

покрытий. Исследования показали реальную возможность использования осадков МТЗ для получения цветных глазурных покрытий. Это позволяет исключить из состава дорогостоящие жаростойкие пигменты, что обеспечит снижение себестоимости продукции на 30–35%. Преимуществом синтезированных составов является также отсутствие в сырьевых композициях компонентов первого и второго классов опасности.

Литература

1. Богдан, Е. О. О возможности использования гальванических отходов в производстве архитектурно-строительной керамики // Е. О. Богдан, И. А. Левицкий // Строительная наука и техника. – 2009. – № 3. – С. 17–21.

2. Фриттованная составляющая глушеной глазури: пат. 15539 Респ. Беларусь, МПК С 03 С 8/12 (2006.01) / И. А. Левицкий, С. Е. Баранцева, А. И. Позняк, Н. В. Шульгович; БГТУ. – № а 20101442; заявл. 07.10.2010; опубл. 28.02.12 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 1. – С. 95.

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGY FOR POLUFRITTOVANNYH GLAZES

Results of researches and development of partially fritt glazes for decorating floor tiles on the basis of industrial waste with high level of consist of iron oxides. The received samples were characterized by uniform painting from red-brown to dark brown tones depending on amount of the entered waste. Dependence of the basic physical and chemical properties of the received material from blend composition of masses is established. The interrelation of the phase structure of the received samples with their color characteristics is investigated.

УДК 553.492.044 (476)

Е. М. ДЯТЛОВА, Р. Ю. ПОПОВ, О. А. СЕРГИЕВИЧ, Е. А. ЛЯЩЕНКО

ПУТИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОГАЩЕННЫХ КАОЛИНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Белорусский государственный технологический университет,
Беларусь, rospopov@mail.ru*

Приведены результаты исследования природных и обогащенных каолинов Республики Беларусь для получения керамических материалов строительного (кирпича, плиток для облицовки стен) и технического назначения (термостойких и огнеупорных материалов). Показана возможность применения отечественного сырья для производства керамики с необходимым комплексом физико-химических свойств.

Каолин является одним из востребованных сырьевых материалов керамической промышленности. В настоящее время данная горная порода поступает на предприятия Республики Беларусь из-за рубежа (Украины). Значительное количество ее потребляется фарфоровым производством (ОАО «Керамин», ЗАО

«Добрушский фарфоровый завод»), кроме того, каолин используют при производстве строительной керамики, например, плиток для облицовки стен и полов.

Еще недавно считалось, что в Республике Беларусь нет этого ценного сырьевого материала, однако, как показали геологические исследования территории страны в Лунинецком районе Брестской (месторождение «Ситница») области и в Житковичском районе Гомельской области (месторождение «Дедовка») располагаются значительные залежи каолинов.

Каолины месторождения «Ситница» входят в состав вскрышных пород одноименного месторождения строительного камня и приурочены к коре выветривания пород кристаллического фундамента Микашевичско-Житковичского выступа.

Полезное ископаемое месторождения «Ситница» относится к маложелезистой разновидности каолинов и состоит из песчано-глинистых частиц с примесью дресвы.

Месторождение «Дедовка» представлено двумя пластами каолинов. Нижний из них является первичным продуктом выветривания амфибол-биотитовых гранитов Житковичского комплекса (PR_{1g}) и локализован непосредственно в кровле кристаллического фундамента. Первичные каолины обычно светлоокрашенные, залегают в кровле коры выветривания и перекрываются осадочными отложениями. Залежь вторичных, переотложенных каолинов приурочена к отложениям киевской свиты эоцена, представленной глауконито-кварцевыми песками и алевритами с прослоями глин и галечников. Перекрывающими породами служат глауконито-кварцевые алевриты или пески, а также песчано-глинистые отложения неогена. В составе обломочной части первичных каолинов содержатся ильменит, лейкоксен, рутил, лимонит, пирит, циркон, турмалин, эпидот, гранат, сфен, анатаз, сидерит, фосфаты.

Сотрудниками кафедры технологии стекла и керамики проведены детальные исследования минералогического, химического и гранулометрического состава природного сырья, технологические характеристики отечественных каолинов, предложены методики обогащения различными методами в зависимости от способа их применения, изучена возможность их использования как в природном виде, так и обогащенных [1–3].

Следует отметить, что белорусские каолины характеризуются значительным содержанием кварцевого песка, железистых примесей, а также остатков материнской породы (полевых шпатов), что сказывается на их химическом составе, а также технологических свойствах (табл. 1).

Наличие присутствующих примесей ограничивает широкое применение отечественных каолинов в технологии керамических материалов, что приводит к необходимости проведения обогащения каолинового сырья. Такое разнообразие примесных компонентов требует применения комплексных методов обогащения с учетом специфики выпускаемых керамических материалов.

Таблица 1. Химический состав природного сырья

Месторождение каолинов	Содержание оксидов, %										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	ппп
«Ситница»	72,31	16,03	2,12	0,49	0,06	0,43	0,83	0,44	0,33	2,82	4,39
«Дедовка»	70,30	19,00	0,46	0,26	0,06	0,09	–	0,02	0,10	6,02	3,99

Исследование возможности применения каолинового сырья проводилось параллельно в нескольких направлениях – для керамики строительного (плитка для облицовки стен и полов, керамогранит, кирпич с улучшенными эксплуатационными характеристиками) и технического назначения (огнеупоры, термостойкая керамика, тугоплавкий кирпич). Предварительными исследованиями установлено, что для производства керамики строительного назначения возможно использование природного сырья (без обогащения), а также каолина мокрого обогащения. В случае организации выпуска керамики технического назначения обязательным условием применения отечественного сырья является его обогащение мокрым способом, а затем химическим.

На основании проведенных исследований свойств природных и обогащенных каолинов были разработаны составы керамических масс для получения строительной, огнеупорной и технической керамики [4, 5].

На основе огнеупорного и легкоплавкого сырья (глин и необогащенных каолинов указанных месторождений) Республики Беларусь были синтезированы керамические тугоплавкие материалы с высокими эксплуатационными характеристиками, которые можно применять для футеровки печных вагонок, а также для строительства бытовых печей и каминов. Образцы керамики, синтезированные в интервале температур 1050–1100 °С, характеризовались следующими показателями свойств: кажущаяся плотность – 1710–2050 кг/м³, водопоглощение – 9,5–21,0%, прочность при изгибе – 6,5–10,5 МПа, прочность при сжатии – 20,5–31,6 МПа, температурный коэффициент линейного расширения (ТКЛР) – (4,18–5,86)·10⁻⁶К⁻¹.

Сравнительные физико-механические и химико-технологические показатели экспериментальных образцов шамотно-глинистых огнеупоров на основе каолина месторождения «Ситница», представлены в табл. 2.

Таблица 2. Свойства керамических материалов (экспериментальных и производственных)

Показатель	На основе природного каолина	На основе обогащенного каолина	Зарубежный аналог
Массовая доля определяющего химического компонента (Al ₂ O ₃ /SiO ₂), мас.%	33,43/60,34	37,27/56,47	39,6/56,0
Огнеупорность, °С	>1580	>1580	>1580
Пористость открытая, мас.%	16,13	14,40	20,6
Предел прочности при сжатии, МПа	36,5	66,5	22,8
Температура начала размягчения, °С	1360	>1400	1380
Область применения	Для различных тепловых агрегатов (общего назначения)		

Применение небогатенного каолинового сырья позволяет получить низкоглиноземистые шамотные (полуокислые) алюмосиликатные огнеупорные материалы группы LF 10, в случае использования обогащенных каолинов – шамотных уплотненных алюмосиликатных огнеупорных материалов группы FC 35 согласно ГОСТ 28874–2004.

Результаты исследования фазового состава керамических огнеупорных материалов, обожженных при температуре 1250 °С на основе обогащенного и природного каолина Республики Беларусь, свидетельствуют о том, что в продуктах синтеза присутствует муллит, кварц, следы гематита. При этом в образцах, содержащих обогащенный каолин, дифракционные максимумы муллита более четко выражены и характеризуются большей интенсивностью, в то время как интенсивность присутствующего кварца заметно снижается по сравнению с керамикой, полученной с использованием природного каолина.

Для получения керамических плиток, применяемых для настила полов, предложены составы керамических масс с использованием природных и обогащенных (мокрым способом) каолинов, позволяющие получать материалы после обжига при 1160 °С со следующими показателями свойств: водопоглощение – 3,3–8,2%, прочность при изгибе – 25–35 МПа, ТКЛР – $(4,30–7,28) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, общая усадка – 3,8–5,4%.

Применение каолинов в составе масс плиток для облицовки стен позволяет получать керамику при температуре 1100 °С, имеющую характеристики: водопоглощение – 15,1–20,1%, кажущая плотность – 1680–1730 кг/м³, прочность при изгибе – 14,5–17,6 МПа.

Использование каолинов природного происхождения для получения технической керамики практически невозможно, что объясняется наличием примесной составляющей сырья, прежде всего соединениями железа. Кроме того, наличие избыточного количества свободного кремнезема ухудшает технологические свойства каолинов. В этом случае следует прибегать к обогащению мокрым способом – для удаления SiO₂, затем к химическому с целью устранения железистой составляющей сырья.

После проведения комплексного обогащения качество каолина достаточно высокое (Fe₂O₃ – 0,41–0,69; SiO₂ – 55,60–58,89; Al₂O₃ – 28,89–31,05), однако меньшие значения содержания соединений железа не достигаются, что, по нашему мнению, связано с возможностью встраивания ионов железа в кристаллическую решетку каолинита.

Техническая термостойкая кордиеритсодержащая керамика, полученная с использованием каолинов, обогащенных комплексным методом, имела достаточно неплохие показатели свойств. Образцы керамики, обожженные после температуры 1300 °С, характеризовались: кажущейся плотностью – 1810–2010 кг/м³, водопоглощением – 15,9–26,5%, прочностью при изгибе – 16,9–21,6 МПа, ТКЛР – $(3,12–4,36) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$.

Исследования фазового состава опытных образцов показали, что фазовый состав материала представлен преимущественно кордиеритом, в качестве побочных фаз фиксировались кварц, муллит, корунд, энстатит и шпинель.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод о возможности и перспективности применения отечественных каолинов для производства керамики строительного и технического назначения.

Литература

1. Сергиевич, О. А. Особенности гранулометрического и минералогического составов каолинов месторождений Республики Беларусь / О. А. Сергиевич // Строительные материалы. – 2012. – № 8. – С. 17–19.
2. Особенности химико-минералогического состава и свойства каолинов белорусских месторождений / О. А. Сергиевич [и др.] // Стекло и керамика. – 2012. – № 3. – С. 25–31.
3. О возможности повышения кондиционности каолинового сырья Республики Беларусь различными методами обогащения / Г. Н. Малиновский [и др.] // Строительная наука и техника. – 2011. – № 4. – С. 7–13.
4. Сергиевич, О. А. Получение керамического кирпича на основе каолинов белорусского месторождения «Ситница» / О. А. Сергиевич // Технология – 2012: материалы Международ. науч.-техн. конф., Северодонецк, 6–7 апр. 2012 г. / М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Технол. ин-т СЧУ им. В. Даля (г. Северодонецк) [и др.]. – Северодонецк: Технолог. ин-т СЧУ им. В. Даля, 2012. – Ч. 1. – С. 151–152.
5. Попов, Р. Ю. Получение материалов технического назначения с использованием каолинов месторождений Республики Беларусь / Р. Ю. Попов, К. Б. Подболотов, И. Л. Пытько // Технология – 2012: материалы Международ. науч.-техн. конф., Северодонецк, 6–7 апр. 2012 г. / М-во образования и науки, молодежи и спорта Украины, Технол. ин-т СЧУ им. В. Даля (г. Северодонецк) [и др.]. – Северодонецк: Технолог. ин-т СЧУ им. В. Даля, 2012. – Ч. 1. – С. 147–149.

WAYS AND POSSIBILITIES OF USE OF ENRICHED KAOLIN OF THE REPUBLIC OF BELARUS

Results of research of natural and processed kaolin of the Republic of Belarus to obtain ceramic construction materials (bricks, tiles for walls) and technical purpose (heat-resistant and refractory materials). The possibility of using domestic raw materials for the production of ceramics with the necessary complex of physical and chemical properties.

УДК 666.321

В. А. БИРЮК¹, И. В. ПИЦ², Ю. А. КЛИМОШ², Р. Ю. ПОПОВ²

ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ТЕХНОЛОГИИ СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ

¹Командно-инженерный институт МЧС,
Беларусь, vik_biruk@tut.by,

²Белорусский государственный технологический университет,
Беларусь, keramika@bstu.unibel.by

Приведены результаты исследований по разработке составов масс для стеновых керамических материалов с использованием отходов целлюлозно-бумажного производства. Установлено положительное влияние волокносодержащего осадка сточных вод