

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДОБАВОК НА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Пищ И.В., доктор технических наук, профессор, УО «Белорусский государственный технологический университет»

Производство стеновой керамики является важной отраслью народного хозяйства. Керамический кирпич как стеновой материал занимает доминирующее положение в производстве строительных материалов, благодаря долговечности возводимых зданий, архитектурной выразительности, а также комфортности жилья. В последние десятилетия созданы механизированные заводы с объемом производства в 50–100 млн шт. условного кирпича в год, оснащенные мощными глиноперерабатывающими и формующими машинами, механизированными экономичными сушилками и печами. Несмотря на эти преимущества по сравнению с ячеистым блоками, потребление кирпича в строительстве последние годы резко сократилось.

Вместе с тем, анализ зарубежной практики показывает, что использование керамических стеновых материалов в жилищном строительстве, например в Германии, на сегодняшний день составляет около 80 %, а на газосиликатные блоки приходится не более 7–8 %. В пользу такой тенденции по мнению зарубежных специалистов свидетельствует экологическая чистота материалов, долговечность, комфортность, теплофизические характеристики, огнестойкость, низкие затраты на содержание зданий и др.

В области научных исследований, касающихся производства стеновых керамических материалов, наблюдается также некоторое отставание Республики Беларусь от ведущих европейских государств. Имеющиеся разработки и литература по технологии и оборудованию стеновой керамики относятся к 50–60 гг. прошлого столетия и не соответствуют уровню и требованиям современного производства. Некоторые общеизвестные положения совершенно не обоснованы. Например, образование микротрещин на поверхности изделий после сушки объясняется их насыщением влагой из внешней среды (помещения цеха), хотя известно, что влага не может конденсироваться на более нагретом теле. Поэтому на кирпичных предприятиях Беларуси не предусмотрены запасники для хранения высушенного кирпича, что нарушает ритм проталкивания вагонеток с полуфабрикатом в печь. Методы анализа сырьевых материалов достаточно устарели и субъективны, что не позволяет своевременно проводить корректировку шихтового состава керамических масс. На белорусских кирпичных предприятиях установлено устаревшее оборудование, находящееся в эксплуатации десятки лет, требующее модернизации и замены на современные высо-

копроизводительные технологические линии. Частично этот вопрос может быть решен за счет изготовления оборудования Могилевским объединением «Строммашина». Однако большинство керамических предприятий имеют высокую рентабельность реализованной продукции, что не позволяет провести модернизацию производства.

Для улучшения состояния в производстве керамических стеновых материалов необходимо провести научно-исследовательские работы по снижению себестоимости и повышению рентабельности выпускаемой продукции. Исследования должны быть направлены на снижение удельного расхода топливно-энергетических ресурсов на производство единицы продукции, вовлечение в состав масс отходов производства и поверхностно-активных веществ (ПАВ), увеличение объема производства поризованного и лицевого кирпича. Это особенно актуально ввиду отсутствия в Беларуси высокосортного глинистого сырья, позволяющего получать изделия равномерной окраски и высокими механической прочностью и морозостойкостью.

Для производства кирпича в качестве сырья наиболее часто используют легкоплавкие глины и суглинки, а также трепелы, диатомиты, опоки и другое природное сырье, содержащее глинистые минералы.

Все легкоплавкие глины в зависимости от минералогического состава делятся на 3 группы: каолинито-гидрослюдистые с содержанием монтмориллонита; каолинито-монтмориллонитовые с содержанием карбонатов и пленчатых шпатов; полиминеральные карбонизированные, запесоченные /1/.

Такая разница в минералогическом составе легкоплавких глин определяет процессы изменений фаз при обжиге и свойства обожженного материала.

Во второй и третьей группе при обжиге муллит не образуется, а количество аморфной фазы возрастает благодаря интенсивному растворению кварца. В таких глинах снижается деформационная устойчивость, не достигается необходимое водопоглощение. Они деформируются или вспучиваются, имеют малый интервал спекания. Легкоплавкие глины второй и третьей групп используются в производстве керамических стеновых материалов. Для того чтобы выбрать оптимальные составы керамических масс для производства кирпича, необходимо на основе технологических свойств глин подобрать и определить количество отошающих флюсующих добавок. В зависимости от свойств глин все добавки подразделяются: отошающие добавки, уменьшающие воздушную усадку, ликвидирующие структурные дефекты при формовании; отошающие и выгорающие добавки, которые одновременно улучшают спекание и отошают массу; добавки пластифицирующие и обогащающие глину; поризующие.

Для производства изделий стеновой керамики предпочтительно используют глины с умеренной пластичностью, небольшой (3-4 %) усадкой в обжиге и малым коэффициентом чувствительности к сушке.

Анализ минерально-сырьевой базы республики показывает отсутствие вы-

ассортного глинистого сырья, а также существенное истощение карьеров, разрабатываемых в настоящее время кирпичными предприятиями. Решением проблемы может стать новый подход к формированию сырьевой базы как единого комплекса на основе природного сырья и техногенных продуктов.

Не один вид керамических изделий не может сравниться с таким числом добавок, которые могут быть использованы при их производстве по сравнению с керамическими стеновыми материалами. В качестве добавок при производстве керамического кирпича и камней применяют кварцевые пески, отходы обогащения каолинов, каменные и бурые угли, отходы камнедробления горных пород, древесные опилки, шламы и шлаки различных производств и другие.

Используя поризующие добавки, в УП «НИИСМ» были получены керамические пустотелые поризованные блоки //1/. Предельное содержание добавки ограничено из-за резкого снижения связанности массы. На заводах, оснащенных импортным оборудованием, такие составы могут быть внедрены в производство, что позволит получать пористо-пустотелые изделия.

Наиболее эффективным мероприятием является перевод предприятий на выпуск пустотелого кирпича. Это позволит не только экономить энергоресурсы, но и снизить материалоемкость продукции.

На увеличение пористости и теплопроводности керамического кирпича влияют добавки кальцийсодержащих соединений. Установлено, что добавки CaCO_3 , Cu(OH)_2 и гипса оказывают различное влияние. При введении 12–24 % CaCO_3 повышается верхний температурный предел обжига, пористость и теплоизоляционная способность. Одновременно уменьшается прочность при изгибе и модуль упругости. Добавка 0,5 % Cu(OH)_2 в глинистый мергель и суглинки снижает предел прочности при изгибе, но в других глинах прочность повышает.

Актуальной проблемой в республике при производстве керамического кирпича является получение лицевого кирпича. Он является наиболее эффективным отделочным материалом, который по своим архитектурно-декоративным свойствам, долговечности превосходит другие виды отделки. Однако отсутствие качественного сырья не позволяет получить кирпич с равномерной однотонной окрашенной поверхностью. Только глины некоторых месторождений Брестской области удовлетворяют требованиям, предъявляемым к лицевому кирпичу.

Поэтому внимание к исследованиям по разработке составов масс лицевого кирпича проводится не только в Беларуси, но и за рубежом.

Следует отметить, что производство кирпича является достаточно энергоемким процессом, основной составляющей которого являются затраты на сушку полуфабрикатов и обжиг изделий. Необходимо также учитывать и зависимость стоимости потребляемого предприятиями РБ природного газа от России. В этой связи исследования по изысканию способов снижения формочной

влажности керамических масс, применяемых при производстве кирпича, являются весьма актуальными.

В производственной практике для снижения влажности и вязкости керамических шликеров часто применяют разжижающие добавки – электролиты. Однако их использование эффективно при приготовлении керамических суспензий с высоким содержанием дисперсионной среды – более 30 %. Для пластичных керамических масс этот метод снижения вязкости не дееспособен. Значительно более эффективное действие на них оказывают добавки поверхностно-активных веществ (ПАВ). Так, встречаются сведения, что добавка 0,2–0,4 % лигносульфоната натрия снижает формовочную влажность, повышает производительность пресса, удваивает прочность сырца и повышает механическую прочность кирпича. Рядом ученых установлено, что добавка сульфитного спиртовой барды в количестве 0,3–0,5 % повышает марочность кирпича за счет улучшения формовочных и сушильных свойств керамических масс /2, 3/.

Молекулы ПАВ, адсорбируясь на поверхности сольватированных частиц полярными активными группами, вытесняют из них молекулы воды, препятствуя образованию прочного адсорбционного слоя воды. Органические радикалы молекул ПАВ направлены в окружающую среду и гидрофобизируют поверхность частиц. Образующийся ориентированный адсорбционный слой блокирует места контактов между сольватированными частицами и предотвращает образование пространственной структуры, стабилизируя суспензию.

Кроме того ПАВ повышают пластичность глиняной массы, так как образуют на поверхности глинистых частичек пленки, играющую роль смазки, что позволяет снизить формовочную влажность на 2 – 3 % /4/. Добавки ПАВ улучшают сушильные свойства отформованного кирпича, так как ускоряется влагоотдача, снижается градиент влажности по толщине изделий, увеличивается теплопроводность массы. Как результат снижается количество микротрещин, повышается прочность не только сырца-кирпича, но и обожженного.

Исследования должны быть направлены на снижение удельного расхода топливно-энергетических ресурсов на производство единицы продукции, вовлечение в состав масс отходов производства и поверхностно-активных веществ, увеличение объема производства поризованного и лицевого кирпича.

Целью данной научно-исследовательской работы является повышение эксплуатационных и декоративных свойств стеновых керамических материалов, которое возможно осуществить путем введения добавок минерализаторов, и также применения универсальных компонентов масс, выполняющих наряду с отошающей и флюсующую функцию. К таким компонентам можно отнести гранитные отсеvy Микашевичского ГОКа, отходов химического и металлургического производств. При синтезе керамических стеновых материалов были использованы сырьевые материалы, краткая характеристика которых приведена ниже.

Глина «Осетки» представляет собой породу светло-коричневого цвета с пятнами серого цвета, плотная, слоистая. Усредненный химический состав глины представлен в таблице 1. Минеральный состав глины представлен каолинитом, иллитом, вермикулитом, а также кварцем. Петрографическими исследованиями установлено наличие примесей полевого шпата, доломита, кварцита.

Согласно полученным данным по исследованию глины месторождения «Осетки», можно утверждать, что она согласно ГОСТ 21216.0-93 относится к группе каолинито-гидрослюдистых глин, является легкоплавкой (огнеупорность 1290°C), среднепластичной (число пластичности 14-16,5), полукислой (содержание Al_2O_3 18,02 %), низкотемпературного спекания, неспекающейся.

Согласно ГОСТ 21216.0-93 глина месторождения «Щебрин» является легкоплавкой (огнеупорность 1210°C), низкотемпературного спекания, неспекающейся, среднепластичной (число пластичности 16), кислой (содержание Al_2O_3 12 %), и относится к группе каолинито-монтмориллонитовых глин.

Глина месторождения «Городное» представляет собой породу от желтовато-серого, серого, до черного цвета, от песчаных до жирных разностей, плотную до очень плотной. Минеральный состав указанной глины представлен каолинитом, монтмориллонитом, гидрослюдой, а также смешанослойными образованиями. Присутствие этих соединений подтверждается данными рентгенофазового анализа. В числе неглинистых минералов, согласно результатам петрографического анализа, присутствуют кварцит, полевой шпат, гетит и гидрослюды.

В представленной работе исследовалось влияние электролитов и ПАВ на реологические свойства суспензий из глин месторождений «Щебрин» и «Осетки», которые является основным компонентом керамических масс для производства керамического кирпича на ОАО «Брестский КСМ» и ОАО «Керамика» соответственно. Высокомолекулярные флокулянты широко применяются для ускорения седиментации, концентрирования и разделения суспензий, улучшения фильтрационных характеристик и обезвоживания осадков. Поэтому практическое применение высокомолекулярные флокулянты могут найти в производстве керамических изделий, получаемых методом пластического формования, как ускорители процесса влагоотдачи при сушке. Для этой цели использовались добавки КМЦ, ССБ, «сорбиталь» и др.

Для изучения флокулирующего действия ВМС нами был использован метод измерения объема осадка в зависимости от времени. Исследования проводились в мерных цилиндрах емкостью 100 см³. В цилиндр наливали 50 см³ воды и помещали 5 г глины месторождения легкоплавкой глины. Концентрация порошка в приготовленной суспензии составляла 10 %.

Установлено, что агрегативная устойчивость суспензии глины уменьшается при увеличении содержания КМЦ. Суспензия становится агрегативно неустойчивой, так как оседание частиц происходит быстрее. Под действием КМЦ

происходит образование флокул. В результате происходит образование рыхлых осадков, занимающих большой объем. С течением времени осадок уплотняется за счет сил тяжести, что приводит к уменьшению объема. Объем осадка через 7–8 мин практически не меняется (V_{∞}). Образовавшийся осадок рыхлый, легко взбалтывается. Как следует из графика, наилучшее флокулирующее действие оказывает добавка КМЦ в количестве 0,4 % от массы твердой фазы, так как раствор над осадком в этом цилиндре более прозрачный, т.е. произошло образование более мелких частиц в виде флокул.

При введении добавок «сорбиталь» и ССБ в глину «Щебрин» в количестве 0,6 и 0,4 % соответственно наблюдалось повышение числа пластичности от 14,2 до 15,9 в первом и 17,1 во втором случае. Коэффициент чувствительности глины к сушке (по З.А. Носовой) при введении 0–0,8 % ССБ снижался от 1,94 до 1,22.

Пластичность глины «Осетки» при введении 0,4 % ССБ повышалась с 16,3 до 17,5, коэффициент чувствительности глины к сушке снижался от 1,15 до 0,97.

При введении 0,4 % ССБ в керамическую массу, включающую 80 % глины «Щебрин» и 20 % гранитных отсеков происходило повышение числа пластичности массы от 10,8 до 13,3. При использовании добавки «сорбиталь» пластичность массы менялась незначительно.

Было исследовано влияние вводимых ПАВ на динамику сушки керамической массы, включающую 80 % глины «Щебрин» и 20 % гранитных отсеков (состав Ц20). Исследуемые массы с влажностью 18–20 % высушивались с помощью анализатора влажности при постоянной температуре 130°C в течение 30 мин. Показания влажности массы снимались через 1 мин.

Результаты изменения влажности от продолжительности сушки керамических масс при введении различных ПАВ приведены на рисунках 1–3.

Анализируя представленные на рисунках 1–3 зависимости изменения влажности керамических масс от вида и содержания ПАВ можно отметить следующее. Динамика сушки керамических масс в значительной степени зависит от вида ПАВ и его количества в массе.

При введении добавок КМЦ и «сорбиталь» в количестве от 0 до 0,8 % скорость влагоотдачи в начальный период времени (первые 15 мин) несколько замедлялась, и вводимые ПАВ препятствовали удалению влаги. Особенно это сильно проявлялось при введении в массы добавки «сорбиталь». Это обусловлено, вероятно, образованием защитной оболочки из молекул ВМС у поверхности частиц.

Противоположная ситуация наблюдалась при введении в массы ССБ. При этом, с увеличением количества добавки в массе скорость влагоотдачи заметно интенсифицировалась. Коэффициент чувствительности керамической массы к

коэффициент (по З.А. Носовой) при введении 0–0,8 % ССБ уменьшался от 1,05 до

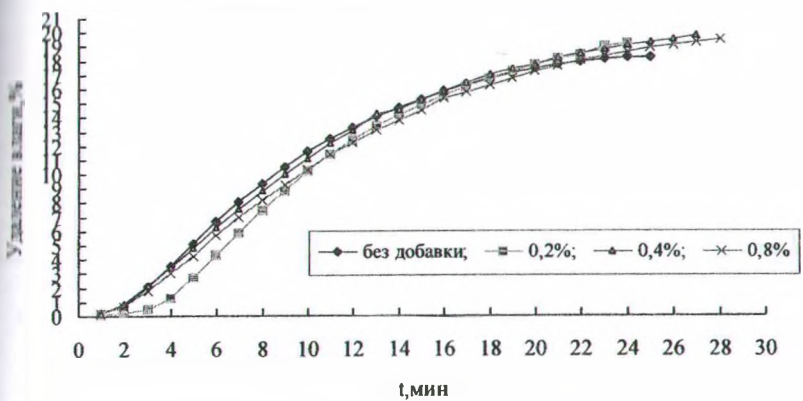


Рисунок 1 – Влияние добавки КМЦ на процесс удаления влаги

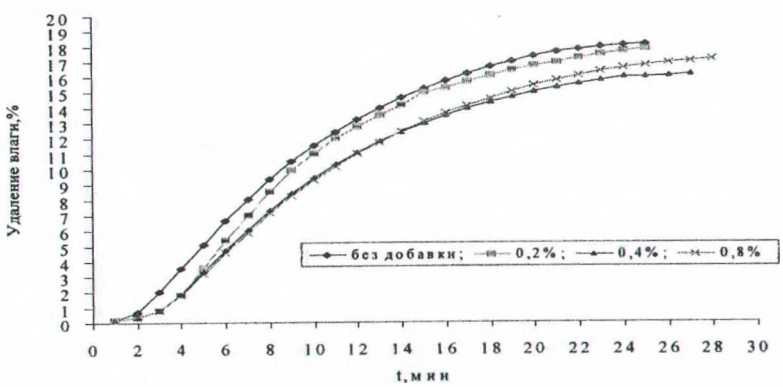


Рисунок 2 – Влияние добавки «сорбиталь» на процесс удаления влаги

Противоположная ситуация наблюдалась при введении в массы ССБ. При этом, с увеличением количества добавки в массе скорость влагоотдачи заметно интенсифицировалась. Коэффициент чувствительности керамической массы к сушке (по З.А. Носовой) при введении 0–0,8 % ССБ уменьшался от 1,05 до 0,86.

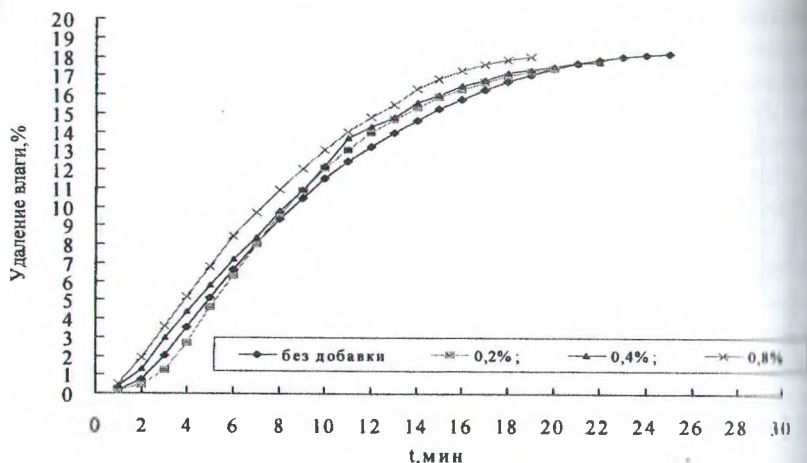


Рисунок 3 – Влияние добавки ССБ на процесс удаления влаги

Для получения стеновых керамических изделий за основу взяты заводские составы, применяемые на ОАО «Керамика» и ОАО «Брестский КСМ», включающие легкоплавкие глины месторождений «Осетки» и «Щебрин». В качестве отощителя на ОАО «Керамика» применяют пылевидный тонкодисперсный кварцевый песок, что в итоге неблагоприятно сказывается на конечных характеристиках изделий. На ОАО «Брестский КСМ» в качестве отощителя используют дегидратированную глину «Щебрин».

В таблицах 1 и 2 представлены составы керамических масс на основе глины «Осетки» и «Щебрин», выбранные для исследования

Влажность формовочной массы составляла 18 %. Для снижения содержания воды и улучшения сушильных характеристик масс вводилась добавка 0,4 % ССБ. Образцы высушивались в сушильном шкафу до влажности 0,5–1 %. Обжиг образцов осуществляли при температурах 1000, 1050 и 1070°С.

Визуальная оценка внешнего вида и качества изделий показала, что все образцы, полученные на основе глины месторождения «Осетки», характеризовались равномерной коричневато-оранжевой (1000°С), рыже-коричневой (1050°С) и красно-коричневой (1070°С) цветовой гаммой.

Анализируя зависимость физико-химических свойств образцов от состава можно отметить следующее. Воздушная усадка опытных образцов на основе глины «Осетки» находилась в пределах 4,4 – 9,4 %. При увеличении содержания кварцевого песка в массах от 0 до 40 % происходило равномерное ее снижение до минимального значения 4,4 %. Как видно из рисунка 4, у образцов, обожженных при 1000°С, наблюдалось увеличение водопоглощения от 9,8 до

Таблица 1 – Шихтовые составы экспериментальных керамических масс на основе глины «Осетки»

Наименование компонента	Индекс масс																							
	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	O10	O11	O12	O13	O14	O15	O16	O17	O18	O19	O20	O21	O22	O23	O24
Глина "Осетки"	100	90	80	70	60	75	70	65	60	55	75	70	65	60	55	60	65	70	75	80	60	65	55	60
Песок кварцевый	0	10	20	30	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Гранитные отсевы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	20	15	10	20	15	15	20	20
Глина "Городное"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	10	15	20	25	15	15	15	15	-	25	20	25	20

Таблица 2 – Шихтовые составы экспериментальных керамических масс на основе глины «Шебрин»

Наименование компонента	Индекс масс																							
	Щ1	Щ2	Щ3	Щ4	Щ5	Щ6	Щ7	Щ8	Щ9	Щ	Щ	Щ	Щ	Щ	Щ	Щ	Щ	Щ	Щ	Щ	Щ	Щ	Щ	Щ
Глина "Щебрин"	100	90	80	70	60	75	70	65	60	55	75	70	65	60	55	60	65	70	75	80	60	65	50	60
Песок кварцевый	0	10	20	30	40	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Гранитные отсевы	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	20	15	10	20	15	15	20	20
Глина "Городное"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	10	15	20	25	15	15	15	15	-	25	30	20	30

14,2 % и открытой пористости от 19 до 25,5 %, снижалась плотность образцов и механическая прочность при изгибе от 12,2 до 5,7 МПа.



Рисунок 4 – Влияние содержания кварцевого песка на величину водопоглощения и механическую прочность при изгибе опытных образцов (Тобж=1000°C)

Высокая механическая прочность и низкое водопоглощение образцов, полученных из одной глины «Осетки», обусловлено высоким содержанием в ее составе оксидов щелочных и щелочно-земельных металлов, а также Fe_2O_3 , что обеспечивало высокую степень спекания.

Вводимый кварцевый песок практически не участвует в процессе спекания, ведет себя в массах инертно. Этим и обусловлено снижение величины свойств с возрастанием содержания кварцевого песка.

Вместе с тем, обойтись без отошителя в производстве керамического кирпича нельзя ввиду его высокой усадки при сушке и обжиге, повышенном значении коэффициента чувствительности глин к сушке и склонности полуфабриката-сырца к деформации.

Это связано с тем, что флюсующее действие гранитных отсеков начинает проявляться при температурах более 1050°C. До этой температуры они выполняют роль отошителя, что обусловлено их сложным минеральным составом и высокой температурой плавления входящих в состав минералов.

Максимальное спекание образцов достигалось при введении 15 % гранитных отсеков и комбинации глин «Осетки» и «Городное».

С увеличением температуры обжига опытных образцов до 1070°C закономерно происходило возрастание физико-химических показателей, что обусловлено увеличением количества образующейся в процессе обжига жидкой фазы. По мере нарастания количества расплава происходит сближение частиц, их прилипание, заполнение порового пространства, что обуславливает уплотнение образцов.

При использовании двухкомпонентной массы — 80 % глины «Осетки» и 20 % гранитных отсевов (состав О20) получены также материалы с высокими свойствами: общей усадкой 10,3 %, водопоглощением 7,6 %, кажущейся плотностью 2005 кг/м³, открытой пористостью 15,5 %, механической прочностью 17,2 МПа.

Ввиду отсутствия месторождений кварцевого песка в Брестской области с экономической точки зрения для ОАО «Брестский КСМ» более выгодно применять гранитные отсевы Микашевичского ГОКа, которые благодаря своему минеральному и фракционному составам обеспечивают более высокие показатели морозостойкости. Использование комбинации легкоплавкой глины «Щербин» и тугоплавкой «Городное» позволяет улучшить физико-химические свойства материалов, а также цветовые характеристики. При увеличении содержания глины «Городное» до 25 % в массах на поверхности образцов отсутствовали белые пятна (высолы), окраска образцов равномерная.

Для выявления фазового состава синтезированных материалов проведен рентгенофазовый анализ образцов, полученных из массы состава О3 и О20* на основе глины «Осетки» и Щ3 и Щ20* на основе глины «Щебрин», обожженных при температуре 1050°C. Наиболее интенсивные рентгенограммах максимумы характерны α -кварцу. Это отмечается на всех рентгенограммах образцов. Вместе с тем следует отметить, что интенсивность дифракционных максимумов несколько отличается в зависимости от состава массы. Так, для материалов, полученных на основе глины «Щебрин» интенсивность дифракционных максимумов, характерных α -кварцу, выше по сравнению с таковыми для материалов на основе глины «Осетки», что обусловлено отличием их минерального состава, а именно меньшим содержанием в последней глине α -кварца и аморфного кремнезема. При замене кварцевого песка (массы О3 и Щ3) на гранитный отсев (массы О20 и Щ20) отмечалось также логичное снижение интенсивности дифракционных максимумов α -кварца и возрастание интенсивности пиков анортита. Это закономерно, так как α -кварц и аморфный кремнезем при температуре 1050°C интенсивно плавятся в расплаве, количество которого при замене песка на отсевы камнедробления становится выше. Анортит начинает кристаллизоваться из расплава в результате взаимодействия флюсующих составляющих с карбонатными включениями глин и продуктами дегидратации глинистых минералов уже в интервале температур 800–900°C. Максимальное количество анортита и минимальное содержание α -кварца, как это видно из дифрактограмм по относительной интенсивности дифракционных максимумов фиксируется у образцов, полученных из глины «Осетки» и гранитных отсевов.

Анализируя показатели физико-химических свойств, можно сделать вывод, что для обеспечения наибольшей степени спекания керамических изделий наиболее желательной фазой является анортит, который по сравнению с α -кварцем

* Образцы изделий, полученных при опытно-промышленной апробации в УП «НИИСМ».

характеризуется меньшим термическим расширением, высокими прочностными свойствами.

Исследования микроструктуры опытных образцов осуществлялись с помощью оптического микроскопа со встроенной аналого-цифровой фотосъемкой, а также с помощью сканирующего электронного микроскопа. Изображения получены с реальной поверхности образцов.

Изучение структуры с поверхности синтезированных образцов методами электронной микроскопии показало, что в материалах морфологически различить кристаллы кварца, анортита и гематита практически невозможно. На снимках наблюдаются в основном структурные элементы, представляемые агрегатами аморфизированных глинистых компонентов, зернами кварца, незначительными количествами стекловидной фазы. На снимках наблюдается также незначительное количество различных по размерам (5–30 мкм) и форме преимущественно закрытых. Поры в основном круглой, реже продолговатой формы, распределены в образцах равномерно.

Сравнивая структуру образцов, полученных на основе исследуемых глинистых материалов с использованием в качестве отощителя кварцевого песка и гранитных отсеков, можно отметить, что первый в образцах расположен изолированно, слабо связан с основной матрицей. Зерна песка сферической формы, изометричные, практически не оплавлены, что свидетельствует о том, что в массах кварцевого песка ведет себя инертно. Зерна гранитных отсеков, напротив, распределены равномерно, хорошо оплавлены. Меньший размер зерен гранитных отсеков (10–80 мкм) по сравнению с зернами кварцевого песка (30–400 мкм) свидетельствует о том, что они более интенсивно плавятся, способствуют заполнению порового пространства и армированию кристаллической составляющей материалов. Это, в конечном счете, способствует увеличению жесткости стеклокристаллического каркаса.

Микроструктура образцов полнокристаллическая, равномернозернистая, мелкозернистая, текстура однородная. Установлено, что в структуре материалов составов О20 и Ц20, обожженных при температуре 1050°C, наблюдается значительное количество аморфизированного глинистого вещества. Кварц представлен в виде крупных зерен оскольчатой угловатой формы, распределен равномерно. Сравнивая структуру образцов составов О20 и Ц20, можно отметить, что в последнем визуальное количество зерен кварца значительно больше. Высокие интенсивности дифракционных максимумов для α -кварца, полученные при расшифровке дифрактограмм, и незначительное количество его на оптических снимках образца состава О20 при визуальной оценке, вероятно, обусловлены его скрытой мелкокристаллической структурой, формирующей основной кристаллический каркас материалов. Ориентировочное суммарное содержание кварца составляет около 30–35 %.

Помимо зерен кварца на снимках наблюдаются оскольчатые зерна гранитных отсеков темно серого цвета. Поры в основном округлой, реже продолговатой формы, распределены равномерно. Абсолютное большинство пор размером

10 мкм. В основной массе черепка преобладает аморфизированное глинистое вещество, насыщенное оксидами железа, что определяет цвет черепка на снимке. Причем оксиды железа находятся как в составе стеклофазы, так и в кристаллическом состоянии, что подтверждено результатами рентгенофазового анализа.

Оценить содержание стекловидной фазы достаточно проблематично, так как она находится в прослойках между кристаллами и на их поверхности. Ориентировочное ее содержание – 10–15 %.

На основании результатов экспериментальных исследований, а также рекомендаций специалистов ОАО «Керамика» и ОАО «Брестский КСМ» для научно-промышленной апробации выбраны составы масс ОЗ на основе глины месторождения «Осетки» и Щ20 и Щ23 на основе глины «Щебрин».

В условиях УП «НИИСМ» выпущена опытная партия керамического пустотелого одинарного кирпича пустотностью 27 %, проведены испытания на механическую прочность и морозостойкость.

В результате проведенных испытаний установлено, что разработанные составы керамических масс на основе глины месторождения «Осетки» (Витебская обл.) применительно к ОАО «Керамика» позволяют при температуре 1020°C получать материалы, соответствующие требованиям ТНПА марки М150 по механической прочности и F25 по морозостойкости).

Предложенные составы масс на основе глины месторождения «Щебрин» (Брестская обл.) применительно к ОАО «Брестский КСМ» позволяют при температуре 1050°C получать керамический кирпич марки М175 по механической прочности и F75 по морозостойкости. Результаты испытаний подтверждены соответствующими актами испытаний в сертифицированной лаборатории.

Определение коэффициента теплопроводности полученных материалов проводили на измерителе теплопроводности ИТ-λ-400 с использованием метода динамического калориметра. В результате экспериментальных исследований установлено, что коэффициент теплопроводности керамического кирпича, полученного из масс составов Щ20, Щ23 и О20, составил 0,41; 0,53 и 0,46 Вт/м·К соответственно.

Эффективная удельная активность радионуклидов ^{40}K , ^{226}Ra и ^{232}Th в синтезированных материалах находится в пределах до 90 Бк/кг и не превышает действующих норм содержания радиоактивных веществ в сырьевых материалах (370 Бк/кг).

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Мелешко, В.Ю. Некоторые аспекты разработки производства и потребления керамических пустотелых поризованных блоков // Научно-технические проблемы производства и повышения потребительских свойств строительных

материалов и изделий: Сб. докладов и сообщений международного семинара. Минск: НИИСМ. – 2004. – С.44–49.

2. Влияние некоторых ПАВ на поверхностные свойства и межчастичное взаимодействие ультрадисперсных порошков / Т.Д. Дегтяренко, А.С. Макарян, В.Ю. Третинник и др. // Коллоидный журнал. – 1993. – №1. – С. 109–114.

3. Влияние ПАВ на структурно-механические свойства керамических масс / А.К. Мискарли, В.Я. Земянская, З.К. Гусейнова, Н.М. Абдулрагимов // Стекло и керамика. – 1979. – №10. – С. 16–18.

4. Кошкаев, И.С., Сигейнеюк, Е.Ш. Производство глиняного кирпича. М.: Высшая школа, 1978. – С.34–35.

5. Соломенцева, И.М., Величанская, Л.А. Изучение структуры адсорбционных слоев натриевых солей карбоксилметилцеллюлозы на поверхности маламинформальдегидных частиц // Коллоидный журнал. – 1983. – №4. С.800–805.