

Как видно из сравнительной таблицы 3, у готовой продукции, в составе которой присутствует 2 % угля и 3 % отходов химводоподготовки, изменения массы изделия не наблюдаются, но относительная плотность черепка и водопоглощение незначительно снизилось.

Смешивание угля с отходами химводоподготовки обеспечивает более равномерное распределение мелкодисперсной горючей части угля в шихте. Влажность кирпича-сырца после сушки с добавлением указанных компонентов ниже на 2 % (табл. 2), что дает возможность экономить энергоресурсы в процессе обжига изделий. В отличие от торфа уголь хорошо горит во влажном состоянии и при этом обеспечивается наибольшая теплоотдача в процессе выгорания. Как выгорающая добавка угля совместно с отходами химводоподготовки улучшают качество обжига. Отходы химводоподготовки позволяют интенсифицировать процесс обжига, а угля улучшить спекаемость керамической массы. Обоженные отходы химводоподготовки также являются хорошим пигментом, что обеспечивает равномерную окраску изделия.

Размеры и геометрическая форма изделия отвечают требованиям СТБ 1160-99. Кирпич КРО в среднем выдерживает марку по прочности М175.

Список использованных источников

1. Саркисов, Ю. С., Саркисов, Ю. С., Горленко, Н. П., Наумова, Л. Б., Кудяков, А. И., Копаница, Н. О. Физико-химические особенности процессов активации и модифицирования торфа в технологии строительных материалов // Вестник ТГПУ. – 2008. – Выпуск 4 (78). – С. 26–30.
2. Гречаников, А. В. Использование железосодержащих отходов ТЭЦ и станций обезжелезивания для изготовления керамического кирпича / А. В. Гречаников, А. С. Ковчур, И. А. Тимонов, С. Г. Ковчур // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия F: Строительство. Прикладные науки, 2017. – № 8. – С. 47–52.

УДК691.4

КЛИНКЕРНЫЕ КЕРАМИЧЕСКИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

**Ковчур А.С.¹, доц., Гречаников А.В.¹, доц., Потоцкий В.Н.¹, доц.,
Манак П.И.², директор**

¹Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

²ОАО «Обольский керамический завод», г. Оболь, Республика Беларусь

Ключевые слова: керамическая плитка, техногенные продукты.

Реферат. В статье приведены результаты исследований по возможности использования техногенного сырья при производстве клинкерных керамических строительных материалов. В результате проведенных исследований установлена возможность использования различных техногенных продуктов (шлам химводообработки ТЭЦ, стеклобой, бурый уголь) в производстве клинкерных строительных и отделочных материалов, что является важным резервом ресурсосбережения в строительстве.

К основным сырьевым материалам для производства керамических изделий относятся глины и каолины. Наряду с этим широко используются смеси с различными добавками, например, плавнями, отошающими, порообразующими, пластифицирующими. В литературе и патентообладающей информации подробно рассмотрено влияние различных добавок на физико-механические свойства керамического изделия. Так, например, отошающие добавки вводятся в состав керамической массы для понижения пластичности и уменьшения воздушной и огневой усадки глин. К таким добавкам относятся шамот, дегидратированная

глина, песок, гранулированный доменный шлак, отходы теплоэлектростанций и станций обезжелезивания (осадки химводоподготовки).

Основным материалом для производства клинкера считается сланцевая глина. Состав сланцевой глины оптимален для изготовления высокопрочной продукции: в ней нет примесей минералов, мела или солей щелочных металлов. Сланцевая глина обладает однородным составом, эластична и тугоплавка. Кроме сланцевой применяют илестую глину, добываемую в прибрежных месторождениях крупных рек. В процессе производства глиняная масса проходит дополнительную механическую очистку от щебня и включений, после чего формуется под нужные размеры и обжигается при температуре 1200–1600 °С, в зависимости от сорта кирпича и технологии. Такие высокие температуры выдерживают только изделия из тугоплавких глин [1]. Хорошая клинкерная глина должна обладать следующими свойствами:

- спекаться при температуре 1160–1250 °С;
- в период спекания не размягчаться в массе настолько, чтобы могла произойти деформация;
- должна содержать весьма ограниченные количества СаО и MgO (1,25–2,0 %), вызывающих при больших содержаниях их резкое и внезапное размягчение;
- должна содержать не менее 6–9 % Fe₂O₃ и не менее 3,3–7,8 % щелочей, способствующих спеканию. Нередко для повышения содержания Fe₂O₃ к основной клинкерной глине специально добавляют другой, более железистый сорт её. Содержание Al₂O₃ удерживающего материал от чрезмерного размягчения при постепенном повышении температуры, колеблется от 17,5 до 23 %; меньшее содержание Al₂O₃ в аллювиальных глинах компенсируется повышенным содержанием SiO₂.

Анализ литературных источников показал, что для модификации керамической массы для изготовления клинкерного кирпича можно использовать аргиллит, измельченный до размера менее 1,0 мм при содержании фракции 0–0,5 мм не менее 80 %, и дополнительно апатитовый концентрат при следующем соотношении компонентов, масс. % [2]:

- аргиллит 76,5–83,5;
- апатитовый концентрат 0,5–5,5;
- вода 16,0–18,0.

В работе [3] показано, что в качестве добавки в составе керамических масс применяют хвосты извлечения кобальтового концентрата в количестве 20–40 % объемной насыпной массой 920 кг/м³, плотностью 2720 кг/м³, огнеупорностью 1200 °С. Минералогический состав хвостов включает в себя: ортоклаз, кварц, глинистые минералы, железистые соединения и карбонаты. Химический состав хвостов, включает в себя, мас. %: SiO₂ – 32,72; Al₂O₃ – 9,33; Fe₂O₃ – 10,00; СаО – 15,47; MgO – 12,01; R₂O – 2,30; п.п.п. – 17,80.

В работе [4] представлена керамическая масса, состоящая из легкоплавкой глины, тугоплавкой глины, базальта, шамота. В этом случае в состав массы дополнительно вводят 8–15 мас. % измельченного базальта фракции 0,063 мм в качестве флюсующей добавки. Формование керамических изделий производится традиционными способами: шликерным, ленточно-жгутовым, отминкой, выбиванием, лепкой. Изделия из таких масс формируются под давлением 15–40 МПа. Составы керамических масс представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Составы керамических масс

Компоненты	Состав массы, %		
	I	II	III
Глина тугоплавкая	60	40	30
Глина легкоплавкая	30	40	50
Шамот	–	5–10	15
Базальт	10	10–15	5

Сырьевую смесь для изготовления керамического кирпича со спеченным черепком (клинкерного) можно модифицировать в качестве отошающей добавки гранитные отсеvy фракции 0,1–3,0 мм и дополнительно в качестве плавня гранитные отсеvy фракции менее 0,1 мм при следующем соотношении компонентов, мас. %: глина тугоплавкая 50–70; гра-

нитные отсевы фракции 0,1–3,0 мм – 20–30; гранитные отсевы фракции менее 0,1 мм – 10–20 % [5].

Кроме того, в состав керамической массы можно добавлять отходы стекла в виде стеклобоя. В этом случае керамическая масса включает следующие компоненты, мас. %: глина тугоплавкая монтмориллонитовая – 5–20; глина легкоплавкая – 10–25; суглинки – 30–60; низкожженный шамот – 5–20; стеклобой тарный – 5–20. Приготовление формовочной массы осуществляется пластическим или шликерным способами, после чего высушивается и обжигается при температуре 1000–1150 °С. В результате химического взаимодействия составляющих компонентов массы (глина тугоплавкая, глина легкоплавкая, суглинки, низкожженный шамот, стеклобой) в процессе термической обработки при температуре 1150 °С происходит образование таких кристаллических фаз, как муллит, анортит и α -кварц, что положительно сказывается на прочностных характеристиках и морозостойкости клинкерного кирпича [6].

Также в состав керамической массы в качестве минеральной добавки можно использовать трепел, в химический состав которого входят: SiO_2 – 70,05–71,85 %; Al_2O_3 – 8,68–9,73 %; Fe_2O_3 – 3,62–3,91 %; CaO – 3,79–4,21 %; MgO – 1,28–1,29 %; Na_2O – 0,15–0,16 %; K_2O – 2,01–2,06 %. Минералогический состав трепела включает в себя, мас. %: цеолит – 30–32; опал-кристобалит – 29–31; гидрослюда – 18–19; монтмориллонит – 10–12; кальцит – 1–2; кварц – 7–8; кальцит – 1–2. Модификация различных глин трепелами с высоким содержанием опал-кристобалита (29–31%), расширяет интервал спекания легкоплавкой полиминеральной глины, снижает водопоглощение изделий при обжиге 1050–1150 °С [7].

Техногенные продукты, образующиеся при химической водоподготовке на ТЭЦ, представляют собой влажную массу темно-коричневого цвета. В результате проведенного оксидного анализа установлен следующий состав техногенных продуктов ХВО (усредненное содержание): $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$ – 71,1 %, SiO_2 – 10,2 %, FeO – 8,6 %, Al_2O_3 – 4,9 %, K_2O – 1,2 %, ZnO – 0,5 %, TiO_2 – 0,4 %, Na_2O – 0,3 %, суммарное содержание остальных примесей не превышает 0,5 %, кислород и другие легкие – остальное. На ОАО «Обольский керамический завод» в лабораторных условиях клинкер получен из трех составов глиняного сырья: глина месторождения «Рудня-2» – 25–35 %; глина месторождения «Латненское» Воронежской обл. – 35–45 %; глина месторождения «Заполье» — остальное. Техногенные продукты ХВО ТЭЦ использовались в качестве отошающих добавок. Для уменьшения вредного влияния на клинкер наличие в отходах оксидов $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$ и FeO техногенные продукты ХВО ТЭЦ предварительно измельчались в шаровой мельнице.

Таким образом, в работе проведен анализ патентной и научно-технической информации по использованию различных добавок при изготовлении керамических клинкерных материалов. Техногенные продукты энергетического комплекса (отходы химической водоподготовки ТЭЦ) по химическому, фазовому, оксидному и гранулометрическому составу могут применяться в качестве добавок или замены части исходного сырья при изготовлении клинкерных керамических материалов. Это приведет к расширению ассортимента выпускаемых керамических изделий, к улучшению экологической ситуации и снижению энергозатрат на предприятии.

Список использованных источников

1. <http://mini-proizvodstvo.ru/klinkernyj-kirpich/proizvodstvo-klinkernogo-kirpicha.html>
2. Патент RU 2549641. Керамическая масса для изготовления клинкерного кирпича. <https://findpatent.ru/patent/254/2549641.html>
3. Патент: RU2558571C1. Керамическая масса. <https://patents.google.com/patent/RU2558571C1/ru>
4. Патент BY11128C1. Сырьевая смесь для изготовления керамического кирпича со спеченным черепком (клинкерного). <http://bypatents.com/3-11128-syrevaya-smes-dlya-izgotovleniya-keramicheskogo-kirpicha-so-spechennym-cherpkom-klinkernogo.html>
5. Патент EA 025959B1. Керамическая масса для изготовления клинкерного кирпича. [http://www.eapatis.com/ms3.exe?q=;EATXT|4|QV|NONEED\\$EA000025959B*%5cID](http://www.eapatis.com/ms3.exe?q=;EATXT|4|QV|NONEED$EA000025959B*%5cID)
6. Патент RU2515107. Сырьевая смесь для изготовления керамических изделий. <http://www.freepatent.ru/patents/2515107>

7. Ковчур, А. С. Исследование фазовых составов техногенных продуктов водоподготовки ТЭЦ / А. С. Ковчур, В. К. Шелег, А. В. Гречаников, С. Г. Ковчур, П. И. Манак // Инновационные технологии в текстильной и легкой промышленности : Сборник научных статей международной научно-технической конференции, 21–22 ноября 2018 г., ВГТУ. – Витебск, 2018. – С. 242–244.

УДК 544.77:621.9.048.6

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

*Козодой Т.С., асп., Ясинская Н.Н., доц., Скобова Н.В., доц.
Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Ключевые слова: поверхностное натяжение, вязкость, дисперсная система, ультразвук.

Реферат. Объектом исследования являются свойства аппретирующих жидкостей, влияющих на скорость пропитывания текстильных материалов. Проведены исследования по определению вязкости и поверхностного натяжения аппретирующих жидкостей, подготовленных в среде ультразвуковых колебаний. Проведен сравнительный анализ между свойствами подготовленных и неподготовленных растворов. В результате экспериментальных исследований полученные данные показывают, что ультразвуковые колебания влияют только на показатель поверхностного натяжения жидкости.

Высокая эффективность ультразвуковых воздействий (УЗ) на различные технологические процессы подтверждена многочисленными исследованиями и опытом более чем тридцатилетнего применения в ряде предприятий различных отраслей промышленности.

Наиболее успешно УЗ-колебания используются в жидкостных обработках текстильных материалов, так как возникает специфический процесс – УЗ-кавитация, обеспечивающий максимальные энергетические воздействия на вещества [1].

Благодаря ультразвуковому капиллярному эффекту значительно увеличивается глубина и скорость проникновения жидкости в волокно под действием ультразвука. Ультразвуковые колебания оказывают влияние на процессы впитывания жидкостей и диффузные процессы, определяющие набухание пропитываемого тела. Если режим «озвучивания» обеспечивает проявление ультразвукового капиллярного эффекта, то существенно увеличивается скорость движение фронта жидкости в пропитываемом теле [2].

Скорость продвижения жидкости в глубь волокнистого материала может быть охарактеризована временем, необходимым для поглощения материалом определенного количества жидкости и зависит от свойств жидкости и от свойств пропитываемого материала. Капиллярное поднятие жидкости у дисперсной системы с малым поверхностным натяжением меньше, чем у дисперсии с большим поверхностным натяжением.

Скорость пропитки материала зависит от свойств полимерной композиции: поверхностного натяжения и вязкости.

Для определения поверхностного натяжения и вязкости готовились растворы Tubingal SMF и Аппретана N 9616. Tubingal SMF был подготовлен в двух концентрациях 10 и 40 г/л, Аппретана N 9616 – в концентрации 50 г/л. Растворы обрабатывались в среде ультразвука частотой 35 кГц мощностью 99 Вт в течение 5 и 15 минут для мягчителя и в течение 5, 15 и 60 минут для аппрета.

Поверхностное натяжение жидкости, как и другие ее свойства, связанные с тепловым движением молекул, зависит от температуры: с ее повышением увеличивается интенсивность теплового движения молекул, вследствие чего межмолекулярные силы ослабляются, и поверхностное натяжение падает приближенно по прямолинейному закону.

Так, для определения поверхностного натяжения используем сталагмометрический метод, который основан на определении веса капли, отрывающейся под действием силы тяжести от плоской поверхности торцевого среза капилляра. В момент отрыва капли от конца