

DOI: 10.12737/24429

Володченко А.Н., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

АЛЮМОСИЛИКАТНОЕ СЫРЬЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АВТОКЛАВНЫХ ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

volodchenko@intbel.ru

Установлено, что глинистые породы незавершенной стадии минералообразования пригодны в качестве сырья для получения широкой номенклатуры автоклавных отделочных материалов нового поколения. За счет высокой реакционной способности глинистых пород ускоряется синтез и формирование цементирующих соединений рациональной микроструктуры, что повышает физико-механические свойства автоклавных отделочных материалов. Возможно сокращение в 2 раза времени изотермической выдержки изделий в автоклаве, что снизит затраты энергии на производство. Использование отделочных материалов на основе глинистых пород повысит эффективность строительства и улучшит комфортность проживания человека.

Ключевые слова: глинистые породы, известь, автоклавная обработка, фазообразование, микроструктура, отделочные материалы.

Современная архитектура и градостроительство должны отличаться простотой и строгостью конструктивных форм, при которых большое значение приобретают строительные материалы, сочетающие декоративные свойства с долговечностью и надежностью. Одними из наиболее распространенных материалов, которые отвечают перечисленным требованиям, являются цветные силикатные материалы автоклавного твердения, такие как силикатный кирпич, силикатный бетон, силикатная отделочная плитка, ячеистые бетоны.

Для получения цветных автоклавных изделий используются пигменты, спектр которых пригодный для автоклавной технологии весьма ограничен. Наибольшее распространение получили железоокисные пигменты. Однако традиционный способ окрашивания силикатных материалов обладает такими недостатками, как снижение прочности готовых изделий и ухудшение цветовых характеристик после автоклавной обработки. Кроме этого лицевой кирпич должен обладать высокой плотностью и низкой пористостью, чтобы избежать загрязнения пылью, что сложно добиться, используя традиционное известково-песчаное сырье.

Анализ данных по исследованию сырьевой базы материалов автоклавного твердения позволил теоретически обосновать и экспериментально подтвердить возможность использования вместо песка алюмосиликатного сырья [1–10], в частности, глинистых пород незавершенной стадии минералообразования [11–17]. Подобные отложения широко распространены, а также в больших количествах попутно извлекаются при добыче рудных полезных ископаемых. Это сырье, содержащее такие активные минералы, как гидрослюда, смешаннослойные образования,

аморфную фазу, тонкодисперсный кварц, позволяет управлять синтезом новообразований для получения материалов с заданными свойствами [18–20]. Кроме этого, природная окраска широкой гаммы цветов глинистых пород позволит получать цветные материалы [21–23].

Использование подобных пород наряду с окрашиванием автоклавных материалов позволит также улучшить их физико-механические свойства. За счет высокой активности сырья можно снизить давление автоклавной обработки и существенно сократить время изотермической выдержки и, тем самым, устранить отрицательное влияние этих технологических процессов на цвет изделий [11, 12].

Целью работы является изучение возможности использования нетрадиционных для стройиндустрии глинистых пород незавершенной стадии минералообразования для получения широкой номенклатуры отделочных материалов.

В исследованиях использовали глинистые породы месторождений Курской магнитной аномалии (КМА) и Архангельской алмазонасной провинции (ААП): суглинок КМА, супесь ААП-1, супесь ААП-2, число пластичности (I_p) которых составляет, соответственно, 11,3, 3,5 и 2,2.

По гранулометрическому составу суглинок КМА алеврито-пелитовая порода. Количество пелитовой фракции составляет 58,66 мас. %, алевритовой – 40,62 мас. %. В супеси ААП-1 преобладают псаммитовые частицы (77 мас. %), в супеси ААП-2 – алевритовые (53,7 мас. %). По химическому составу породы относятся к категории кислых. Содержание SiO_2 составляет 66,9–76,8 мас. %, в том числе свободного кварца – 32–36 мас. %.

Рентгенофазовым и термографическим анализом установлено, что глинистая составляющая суглинка КМА состоит преимущественно из гидрослюд и смешаннослойных минералов. Зафиксировано также присутствие монтмориллонита и каолинита. Глинистые минералы супеси ААП-1 представлены гидрослюдой, монтмориллонитом и смешаннослойными минералами, супеси ААП-2 – гидрослюдой, смешаннослойными минералами и каолинитом. Порода также содержит рентгеноаморфную фазу.

Декоративные качества отделочных материалов во многом определяются их цветом. Глинистые породы незавершенной стадии минералообразования обладают широкой гаммой цветов, который обусловлен преимущественно наличием оксидов и гидроокислов железа и алюминия. Суглинок КМА имеет светло-коричневый цвет. Супесь ААП-1 и супесь ААП-

2 обладают соответственно желтым и красным цветом.

Использование в качестве сырья глинистых пород позволяет получать объемно-окрашенные отделочные материалы. Для получения прессованных изделий использовали кварцевый песок и известково-песчано-глинистое вяжущее, полученное совместным помолом негашеной извести и глинистой породы. Содержание изучаемых пород в сырьевой смеси изменяли в пределах 15–40 мас. % при активности смеси 4 и 8 мас. %. Прессовое давление при формовании материалов составляло 20 МПа. Гидротермальную обработку в автоклаве проводили по режиму 1,5+6+1,5 ч при давлении насыщенного пара 1 МПа. Изучено влияние содержания глинистых пород на предел прочности при сжатии и среднюю плотность отделочных автоклавных материалов (табл. 1).

Таблица 1

Свойства автоклавных материалов на основе глинистых пород

Физико-механические характеристики	СаО _{акт} , мас. %	Содержание глинистой породы, мас. %			
		15	20	30	40
Суглинок КМА					
Предел прочности при сжатии, МПа	4	17,1	19,5	23,4	25,6
	8	26,3	31,5	32,1	30,2
Средняя плотность, кг/м ³	4	1920	1960	2000	1980
	8	1930	1980	1985	1950
Супесь ААП-1					
Предел прочности при сжатии, МПа	4	20,7	26,1	28,6	30,7
	8	27,4	31,9	38,0	44,3
Средняя плотность, кг/м ³	4	1910	1930	1920	1950
	8	1920	1940	1970	1970
Супесь ААП-2					
Предел прочности при сжатии, МПа	4	11,3	11,8	11,4	10,7
	8	31,6	31,3	30,2	23,8
Средняя плотность, кг/м ³	4	1810	1835	1850	1840
	8	1865	1875	1875	1840

Установлено, что глинистые породы оказывают положительное влияние на прочностные свойства отделочных материалов. Рациональное содержание суглинка КМА и супеси ААП-2 при активности сырьевой 8 мас. % составляет 30 мас. %. При этом достигается максимальный предел прочности при сжатии, соответственно, 32,1 и 30,2 МПа. Супесь ААП-1 обеспечивает более высокое повышение прочности, которое достигает 44,3 МПа при содержании породы 40 мас. %.

При уменьшении активности сырьевой смеси с 8 до 4 мас. % предел прочности при сжатии снижается (см. табл. 1). Однако для суглинка КМА и супеси ААП-1 это снижение незначительно, что указывает на возможность сокращения расхода извести при производстве отделочных материалов на основе этого сырья.

Средняя плотность отделочных материалов рациональных составов на основе суглинка КМА, супеси ААП-1 и супеси ААП-2 в зависимости от содержания извести находится, соответственно, в пределах 1985–2000, 1910–1970 и 1840–1875 кг/м³. Морозостойкость полученных материалов составляет не менее 50 циклов замораживания-оттаивания.

Физико-механические свойства автоклавных материалов определяются фазовым составом и микроструктурой цементирующего соединения. В отличие от традиционного известково-песчаного сырья, синтез новообразований в котором происходит в системе СаО–SiO₂–H₂O, цементирующее соединение в известково-песчано-глинистом вяжущем образуется на основе более сложной системы СаО–SiO₂–Al₂O₃–Fe₂O₃–H₂O.

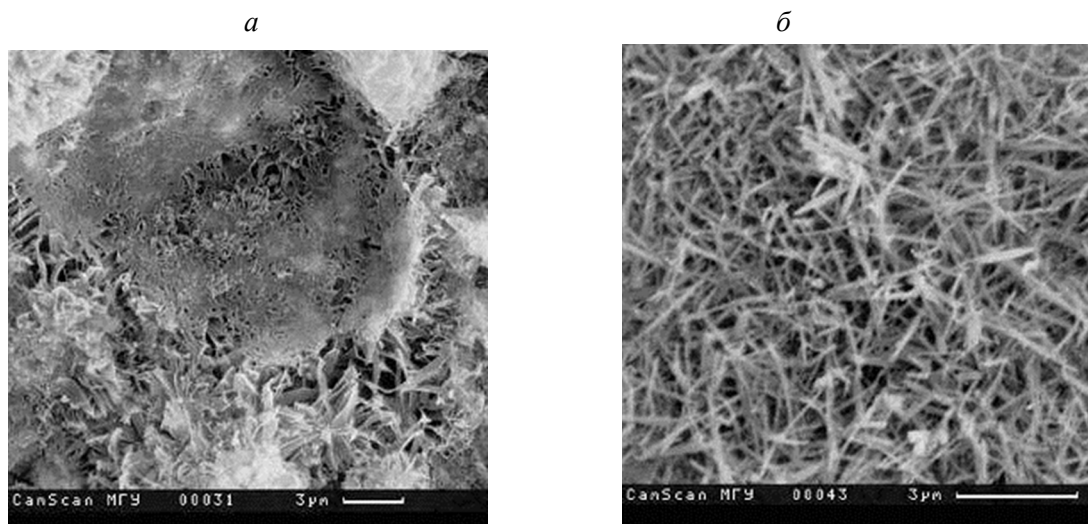


Рис. 3. Микроструктура автоклавных материалов на основе глинистых пород ААП, РЭМ: а – супесь ААП-1; б – супесь ААП-2; а – $\times 4000$; б – $\times 6850$

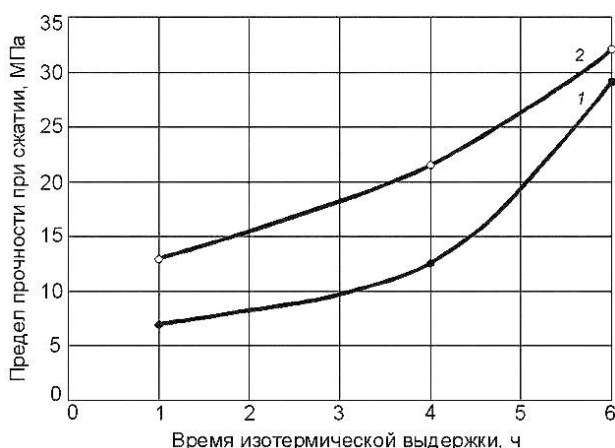


Рис. 5. Предел прочности при сжатии автоклавных материалов в зависимости от времени изотермической выдержки:

1 – известково-песчаные; 2 – содержание 30 мас. % супеси ААП-2

Исследования проведены на примере использования в качестве сырья супеси ААП-2. Для сравнения применяли традиционную известково-песчаную сырьевую смесь. Повышение предела прочности при сжатии материалов на основе супеси ААП-2 в сравнении с известково-песчаными материалами после 6 ч изотермической выдержки составляет всего 10,3 %. Однако, при сокращенных режимах автоклавной обработки эта разница существенно увеличивается. Так при 4 ч изотермической выдержки прочность материалов на основе супеси ААП-2 составляет 22,1 МПа против 12,5 МПа для известково-песчаных изделий, что выше на 56,6 %.

Породообразующие минералы глинистых пород незавершенной стадии минералообразования за счет высокой реакционной способности ускоряют синтез и формирование рациональной

микроструктуры цементирующего соединения. Следовательно, глинистое сырье эффективно использовать при сокращенных режимах гидро-термальной обработки.

Преимущество использования глинистых пород в качестве пигмента заключается в том, что при сокращении времени автоклавной обработки снижается отрицательное влияние этого процесса на цветовые характеристики отделочных материалов. Максимальная насыщенность цвета достигается при содержании глинистых пород 30–40 мас. %.

Для отделочных материалов большое значение имеет такой показатель, как долговечность. Установлено, что морозостойкость автоклавных материалов на основе глинистых пород незавершенной стадии минералообразования составляет 35–50 циклов. Кроме этого такие изделия обладают воздухостойкостью, водостойкостью, устойчивостью к карбонизации и солевой коррозии. Высокая плотность и, соответственно, низкая пористость позволит избежать загрязнения пылью отделочных материалов.

На основе изучаемых глинистых пород можно получать цветные отделочные автоклавные материалы нового поколения. Такие изделия можно использовать в качестве самостоятельного облицовочного и отделочного материала. Наиболее эффективно использовать предлагаемый материал в отделке интерьера. На его основе можно выполнить многоцветные панно и барельефы, которые имитируют керамическую облицовку, резьбу по камню или дереву, а также могут создавать своеобразный декоративно-художественный эффект.

Объемное окрашивание силикатного кирпича и камня с использованием глинистых по-

род позволит получать кирпич под дикий камень, который известен как колотый или рваный кирпич. На внешней поверхности такого кирпича находятся многочисленные сколы, которые определяют неповторимую фактуру для каждого в отдельности кирпича. Кроме этого, можно сделать ровный скол в любой проекции.

Большое разнообразие цветов глинистых пород позволяет получать широкую палитру цветов облицовочного кирпича. Кладка из такого колотого кирпича различных цветов и форм способна придать оригинальность любому зданию. Использование такого кирпича поможет разнообразить малые архитектурные формы и ландшафтные украшения. На основе изучаемых пород можно также получать декоративный кирпич, представляющий собой тонкую плитку в виде кирпича, которая имитирует разные виды кладки из камня

Таким образом, глинистые породы незавершенной стадии минералообразования пригодны в качестве сырья для получения широкой номенклатуры автоклавных отделочных материалов нового поколения. Глинистые породы позволяют получать изделия широкой гаммы цветов: коричневого, желтого, красного. За счет высокой реакционной способности глинистых пород ускоряется синтез и формирование цементирующих соединений рациональной микроструктуры, что повышает физико-механические свойства автоклавных отделочных материалов. Кроме этого возможно сокращение в 2 раза времени изотермической выдержки изделий в автоклаве, что снизит затраты энергии на производство. Использование разработанных отделочных материалов повысит эффективность строительства и улучшит комфортность проживания человека.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алфимова Н.И., Черкасов В.С. Перспективы использования отходов производства керамзита в строительном материаловедении // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2010. № 3. С. 21–24.
2. Алфимова Н.И., Вишневецкая Я.Ю., Трунов П.В. Композиционные вяжущие и изделия с использованием техногенного сырья. Saarbrücken. LAP LAMBERT, 2013. 127 с.
3. Алфимова Н.И., Шаповалов Н.Н. Материалы автоклавного твердения с использованием техногенного алюмосиликатного сырья // Фундаментальные исследования. 2013. № 6-3. С. 525–529.
4. Алфимова Н.И., Шаповалов Н.Н. Повышение водостойкости силикатных материалов за

счет введения техногенного алюмосиликатного сырья // «Современная наука: тенденции развития»: IV Междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 26 марта 2013 г.: Сборник научных трудов. Т.2. Краснодар, 2013. С. 72–73.

5. Строкова В.В., Алфимова Н.И., Черкасов В.С., Шаповалов Н.Н. Прессованные материалы автоклавного твердения с использованием отходов производства керамзита // Строительные материалы. 2012. № 3. С. 14–15.

6. Алфимова Н.И., Вишневецкая Я.Ю., Трунов П.В. Оптимизация условий твердения композиционных вяжущих. Saarbrücken. LAP LAMBERT, 2012. 97 с.

7. Алфимова Н.И. Прессованные материалы автоклавного твердения с использования техногенного сырья // [Электронный ресурс]: Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, Белгород, 24 мая 2011 г. БГТУ. Белгород, 2011.

8. Алфимова Н.И., Вишневецкая Я.Ю., Черкасов В.С., Калатоци В.В. Повышение эффективности композиционных вяжущих за счет использования отходов производства керамзита и оптимизации режимов твердения // В сборнике: Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов сборник докладов (XIX научные чтения). 2010. С. 36–38.

9. Патент на изобретение RUS 2465235 22.06.2011. Сырьевая смесь для изготовления силикатного кирпича. Алфимова Н.И., Черкасов В.С., Трунов П.В., Шаповалов Н.Н., Попов М.А.

10. Алфимова Н.И. Керамзитовая пыль как компонент композиционных вяжущих // В сборнике: Белгородская область: прошлое, настоящее, будущее Материалы областной научно-практической конференции в 3-х частях. 2011. С. 3–6.

11. Лесовик В.С. Повышение эффективности производства строительных материалов с учетом генезиса горных пород. М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. 526 с.

12. Лесовик В.С. Геоника (геомиметика). Примеры реализации в строительном материаловедении. Белгород, 2014.

13. Лесовик В.С., Володченко А.А. Влияние состава сырья на свойства безавтоклавных силикатных материалов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 1. С. 10–15.

14. Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Volodchenko A.N., Zagorodnjuk L.H. Improving the efficiency of wall materials for «green» building through the use of aluminosilicate raw materials // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 24. С. 45142–45149.

15. Volodchenko A.A., Lesovik V.S., Zagorodnjuk L.H., Volodchenko A.N. Influence of the inorganic modifier structure on structural composite properties // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 19. С. 40617–40622.

16. Володченко А.А., Загороднюк Л.Х., Прасолова Е.О., Чхин С. Нетрадиционное глинистое сырье как компонент неорганических дисперсных систем // Вестник МГСУ. 2014. № 9. С. 67–75.

17. Лесовик В.С., Володченко А.А. Безавтоклавные стеновые материалы на основе природного наноразмерного сырья // Научные труды SWorld. 2012. Т. 47. №. 4. С. 36–40.

18. Алфимов С.И., Жуков Р.В., Володченко А.Н., Юрчук Д.В. Техногенное сырье для силикатных материалов гидратационного твердения // Современные наукоемкие технологии. 2006. № 2. С. 59–60.

19. Volodchenko A.N., Olegovna E., Prasolova, Lesovik V.S., Kuprina A.A., Lukusova N.P. Sand-Clay Raw Materials for Silicate Materials

Production // Advances in Environmental Biology. 2014. Т.8. № 10. С. 949–955.

20. Володченко А.А., Загороднюк Л.Х. Структурообразование в безавтоклавных силикатных материалах на основе глинистого сырья // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 8-1 (27). С. 51–53.

21. Баженов Ю.М., Голиков Г.Г., Володченко А.Н., Строкова В.В. Пигменты КМА для получения окрашенных материалов автоклавного твердения // Освоение месторождений минеральных ресурсов и подземное строительство в сложных гидрогеологических условиях: материалы шестого Международного симпозиума. Белгород. 2001. Ч. 2. С. 545–554.

22. Володченко А.Н. Природный пигмент для окрашивания автоклавных силикатных изделий // Технические науки – от теории к практике. 2014. № 31. С. 96–102.

23. Володченко А.Н. Объемное окрашивание автоклавных силикатных материалов глинистыми породам // Научные труды SWorld. 2014. Т. 19. №. 1. С. 18–24.

Volodchenko A.N.

ALUMINOSILICATE RAW MATERIAL FOR PRODUCE AUTOCLAVE FINISHING MATERIALS

It was found that the clay rocks unfinished stage mineral suitable as a raw material for a wide range of autoclave finishing materials of new generation. Due to the high reactivity of the clay rocks accelerates the synthesis and the formation of cementitious compounds rational microstructure stages, which increases the physical and mechanical properties of autoclave finishing materials. 2 may be reduced in times of isothermal holding time in the autoclave products that reduce the cost of energy production. The use of decorative materials on the basis of clay rocks will increase construction efficiency, and improve the comfort of lived-tion rights.

Key words: *clay rocks, lime, autoclaved aerated concrete, neoplasms, microstructure, decoration materials.*

Володченко Анатолий Николаевич, кандидат технических наук, профессор, кафедры теоретической и прикладной химии.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

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

E-mail: volodchenko@intbel.ru