

DOI: 10.12737/article_5c1c994ccee958.42995245

^{1,*}Володченко А.А.¹Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46

*E-mail: volodchenko.aa@bstu.ru

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА СВОЙСТВА НЕАВТОКЛАВНЫХ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ

Аннотация. Многие научные школы работают над совершенствованием существующих и проектированием новых строительных композитов различного функционального назначения, разрабатываются технологии их производства, исследуются их свойства и т.д. Однако приоритет отдается первоначальным свойствам строительных композитов, но одним из основных показателей, по которым можно оценивать свойства строительных материалов после длительной эксплуатации в условиях воздействия природных и техногенных процессов, является долговечность. Представляется интересным исследование строительных материалов при изменяющихся условиях эксплуатации, на основе нетрадиционного природного и техногенного сырья. Установлено, что использование алюмосиликатных пород незавершенной стадии глинообразования, отличающихся особым полиминеральным составом и наличием термодинамически неустойчивых соединений, в технологии неавтоклавных силикатных материалов позволяет ускорить синтез новых соединений, оптимизировать их морфологию, улучшить микроструктуру цементирующих соединений. При длительной эксплуатации неавтоклавных стеновых материалов на основе этого сырья, особенно в условиях повышенной влажности, процесс образования новообразований из гидросиликатов кальция продолжается и после тепловлажностной обработки, что приводит к синтезу более совершенной и прочной микроструктуры цементирующих соединений. Кроме этого синтезируемые в материале новообразования из слабоокристаллизованных гидросиликатов кальция являются нестабильной активной фазой, которая с течением времени, особенно в условиях повышенной влажности, способна перекристаллизовываться, что приводит к оптимизации структуры цементирующих соединений и как следствие повышению эксплуатационных показателей изделий.

Ключевые слова: неавтоклавные материалы, силикатный кирпич, техногенное сырье, техногенный метасоматоз, нетрадиционные глинистые породы.

Введение. Одной из важнейших проблем современности является создание принципиально новых технологических решений в сфере энерго- и ресурсосбережения, рационального природопользования, создания экологически чистых производств строительных материалов, обеспечивающих эволюционно-модернизационное развитие существующей технологической базы. Исходя из анализа достижений в строительном материаловедении в ближайшие десятилетия ожидается существенное изменение номенклатуры выпускаемых строительных материалов. Известно, что наукоемкость науки определяется скоростью изменения сырьевой базы, а в стройиндустрии эволюции практически нет, за счет того, что она слишком консервативна. Развитие промышленности по производству строительных материалов привело к истощению запасов качественного минерального сырья, а геологоразведочные работы по расширению сырьевой базы практически не проводятся, и таким образом в следующие 10–20 лет может возникнуть дефицит традиционно применяемого сырья в промышленности строительных материалов.

Поэтому необходимо:

- разработать критериальные параметры, для геологических служб, по поиску определенных сырьевых ресурсов, которые не применяются в настоящее время для производства строительных материалов, но имеющих определенный вещественный состав, что определит возможность получения определенных строительных композитов на их основе;

- разработка совершенно новых подходов, принципиально решающих эту проблему за счет разработки энерго- и ресурсосберегающих технологий и материалов, способных не нарушать экологию окружающей среды и сохранять баланс между «биосферой» и «техносферой».

В настоящее время в развивающихся регионах Российской Федерации, в том числе в регионах Севера и Арктики, необходимо увеличивать объемы научных исследований в области развития сырьевой базы, необходимой для увеличения выпуска и расширения номенклатуры выпускаемых строительных материалов, а также для разработки эффективных композитов будущего на основе последних достижений российской и мировой науки.

Однако, исходя из сложившейся ситуации, по России суммарный объем побочных продуктов и отходов промышленных предприятий и производств, ежегодно составляет миллиарды тонн, в числе которых попутно добываемые глинистые породы незавершенной стадии минералообразования, которые в силу своего определенного вещественного состава, а также за счет геологических и техногенных условий их образования, могут определенным образом подходить для производства конкретных строительных композитов [1-3].

Задачи по применению различных глинистых пород в технологии выпуска силикатных материалов, в частности кирпича, решались в середине XX века многими российскими учеными и специалистами (Ю.М. Бутт, Л.М. Хавкин, П.П. Будников и др.)

Однако, проведенные ими исследования не получили дальнейшего развития в связи с тем, что недетальное изучение вещественного состава глинистых пород, особенно различного генезиса, связанное с ограниченностью возможностей исследовательского оборудования, не позволило обнаружить именно те, глинистые породы, которые в силу своего вещественного состава пригодны для производства силикатных материалов.

Во многих странах мира ученые в области строительного материаловедения разрабатывают новые виды строительных материалов, совершенствуют существующие, расширяют их номенклатуру и изучают их свойства. Однако приоритет отдается начальным свойствам строительных композитов. Представляется интересным исследование строительных материалов как изменяющейся, самоадаптивной системы, модифицирующей определенным образом свои свойства в процессе эксплуатации [4].

Цель работы – исследование влияния условий эксплуатации на процессы структурообразования неавтоклавных силикатных материалов на основе природного алюмосиликатного сырья.

Материалы и методы исследования. В качестве сырья, для получения неавтоклавных силикатных материалов и исследования их свойств, было использовано наиболее представительное природное алюмосиликатное сырье региона Курской магнитной аномалии, по своему составу относящиеся к эолово-элювиально-делювиальным глинистым породам четвертичного возраста.

Основная их часть не удовлетворяет показателям нормативных документов к сырью для производства строительных материалов, однако полиминеральный состав изучаемых глинистых пород [5], и их термодинамическая неустойчивость [6, 7] определяют возможность взаимодействия с вяжущим компонентом с

синтезом цементирующей матрицы в условиях гидротермальной обработке без давления и, как следствие, получения стеновых неавтоклавных силикатных материалов с малыми энергозатратами.

С целью определения вещественного состава используемых глинистых пород, а также формирующегося состава новообразований в данной работе применяли рентгенофазовый анализ (дифрактометр модели – ARL X'TRA) и дифференциально-термический анализ (Derivatograph Q – 1500 D). Для определения морфологических и структурных особенностей применяемых сырьевых материалов, а также для установления характера формируемых новообразований, в полученном композите, использовали метод растрово-электронной микроскопии, исследования осуществляли с применением сканирующего электронного микроскопа с высоким разрешением (модель – Tescan MIRA 3 LMU).

В качестве вяжущих компонентов применяли негашеную комовую известь АО «Белгородстройматериалы» ГОСТ 9179–77.

При изготовлении образцов использовали смесь, включающую в себя предварительно приготовленное композиционное вяжущее путем помола глинистой породы и извести (в соотношении 1:1), и эолово-элювиально-делювиальную глинистую породу. После формовки при давлении прессования 20 МПа, образцы помещались в пропарочную камеру и подвергали тепловлажностной обработке при температуре 90–95 °С по режиму: 1,5 ч.+9ч. +1,5ч.

Результаты исследования и их обсуждение. Важнейшие свойства получаемых стеновых силикатных изделий в первую очередь зависят от того какой состав, и морфологические особенности новообразований, формируется при тепловлажностной обработке в условиях атмосферного давления [8–10]. Характер и свойства синтезируемых новообразований будут зависят от вещественного состава используемого сырья, и условий получения строительного композита [11].

Следовательно синтез новообразований оптимальной структуры на нано-, микро и макроуровне является актуальной задачей [12, 13].

Данное сырье в результате специфики генезиса состоит из смешанослойных глинистых минералов, представляет собой очень многокомпонентную и сложную систему с разнообразным набором свойств, характеризующейся высоким содержанием пелитовой фракции, что предопределяет синтез

новообразований за счет активного взаимодействия с известью.

Таким образом информация о свойствах исходного сырья, в том числе со смешанослойными минералами, позволяет управлять процессами структурообразования при получении композитов с заданными свойствами [14].

Для исследований использовали эолово-элювиальные-делювиальные смешанослойные образования, отобранные в регионе Курской магнитной аномалии. Определение фракционного состава глинистой породы производили методом ситвого анализа.

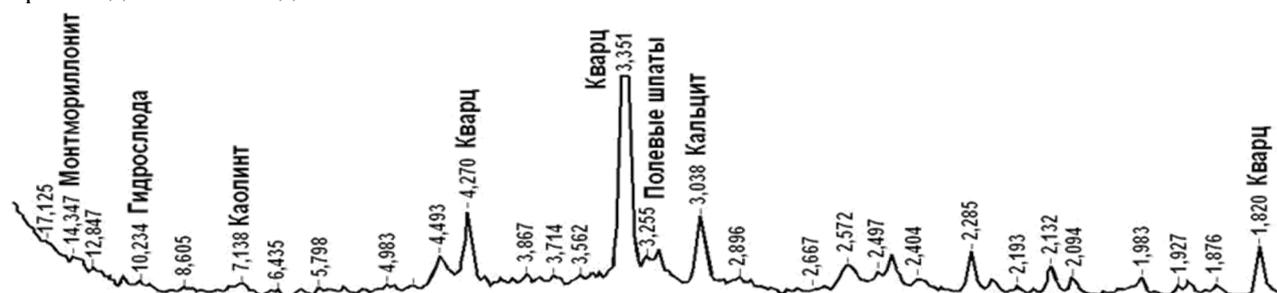


Рис. 1. Рентгенограмма эолово-элювиальной-делювиальной смешанослойной глинистой породы региона Курской магнитной аномалии

Задачей проведенных исследований являлось исследование влияния условий эксплуатации на структурообразование и физико-механические показатели полученных неавтоклавных силикатных материалов на основе природного нетрадиционного алюмосиликатного сырья.

Образцы для исследований получали способом полусухого прессования, при давлении 20 МПа. В качестве сырья использовали глинистую породу и молотую известь.

Ранее проведенными исследованиями установлено, что оптимальное содержание негашеной извести для глинистых пород различного вещественного состава, составляет 10–12 мас. %, что очень важно для условий реального производства, так как колебания вещественного состава неизбежны, и это позволяет получать материалы со стабильными свойствами [15, 16].

Количество негашеной извести в сырьевой смеси в данном эксперименте составило 10 и 12 мас. %. Полученные образцы изделий подвергали термовлажностной обработке при температуре 90–95 °С. Время изотермической выдержки составило 9 ч.

После выдержки образцов в течение 3-х суток, при температуре (20±5) °С, произвели испы-

Установлено, что в используемой глинистой породе преобладают частицы, относящиеся к алевроитовой фракции (42,95 %), а также пелитовой фракции (22,63 %). Исходя из данных гранулометрического анализа и установленному числу пластичности используемую в исследованиях глинистую породу можно отнести к супеси.

Количественный минеральный анализ показывает, что порода состоит из смешанослойных образований, гидрослюд и небольшого количества каолинита и монтмориллонита (рис. 1).

тание по определению показателя предела прочности при сжатии. Также была определена средняя плотность, водопоглощение и коэффициент размягчения образцов. Результаты испытаний, полученных образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Эксплуатационные показатели полученных образцов

| Показатель | Количество вяжущего (СаО) в исходной смеси, мас. % | |
|--|--|-------|
| | 10 | 12 |
| Предел прочности при сжатии, $R_{сж}$, МПа | 20,6 | 16,8 |
| Значение коэффициента размягчения | 0,810 | 1,10 |
| Средняя плотность материала, кг/м ³ | 1845 | 1812 |
| Водопоглощение образцов, % | 13,49 | 13,95 |

С целью изучения влияния влажных условий эксплуатации на процессы структурообразования и как следствие прочностные характеристики часть образцов каждого состава выдержали полгода в водопроводной воде. С целью выявления динамики изменения свойств, испытания образцов проводили каждый месяц (рис. 2).

Результаты испытаний образцов, выдержанных в течение 6 месяцев в воде, показывают существенное увеличение прочностных показателей по отношению к образцам, которые не выдерживались во влажностных условиях (см. рис. 2). Количество вяжущего компонента (извести), которое обеспечивает достижение максимальных прочностных характеристик образцов выдержанных полгода в воде, составляет 12 мас. %.

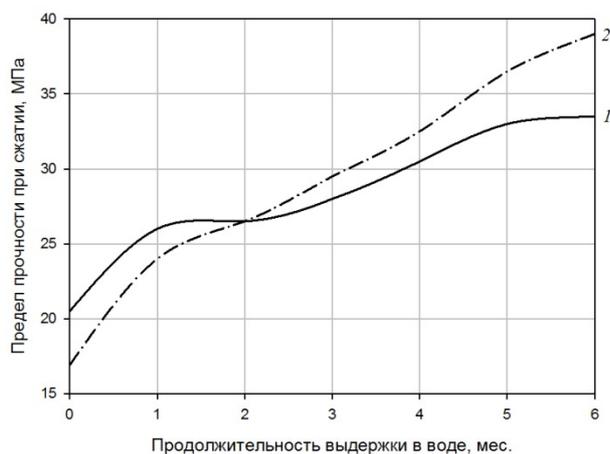


Рис. 2. Динамика изменения предела прочности при сжатии образцов во времени:
1 – содержание 10 мас.%, CaO;
2 – содержание 12 мас.%, CaO

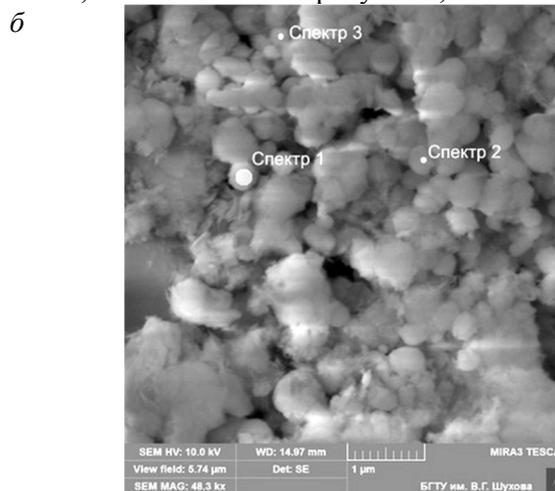
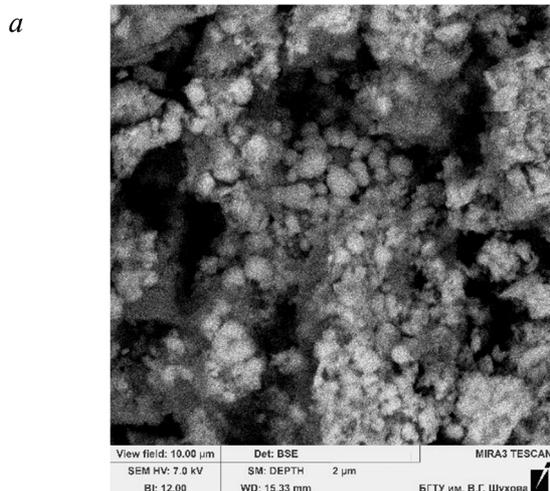


Рис. 3. Сферические новообразования в микроструктуре образца на основе глинистой породы (CaO – 10 мас. %):
а – скопление глобул в образце; б – выбранные участки для исследования в образце

Исходя из данных, полученных эмиссионных спектров произведен расчет элементного состава сформированных сферических новообразований. Процентное содержание составляющих элементов в сферическом новообразовании – глобуле приведено в таблице 2. Главными элементами, формирующими состав глобул, являются, мас. %:

Вероятно, это обусловлено тем, что пелитовая составляющая глинистой породы обеспечивает синтез новообразований, которые обладают гидравлическими свойствами. Гидравлические свойства синтезируемых новообразований можно объяснить за счет формирования гидросиликатов кальция высокой основности, процесс гидратации которых продолжается со временем, а также происходит процесс перекристаллизации гелеподобных низкоосновных гидросиликатов кальция. Указанные процессы также приводят к уплотнению структуры образца на нано-, микроуровне.

При исследовании микроструктуры исходного образца, содержащего 10 мас. % извести, обнаруживаются участки скопления сферических новообразований – глобул, диаметр которых составляет около 500 нм. Данные сферические новообразования скрепляются между собой сформировавшейся, за счет взаимодействия глинистой составляющей и извести, сеткой из новообразований, представленных слабокристаллизованными низкоосновными гидросиликатами кальция, которые также скрепляют между собой зерна заполнителя (рис. 3, а).

Для определения химического состава сферических новообразований – глобул, в исходном образце, был использован метод энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. В качестве объекта изучения были выбраны новообразования, обозначенные на рисунке 3, б.

O – 33,57–44,42; Ca – 28,2–40; Si – 12,44–24,63; Al – 7,37–10,92. В небольших количествах присутствуют Mg (включен в состав обменного комплекса катионов) и Fe (находится в глинистой породе в виде Fe₂O₃).

Можно сделать вывод, что сферические новообразования – глобулы формируются в основном

в процессе реакции между вяжущим веществом (известью) и глинистыми минералами в породе. Данные соединения по всей видимости представляют из себя слабокристаллизованные, гелевидные (аморфные) гидросиликаты и алюминаты кальция. В данных сферических новообразованиях, присутствующих в образце в аморфном

виде, силы сцепления компонентов глобулы значительно превосходят силы сцепления с близлежащими составляющими смеси, за счет чего данные новообразования обладают высоким поверхностным натяжением и как следствие принимают форму глобул

Таблица 2

Химический состав сферических новообразований, определенный метод энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии

| № спектра | Элемент/оксид, мас. % | | | | | |
|-----------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------------|------------|-------------------------------------|----------------|
| | Ca / CaO | Si / SiO ₂ | Al / Al ₂ O ₃ | Mg / MgO | Fe / Fe ₂ O ₃ | O ₂ |
| 1 | 40 / 51,2 | 14,5 / 28,41 | 10,9 / 18,84 | 1,0 / 0,93 | – | 33,55 |
| 2 | 30,78 / 48,1 | 10,45 / 29,35 | 7,35 / 15,33 | 0,3 / 0,6 | 3,65 / 5,74 | 47,4 |
| 3 | 27,20 / 36,92 | 23,63 / 49,36 | 7,76 / 13,71 | – | – | 41,4 |

Соотношение CaO/SiO₂ для сферических новообразований, имеющих обозначение – «Спектр 1» и «Спектр 2», составляет соответственно 1,8 и 1,64. Для участка «Спектр 3» данный показатель значительно ниже и равен 0,75, т.е. в сферическом новообразовании процент содержания кремнезема выше. Стоит отметить, что в данном участке отмечается значительно высокое содержание SiO₂, по отношению к участку «Спектр 1». Вероятней всего, что наряду с глинистыми минералами в условиях термовлажностной обработки с известью вступает в реакцию и мелкодисперсный кремнезем, что способствует

повышению процентного содержания SiO₂ в сферическом новообразовании – глобуле.

Можно сделать вывод, что формируемые в образцах новообразования сферической формы являются продуктом взаимодействия мелкодисперсных компонентов глинистой породы, в частности ее глинистой составляющей и извести, и представляют из себя промежуточные соединения.

После длительного хранения образцов в воде наблюдается значительное изменение микроструктуры (рис. 4), по сравнению с образцами, не подвергшимся продолжительному хранению в воде (см. рис. 3, а).

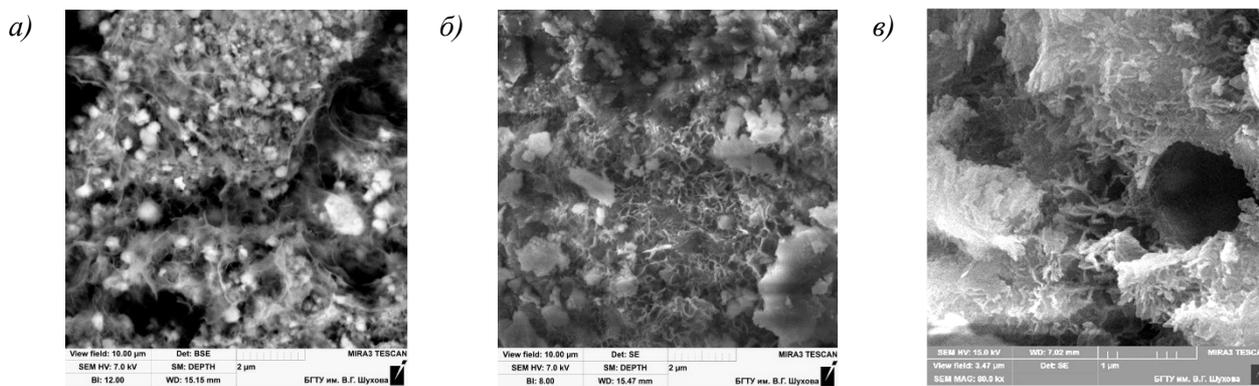


Рис. 4. Влияние длительного хранения в воде на микроструктуру образца на основе глинистой породы (CaO – 12 мас. %):

а – после месяца хранения в воде; б – после 3 месяцев хранения в воде; в – после 6 месяцев хранения в воде

В образцах после месяца хранения в воде (см. рис. 4, а), количество слабокристаллизованных низкоосновных гидросиликатов кальция увеличивается, в узлах поверхности сетки новообразований располагаются глобулы диаметром до 0,5 мкм, которые, как было описано ранее, представляют собой промежуточные соедине-

ния, сформировавшиеся в процессе взаимодействия тонкодисперсной составляющей породообразующих минералов породы с известью.

В микроструктуре образцов после 6 месяцев хранения в воде (см. рис. 4, в) глобулы в структуре цементирующего соединения практически не наблюдается. В тоже время наблюдается увеличение доли слабокристаллизованных гидро-

силикатов кальция, которые, формируют сплошную сетку из новообразований, в результате чего, устраняются микродефекты структуры на микро-, наноуровне.

Таким образом, вследствие термодинамической неустойчивости первоначально формируемых сферических новообразований – глобул, процесс синтеза и перекристаллизации слабоокристаллизованных гидросиликатов кальция, в

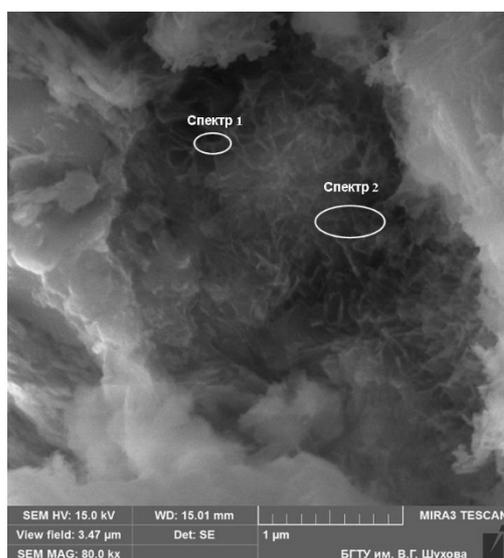


Рис. 5. Микроструктура исследуемого образца на основе глинистой породы (CaO 12 мас. %) с анализируемыми участками, РЭМ

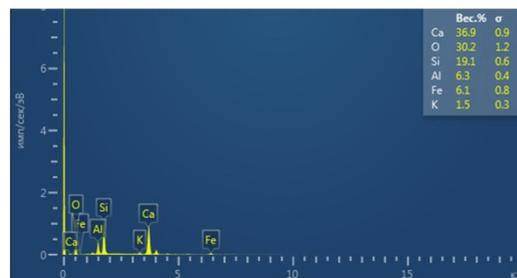
Главными составляющими элементами, участвующие в формировании сетки новообразований, являются, мас. %: O – 30,2–33,1; Ca – 32,4–36,9; Si – 19,1–20,00. В малом процентном содержании присутствуют – Mg, Al и Fe. Перечисленные элементы входят в состав структуры глинистой составляющей и гидросиликатов кальция.

В водной среде, с течением времени, процесс синтеза гидросиликатов кальция продолжается, что способствует к появлению более прочной структуры цементирующих соединений в композите на нано- и микроуровне. Сформированные гелеобразные (аморфные) гидросиликаты кальция принимают более окристаллизованную форму, что способствует упрочнению микроструктуры композита. Стоит отметить, что сформированные в образце слабоокристаллизованные гидросиликаты кальция являются нестабильными соединениями, которые в процессе эксплуатации композита, и особенно в условиях повышенной влажности, могут претерпевать перекристаллизацию, что способствует модификации структуры композита. Возможно, описанные

образце происходит и после завершения термо-влажностной обработки.

Химический состав сетки новообразований (рис. 5) в образце после 6 месяцев хранения в воде был определен при помощи метода энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (рис. 6).

а)



б)

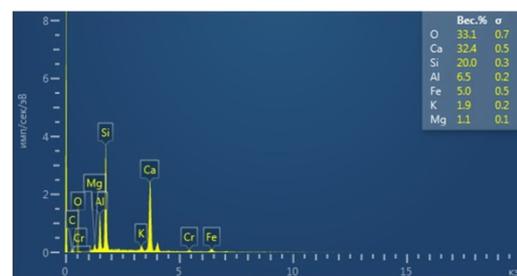


Рис. 6. Эмиссионный спектр характеристического излучения:
а – спектр 1; б – спектр 2

процессы и придают гидравлические свойства полученных неавтоклавных силикатных материалов на основе природного нетрадиционного алюмосиликатного сырья.

Заключение. Таким образом, применение подобных алюмосиликатных глинистых пород незавершенной стадии глинообразования, отличающихся особым полиминеральным составом и наличием термодинамически неустойчивых соединений, в технологии неавтоклавных силикатных материалов позволяет существенно повысить прочность сырца, интенсифицировать процесс формирования новообразований, оптимизировать их микроморфологию, улучшить и уплотнить микроструктуру образующихся цементирующих компонентов. Это дает возможность изготавливать силикатные материалы в условиях тепловлажностной обработки без давления, в отличие от традиционно выпускаемых силикатных изделий. Процесс синтеза микроструктуры композита, который продолжается и после тепловлажностной обработки изделий, обеспечивает

композиту повышение эксплуатационных характеристик, а также придает гидравлические свойства материалу.

Учет особенностей состава нетрадиционных глинистых пород, и их влияния на процессы структурообразования, в технологии неавтоклавных стеновых материалов, позволит получать стеновые материалы с пределом прочности при сжатии 40 МПа, в том числе эффективные высокопустотные стеновые материалы, с плотностью готового изделия 1100–1200 кг/м³.

Источник финансирования. Стипендия Президента РФ СП-3717.2018.1 на 2018-2019 г.г. Программа развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова с использованием оборудования Центра Высших Технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Фролова М.А., Морозова М.В., Айзенштадт А.М., Тутьгин А.С. Алюмосиликатное вяжущее на основе сапонитсодержащих отходов алмазодобывающей промышленности // Строительные материалы. 2017. №7. С. 68–70.
2. Дроздук Т.А., Айзенштадт А.М., Фролова М.А., Носуля А.А. Оценка активности минерального связующего на основе сапонитсодержащего материала // Строительные материалы. 2016. №9. С. 76–78.
3. Алфимова Н.И., Лесовик В.С., Глаголев Е.С., Вишневская Я.Ю. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих с учетом генезиса кремнеземсодержащего компонента. Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. 91 с.
4. Лесовик В.С., Володченко А.А. К проблеме техногенного метасоматоза в строительном материаловедении // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 4. С. 38–41.
5. Володченко А.Н., Строкова В.В. Разработка научных основ производства силикатных автоклавных материалов с использованием глинистого сырья // Строительные материалы. 2018. № 9. С. 25–31. DOI: https://doi.org/10.31659/0585_430X-2018-763-9-25-31
6. Вешнякова Л.А., Айзенштадт А.М., Фролова М.А. Оценка поверхностной активности высокодисперсного сырья для композиционных строительных материалов // Физика и химия обработки материалов. 2015. № 2. С. 68–72.
7. Строкова В.В., Айзенштадт А.М., Сивальнева М.Н., Кобзев В.А., Нелюбова В.В. Оценка активности наноструктурированных вяжущих термодинамическим методом // Строительные материалы. 2015. № 2. С. 3–9.
8. Bernstein S., Thomas Karl Fehr. The formation of 1.13 nm tobermorite under hydrothermal conditions: 1. The influence of quartz grain size within the system CaO–SiO₂–D₂O // Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials. 2012. 58 (s 2–3):84–91. DOI: 10.106/j.pcrystgrow.2012.02.006
9. Володченко А.Н., Строкова В.В. Повышение эффективности силикатных ячеистых материалов автоклавного твердения // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2017. № 2 (58). С. 60–69.
10. Danielle Klimesch and Abhi Ray. Evaluation of phases in a hydrothermally treated CaO–SiO₂–H₂O system // Journal of Thermal Analysis and Calorimetry. 2002. 70(3):995-1003. DOI: 10.1023/A:1022289111046.
11. Володченко А.Н., Лесовик В.С. Силикатные материалы автоклавного твердения на основе алюмосиликатного сырья как фактор оптимизации системы «человек – материал – среда обитания» // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2014. № 3. С. 27–33.
12. Гончарова М.А., Ивашкин А.Н., Симбаев В.В. Разработка оптимальных составов силикатных бетонов с использованием местных сырьевых ресурсов // Строительные материалы. 2016. № 9. С. 6–8.
13. Кара К.А. Композиционные вяжущие с использованием техногенного сырья // Сб. материалов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород Изд-во БГТУ, 2016. С. 129–133
14. Строкова В.В., Сумин А.В., Нелюбова В.В., Шаповалов Н.А. Модифицированное вяжущее с использованием наноструктурированного минерального компонента // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. № 3. С. 36–39.
15. Володченко А.А., Загороднюк Л.Х., Правосолова Е.О., Чхин Сован. Нетрадиционное глинистое сырье как компонент неорганических дисперсных систем // Вестник МГСУ. 2014. №9. С. 67–75.
16. Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Lashina I.V., Feduk R.S. Theoretical backgrounds of non-tempered materials production based on new raw materials // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 327 (2018) 042064 doi:10.1088/1757-899X/327/4/042064.

Информация об авторах

Володченко Александр Анатольевич, доцент кафедры строительного материаловедения, изделий и конструкций. E-mail: volodchenko.aa@bstu.ru. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в августе 2018 г.

© Володченко А.А., 2018

^{1,*}**Volodchenko A.A.**

¹Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov

Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46

*E-mail: volodchenko.aa@bstu.ru

THE INFLUENCE OF EXPLOITATION CONDITIONS ON PROPERTIES OF NON-AUTOCCLAVED SILICATE MATERIALS ON THE BASIS OF ALTERNATIVE RAW MATERIALS

Abstract. Many scientific schools are working to improve the existing and design of new building composites for various functional purposes, develop technologies for their production, study their properties, etc. however, priority is given to the initial properties of building composites, but one of the main indicators by which to evaluate the properties of building materials after long-term operation under the influence of natural and man-made processes is durability. It is interesting to study building materials under changing operating conditions, based on non-traditional natural and man-made raw materials. It is established that the use of aluminosilicate rocks of the incomplete stage of clay formation, characterized by a special polymineral composition and the presence of thermodynamically unstable compounds, in the technology of non-autoclaved silicate materials allows to accelerate the synthesis of new compounds, to optimize their morphology, to improve the microstructure of cementing compounds. With long-term operation of non-autoclave wall materials based on this raw material, especially in conditions of high humidity, the process of formation of tumors from calcium hydrosilicates continues after heat and moisture treatment, which leads to the synthesis of a more perfect and durable microstructure of cementing compounds. In addition, the new formations synthesized in the material from weakly crystallized calcium hydrosilicates are an unstable active phase, which over time, especially in conditions of high humidity, is able to recrystallize, which leads to optimization of the structure of cementing compounds and, as a consequence, to an increase in the performance of products

Keywords: non-autoclave materials, silicate brick, industrial raw materials, industrial metasomatism, non-traditional clay rocks.

REFERENCES

1. Frolova M.A., Morozova M.V., Aizenshtadt A.M., Tutygin A.S. An aluminum-silicate binder on the basis of saponite-containing waste of diamond industry. *Stroitel'nye Materialy*, 2017, no 7, pp. 68–70.

2. Drozdoyuk T.A., Aizenshtadt A.M., Frolova M.A., Nosulya A.A. Assessment of mineral binder activity based on saponite-containing material. *Stroitel'nye Materialy*, 2016, no 9, pp. 76–78.

3. Alfimov N.I., Lesovik V.S., Glagolev E.S., Vishnevskaya Ya.Yu. Optimization of hardening conditions of composite binders taking into account the genesis of the silica-containing component. Belgorod: BGTU. 2016. 91 p.

4. Lesovik V.S., Volodchenko A.A. The problem of technogenic metasomatose in materials science. *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov*, 2015, no. 4, pp. 38–41.

5. Volodchenko A.N., Strokova V.V. Development of scientific bases for production of silicate autoclave materials using clay raw materials. *Stroitel'nye Materialy*, 2018, no 9, pp. 25–31. DOI: https://doi.org/10.31659/0585_430X-2018-763-9-25-31 (In Russian).

6. Veshniakova L.A., Ayzenshtadt A.M., Frolova M.A. An evaluation of the surface activity of high-disperse raw materials for composite building materials. *Physics and chemistry of materials treatment*, 2015, no.2, pp. 68–72

7. Strokova V.V., Aizenshtadt A.M., Sival'neva M.N., Kobzev V.A., Nelubova V.V. Activity evaluation of nanostructured binders with using thermodynamic method. *Stroitel'nye Materialy*, 2015, no 2, pp. 3–9.

8. Bernstein S., Thomas Karl Fehr. The formation of 1.13 nm tobermorite under hydrothermal conditions: 1. The influence of quartz grain size within the system CaO–SiO₂–H₂O. *Progress in Crystal Growth and Characterization of Materials*. 2012. 58 (s 2–3):84–91. DOI: 10.106/j.pcrysgrow.2012.02.006

9. Volodchenko A.N., Strokova V.V. Improving the efficiency of autoclaved silicate cellular materials. *Bulletin of NEFU named after M. K. Ammosov*, 2017, no. 2 (58), pp. 60–69.

10. Danielle Klimesch and Abhi Ray. Evaluation of phases in a hydrothermally treated CaO–SiO₂–H₂O system. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*. 2002, 70(3):995–1003. DOI: 10.1023/A:1022289111046.

11. Volodchenko A.N., Lesovik V.S. Silicate materials autoclaved hardening based on aluminosilicate materials based as an optimization factor in the «Man – Material – Habitat» system. News of higher educational institutions. Construction, 2014, no. 3, pp. 27–33.

12. Goncharova M.A., Ivashkin A.N., Simbaev V.V. Development of optimal silicate concrete compositions using local raw materials. Construction Materials. 2016, no 9, pp. 6–8.

13. Kara K.A. Composite binders with the use of technogenic raw materials. Collection of materials International scientific and technical conference of young scientists BSTU named after V.G. Shukhov, BGTU publ., 2016, pp. 129–133.

14. Strokova V.V., Sumin A.V., Nelubova V.V., Shapovalov N.A. Modified binder with applic

ation of nanostructured mineral components. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2015, no. 3, pp. 36–39.

15. Volodchenko A.A., Zagorodnyuk L.Kh., Prasolova E.O., Chin Sovann. Nontraditional Clay Raw Materials as a Component of Inorganic Dispersed Phases. Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering, 2014, no. 9, pp. 67–75.

16. Lesovik V.S., Volodchenko A.A., Glagolev E.S., Chernysheva N.V., Lashina I.V., Feduk R.S. Theoretical backgrounds of non-tempered materials production based on new raw materials. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 327 (2018) 042064 doi:10.1088/1757-899X/327/4/042064

Information about the author

Volodchenko, Aleksandr A. PhD, Assistant professor. E-mail: volodchenko.aa@bstu.ru. Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in August 2018

Для цитирования:

Володченко А.А. Влияние условий эксплуатации на свойства неавтоклавных силикатных материалов на основе нетрадиционного сырья // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2018. №12. С. 12–20. DOI: 10.12737/article_5c1c994ccee958.42995245

For citation:

Volodchenko A.A. The influence of exploitation conditions on properties of non-autoclaved silicate materials on the basis of alternative raw materials. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov, 2018, no. 12, pp. 12–20. DOI: 10.12737/article_5c1c994ccee958.42995245