

УДК 666.364

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КВАРЦ-ПОЛЕВОШПАТОВЫХ ПЕСКОВ НА
СПЕКАНИЕ ГЛИН ЦЕНТРАЛЬНОГО ДОНСКОГО
МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Ковальчук В. З., ООО «Евротон», г. Луцк,
Рыщенко М. И., Федоренко Е. Ю., Щукина Л. П., Михеенко Л. А.,
Суховецкая В. М., Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»

В статье приведены результаты теоретической и практической оценки флюсующего действия кварц-полевошпатовых песков при спекании глин Центрального Донского месторождения и сделаны выводы о возможности их применения в составе керамических масс при производстве клинкерных изделий строительной керамики в качестве активного отощителя.

В связи с необходимостью повышения эффективности использования минерального сырья и топлива приоритетное развитие в производстве строительных материалов получили ресурсо- и энергосберегающие технологии. Необходимым условием успешной и стабильной работы предприятий по выпуску стеновых строительных материалов является комплексное использование сырьевых ресурсов [1]. Весьма актуальным в этой связи является изучение возможности применения вскрышных пород месторождений глинистого сырья [2, 3].

Крупнейший в Восточной Украине завод по производству лицевого и клинкерного изделий стеновой керамики, построенный в г. Краматорске корпорацией «Евротон», планирует разработку ряда месторождений, расположенных в Краматорском районе Донецкой области. Вскрышные породы данных месторождений представлены преимущественно песками, мощность пластов которых местами достигает 10–20 м.

В настоящей работе рассматривается вопрос о целесообразности использования песков Краматорского, Райского и Дружковского участков в качестве компонента керамических масс на основе глины Центрального Донского месторождения.

Как известно, пески залегают мощными напластованиями в отложениях всех геологических систем. Зерна, слагающие пески, в большинстве случаев принадлежат кварцу с более или менее незначительной примесью многочисленных минералов. При повышенном содержании полевого шпата песок называют

полевошпатовым или псаммитом. В технологии керамических строительных материалов перспективным видом флюсующего сырья являются кварц-полевошпатовые пески, отличительной особенностью которых является повышенное содержание Al_2O_3 (более 5%) и высокое суммарное содержание щелочных оксидов (более 2,0%).

Предметом настоящих исследований является комплексный анализ химического и гранулометрического составов песков Краматорского, Райского и Дружковского участков, а также теоретическая и практическая оценка их флюсующего действия по отношению к глинам Центрального Донского месторождения. В таблице 1 приведен химический состав проб. Как следует из результатов химанализа, пробы песков отличаются повышенным содержанием оксида алюминия и щелочных оксидов. Это, а также достаточно высокое содержание оксидов железа позволяет предположить, что данные пески являются продуктами разрушения горных пород (предположительно кварц-полевошпатового и амфиболового состава). Суммарное содержание оксидов-плавней 1 и 2 рода ($R_2O + RO$) в составе песков Краматорского и Дружковского участков выше, чем в составе Райского песка, что позволяет предположить их сравнительно высокую флюсующую способность.

Таблица 1. Химический состав песков

Шифр образца	Массовая доля компонентов, %							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	п.п.п
Песок Краматорский	82,6	8,05	1,31	0,68	1,24	0,18	2,00	3,8
Песок Райский	85,7	7,15	1,82	0,54	0,89	0,1	0,29	3,47
Песок Дружковский	69,9	15,5	1,58	0,89	2,03	0,18	1,9	8,1

Следует отметить, что песок Дружковский содержит значительное количество карбонатов, о чем свидетельствует повышенное содержание оксидов кальция и магния, высокие значения потерь при прокаливании, а также положительная реакция на раствор соляной кислоты.

Гранулометрический состав песков весьма неоднороден. По результатам определения зернового состава в соответствии с модулями крупности исследуемых проб пески Краматорского и Дружковского участков являются мелкозернистыми ($M_{кр}$ равен 1,89 и 1,66 соответственно), а песок Райского участка — крупнозернистым ($M_{кр}$ равен 3,02). Преобладающей фракцией Краматорского песка является фракция менее 0,63 мм. Песок также

содержит значительное количество мелкодисперсной фракции (менее 0,15 мм) что, возможно, объясняется наличием алевритовой составляющей, которая объясняет повышенное содержание Al_2O_3 в химическом составе пробы. При использовании данного песка в качестве компонента керамических масс в производстве кирпича, наличие мелкодисперсной фракции может усложнить процессы удаления капиллярной влаги при сушке полуфабрикатов.

В Дружковском песке преобладающей является фракция 0,15–0,335 мм, причем наблюдается сравнительно высокое количество тонкодисперсных частиц (размером менее 0,15 мм), которые, вероятно, представлены глинистыми примесями. Этот факт находит подтверждение в химическом составе пробы (содержание $Al_2O_3 = 15,5\%$). Песок Дружковский не содержит крупнозернистых включений (более 5 мм), чем выгодно отличается от других исследуемых песков.

Наиболее неоднородным является песок Райского участка, для которого отмечен максимальный модуль крупности. Преобладающей является фракция 0,63–1,25 мм. В составе пробы присутствуют крупные включения обломочных горных пород размером более 2,5 мм, наличие которых может приводить к возникновению дефектов при формовании полуфабрикатов.

Для прогнозирования флюсующей способности песков проводили физико-химические расчеты в системах порообразующих оксидов согласно методике, описанной в работах [4, 5]. Данная методика предполагает построение диаграмм плавления моделей пород на основе комплекса трехкомпонентных диаграмм состояния оксидов, входящих в состав исследуемой породы, определение количества и состава твердой фазы, а также количества расплава при заданных условиях их термообработки. Поскольку влияние расплава на процессы жидкофазового спекания определяется не только его количеством, но и свойствами, впоследствии с учетом полученных данных о составе моделей породы рассчитываются химический состав, вязкость и поверхностное натяжение расплава, образующегося при термообработке породы в заданных условиях. Расчеты свойств расплава проводили по методу И. А. Маховской [6].

В качестве примера на рис. 1 приведены диаграммы плавления моделей исследуемых песков, построенные на основе системы оксидов $K_2O-Al_2O_3-SiO_2$. Данные о количестве и свойствах расплавов, образующихся при нагревании моделей песков Краматорского, Райского

и Дружковского участков в интервале температур 1000–1100°C, приведены в таблице 2.

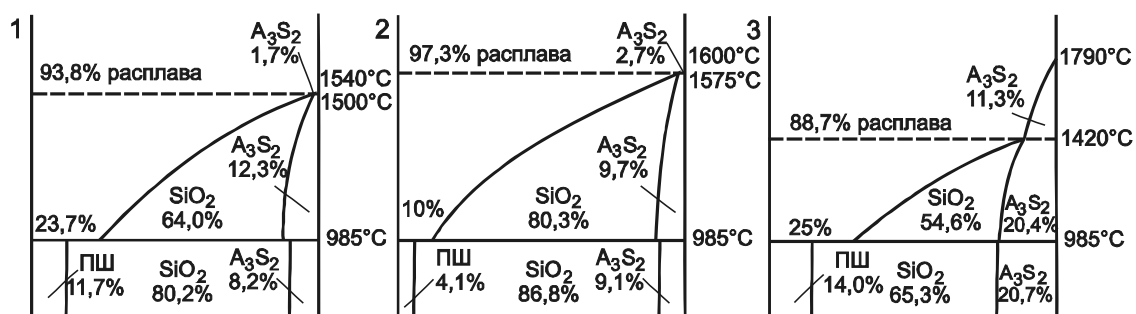


Рис. 1. Диаграммы плавления песков Краматорского (1), Райского (2) и Дружковского участков (3)

Учитывая тот факт, что расчетная температура полного плавления всех моделей опытных песков является высокой (выше 1500°C), анализ количества и свойств расплавов, проводился при температуре обжига лицевых и клинкерных изделий стеновой керамики (1000 и 1100°C соответственно). При указанных температурах максимальное количество расплава образует модель песка Краматорского. Оптимальными с точки зрения условий спекания свойствами характеризуется расплав, образующийся при термообработке модели Дружковского песка.

Таблица 2. Расчетная характеристика флюсующего действия моделей исследуемых песков

Свойства расплавов	Модели исследуемых песков		
	Песок Краматорский (КП)	Песок Райский (РП)	Песок Дружковский (ДП)
Температура полного плавления, °C	1540	1600	1613
Вязкость расплава (lg η) Па·с при температуре ликвидуса	3,47	3,34	2,78
Поверхностное натяжение, расплава при температуре ликвидуса, Н/м	293,1	295,3	318,6
Свойства расплава при 1000°C	24,0	11,0	25,5
	4,62	5,34	3,97
	0,281	0,289	0,335
Свойства расплава при 1100°C	34,0	17,5	33,0
	4,48	4,9	4,06
	0,277	0,288	0,314

Вязкость расплавов моделей Краматорского и Райского песков при температуре 1100°C является более высокой, а поверхностное

натяжение несколько ниже установленного ранее необходимого уровня (0,3 Н/м) [7]. Однако, учитывая общее невысокое количество расплава, которое они образуют (17,5 и 34%) вряд ли можно ожидать проявлений высокотемпературной деформации изделий при обжиге в исследуемом температурном интервале. Более высокая вязкость расплава, образующегося при термообработке модели Дружковского песка при температуре 1100°С, объясняется, по всей видимости, растворением в расплаве значительного количества кристаллического кварца.

В дальнейшем проводили экспериментальное изучение влияния добавки исследуемых песков на степень спекания керамических масс на основе глин Центрального Донского месторождения. Анализ динамики изменения водопоглощения образцов, как одного из свойств, отражающих степень спекания черепка, при добавлении в керамические массы 10% песков разных участков позволяет сделать вывод о том, что использование исследуемых песков в составе керамических масс на основе глин Центрального Донского месторождения несколько улучшает спекание материалов при обжиге в интервале температур 1000–1100°С, о чем свидетельствует снижение показателей водопоглощения на 1,5–3% в зависимости от состава глины.

Полученные экспериментальные данные подтвердили теоретически обоснованную выше более высокую флюсующую способность песков Краматорского и Дружковского участков по сравнению с Райским песком. Однако сравнительный анализ показателей водопоглощения и других обжиговых свойств образцов, полученных с применением исследуемых песков, свидетельствуют о большей активности песка Дружковского участка. Этот факт может быть объяснен более дисперсным состоянием данного песка.

В ходе исследований получены также зависимости, характеризующие влияние добавок песка на прочностные характеристики образцов. Максимальной прочностью (в пределах 50–60 МПа) характеризуются образцы, содержащие песок Краматорского участка. При введении в керамическую массу этого песка в количестве 10% наблюдается повышение прочности на сжатие образцов на 40–50%, что является следствием флюсующего действия песка.

На основании полученных данных был сделан вывод о целесообразности использования в качестве упрочняющей и активной флюсующей добавки песка Краматорского участка, применение которого в комплексе с тугоплавкими и огнеупорными глинами

Центрального Донского участка позволяет интенсифицировать спекание керамических материалов. Тем не менее, флюсующее действие исследуемых песков нельзя характеризовать, как идентичное для глин разного химико-минералогического состава, что объясняется разными условиями образования легкоплавких эвтектик в смеси компонентов шихт [8].

В целом проведенные исследования позволили определить химико-минералогический состав песков Краматорского, Райского и Дружковского участков, проанализировать их влияние на основные эксплуатационные свойства керамических материалов, полученных на основе глин Центрального Донского месторождения. Положительные практические результаты свидетельствуют о перспективности применения исследованного мелкообломочного кварц-полевошпатового сырья в производстве изделий архитектурно-строительной керамики, что позволит не только улучшить свойства готовых изделий, но и обеспечить комплексное использование сырьевых ресурсов месторождений, эксплуатируемых ООО «Евротон» в г. Краматорске.

Литература

1. Кобяко І. П., Черняк Л. П., Сай В. І., Свідерській В. А. Розвиток виробництва будівельної кераміки в Україні // Збірник Будівельні матеріали, виробу та санітарна техніка, 2006. — № 22. — С. 35–39.
2. Кондратенко В. А., Пешков В. Н., Следнев Д. В. Проблемы строительства и реконструкции кирпичных производств // Строительные материалы, 2003. — С. 14–15.
3. Кондратенко В. А., Пешков В. Н., Следнев Д. В. Проблемы кирпичного производства и способы их решения // Строительные материалы, 2002. — С. 23–25.
4. Федоренко О. Ю. Прогнозна оцінка флюсуючої здатності сировини для використання в технології клінкерних виробів // Вісник НТУ «ХП», 2007. — № 8. — С. 107–115.
5. Рыщенко М. И., Федоренко Е. Ю., Шукина Л. П., Фирсов К. М., Михеенко Л. А. Физико-химическая оценка применимости некондиционного кварц-полевошпатового сырья в технологии камерно-керамических изделий // Збірник Будівельні матеріали, виробу та санітарна техніка, 2006. — № 22. — С. 89–94.
6. Маховська І. А. Розробка складів стекол та технології гарячого декорування скловиробів. Автореф....к.т.н. — Дніпропетровськ. — 2006. — 21 с.
7. Дудеров Г. Н. Обжиг спекающихся керамических масс. — М.: Промстройиздат, 1957.
8. Павлов В. Ф. Физико-химические основы обжига изделий строительной керамики. — М.: Стройиздат, 1977. — 240 с.

30.04.08