

чем вдвое, жидкость не переливается через борт при условии содержания воды в нефти до 1 %, тогда вскипание происходит через 45-60 мин. Вскипание увеличивает температуру пламени до 1500 °С, высота пламени увеличивается в 2-3 раза, тепловой поток возрастает в несколько раз за счет полного сгорания.

Основными мерами борьбы с вскипанием и выбросом могут быть ликвидация пожара до вскипания или выброса, дренирование (откачка) слоя воды из резервуара.

Таким образом, ситуация, складывающаяся в области тушения пожаров в резервуарах существующими средствами и способами, показывает перспективность разработки новых эффективных термозащитных смесей.

Выводы

1. Критерием оценки двухфазных вспенивающих термозащитных смесей является кратность;

2. Интенсивность тушения нефтепродуктов не зависит от способа подачи термозащитных смесей (на слой или под слой), но, учитывая малый удельный вес смесей и повышенную летучесть, более эффективной является подача под слой горящего нефтепродукта.

УДК 691.41

Анализ сырьевой базы производства керамических изделий Иркутской области

И.А. Макарова¹, Н.А. Лохова¹, З.И. Гура¹, А.Л. Макарова¹

¹Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия. E-mail: makarovabrgy@yandex.ru
Статья поступила 9.07.2012, принята 20.11.2012

Приведены результаты анализа балансовых запасов месторождений глинистого сырья Иркутской области и их соответствие различным категориям. Показано, что основной объем глинистых пород добывается на трех месторождениях – Максимовском, Новоразводнинском, Анзелинском. Представлена комплексная оценка гранулометрического, химического состава и технологических свойств глинистого сырья, выявлена его пригодность для производства керамических изделий. По гранулометрическому составу глинистые породы относятся преимущественно к низкодисперсному сырью и представлены, в основном, суглинками. Анализ химического состава выявил, что сырье характеризуется низким содержанием оксидов плавней и, в ряде случаев, повышенным содержанием оксидов кальция и магния. Сырье относится к неспекающемуся и обеспечивает получение изделий с высокой средней плотностью. Это предопределяет необходимость выпуска пустотелых керамических изделий для снижения материалоемкости производства и улучшения теплотехнических свойств изделий. По технологическим свойствам большая часть сырья относится к умеренно пластичному и средне чувствительному к сушке. Установлено, что на базе данного глинистого сырья возможно производство преимущественно рядовых стеновых керамических изделий. При этом сырье нуждается в корректировании состава добавками разного назначения.

Ключевые слова: глинистое сырье, месторождение, балансовые запасы, категории, химический состав, гранулометрический состав, технологические свойства.

Analysis of Irkutsk region raw materials base to produce ceramic ware

I.A. Makarova¹, N.A. Lokhova¹, Z.I. Gura¹, A.L. Makarova¹

¹Bratsk State University, 40, Makarenko str., Bratsk, Russia. E - mail: makarovabrgy@yandex.ru
The article received 9.07.2012, accepted 20.11.2012

Литература

1. Мелкозеров В.М., Васильев С.И. Охрана окружающей среды и рациональное природопользование при разработке, эксплуатации нефтяных месторождений, транспортировке нефти и нефтепродуктов. LAMBERT Academic Publishing, 2011. 259 с.
2. Каришин А.В., А.В. Углов А.В., Крымов А.М. Предотвращение аварийных ситуаций при разливах нефтепродуктов олеофобными пенами. Транспорт и хранение нефтепродуктов: науч.-технич. информ. сб. ЦНИИТЭнефтехим. М., 1996. № 9. С.17 – 21.
3. Безродный, И.Ф., Гилетич А.Н., Меркулов В.А. Тушение нефти и нефтепродуктов: пособие. М.: ВНИИПО, 1996. 216 с.

Reference

1. V.M. Melkozerov, S.I. Vasiliev. Environmental protection and environmental management during the development, exploitation of oil fields and transportation of oil and oil products. LAMBERT Academic Publishing, 2011, 259 p.2. A.V. Karishin, A.V. Uglov, A.M. Krymov. Prevention of emergencies during oil spills with the help of oleophobic foams. Transport and storage of petroleum products: the scientific and technical information collection TsNIITЭнефтехим - Moscow, 1996. №9. P.17 - 21.3. The extinguishing of oil and oil products: Manual / Bezrodny I.F., Giletich A.N., Merkulov V.A.. - M.: VNIIPPO, 1996 - 216 p.

The results of the analysis of Irkutsk region clay resources reserves and their compliance with different categories have been given. It has been shown that the bulk of shale is mined from three fields – Maksimovskoye, Novorazvodninskoye, Anzhebinskoye. The integrated assessment of granulometric and chemical composition and the clay raw material technological properties have been presented; its applicability for ceramic products production has been revealed. As to the granulometric composition, argillaceous rock mainly refers to low-dispersive raw material and for the most part it is represented by loams. The chemical composition analysis has shown that the raw material is characterized by low content of fluxing oxides and, in some cases, by high content of calcium and magnesium oxides. The raw material is attributed to noncaking one and provides manufacturing products with high average density. It predetermines the need for production of hollow ceramic ware to reduce materials consumption and increase the thermotechnical properties of the products. As to technological properties, the greater part of the raw material is characterized as mildly plastic and mid-sensitive to drying. It has been established the possibility to produce mainly ordinary wall panels on the basis of the given clay raw material. Besides, the raw material needs modifying its composition by various additives.

Keywords: clay raw materials, deposit, resources reserves, categories, chemical composition, granulometric composition, technological properties.

Разработка ресурсосберегающих технологий строительных материалов пониженной средней плотности является ключевой задачей строительного материаловедения. В Иркутской области выпускаются керамические кирпич и камни относительно высокой средней плотности (класс средней плотности изделий 1,4 и 2,0), которые по теплотехническим характеристикам относятся к условно- и малоэффективным группам изделий согласно ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия». Выпуску изделий стеновой керамики меньшей плотности препятствуют низкие дообжиговые и обжиговые свойства суглинистого сырья Иркутской области.

Задача производства эффективных керамических изделий (класс 1,2 и ниже) может быть решена путем вовлечения в производство органоминеральных дис-

персных отходов, в том числе включающих внутреннюю микропористость.

Ряд исследований, выполненных в Братском государственном университете [1, 2], показал возможность получения легковесных керамических изделий на основе пыли газоочистки производства ферросплавов (ПППФ). Частицы этого отхода имеют кластерное строение с развитой межзерновой пористостью между глобулами, размеры которых в основном составляют до 0,4 мкм [3]. Эта особенность строения частиц ПППФ предопределяет низкую насыпную плотность отхода (150...350 кг/м³).

Важно, что химический состав ПППФ включает 9,0...11,4 % органических примесей (таблица 1), которые при обжиге выполняют роль выгорающих добавок. В совокупности это обеспечивает существенно меньшую плотность кремнеземистого черепка в сопоставлении с глинистой керамикой.

Таблица 1

Усредненный химический состав ПППФ (мас. %) за 2011 год

| SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | Al ₂ O ₃ | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | MgO | Влага | ППП |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-------------------|------------------|------|-------|-------|
| 70,63 | 1,76 | 1,09 | 0,54 | 1,15 | 3,25 | 2,44 | 0,37 | 11,39 |

Результаты исследований [1] показали необходимость введения добавок – интенсификаторов спекания в кремнеземистые массы для обеспечения заданной прочности и морозостойкости продукции. Однако известные интенсификаторы спекания (натриевое жидкое стекло, хлорид натрия или кальция) являются дорогостоящими привозными ингредиентами. Это побуждает к разработке новых технологических приемов и поиску эффективных интенсификаторов спекания из группы техногенного сырья.

Анализ существующих способов интенсификации спекания керамических масс показывает высокую эффективность приема регулирования внутреннего парогазовыделения при обжиге.

В данном исследовании предлагается комбинированный способ интенсификации спекания «флюс + внутреннее парогазовыделение». В качестве источника внутреннего паро- и газовыделения предлагается корректирование кремнеземистой массы добавкой закарбонизованного суглинка Анзехинского месторождения (таблица

2). В процессе обжига термическая деструкция суглинка приводит к выделению поликомпонентной газовой фазы, включающей в том числе газы-восстановители (H₂, CO и др.) и пары воды [4]. Это должно способствовать активации поверхности сырьевых частиц и направленному фазообразованию в стенках пор.

В качестве флюсующей добавки рассмотрен органоминеральный отход производства алюминия – просыпь от дробления угольной футеровки электролизеров (УФ). Отработанная УФ алюминиевых электролизеров образуется при капитальном ремонте катодного узла электролизеров. В настоящее время УФ утилизируется частично: крупные куски используются в качестве флюса на предприятиях черной металлургии, а просыпь от дробления (до 3 мм) вывозится в отвал. Химический состав отхода (по данным Братского алюминиевого завода, 2010 г.) в мас. %: F₂O₃ – 3,5; SiO₂ – 2,2; С – 54,8; CaF₂ – 2,6; Al – 25; Na – до 12; F – 11,9. Количество образования отхода (2010 г.) – 9846 т.

Таблица 2

Химический состав суглинка Анзобинского месторождения (мас. %)

| | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------|------|--------------------------------|------|------|-------------------|------------------|------------------|-------|
| SiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | FeO | Al ₂ O ₃ | CaO | MgO | Na ₂ O | K ₂ O | TiO ₂ | ППП |
| 54,34 | 3,84 | 1,43 | 12,44 | 5,84 | 5,44 | 2,0 | 2,66 | 0,71 | 10,36 |

Таблица 3

Уровни и факторы варьирования

| Уровень варьирования | Кодированное значение | Расход УФ, масс. %; X ₁ | Температура обжига, °С; X ₂ |
|------------------------------|-----------------------|------------------------------------|--|
| Нижний (X _{imin}) | -1 | 1 | 750 |
| Средний (X _{i0}) | 0 | 5 | 825 |
| Верхний (X _{imax}) | +1 | 9 | 900 |
| Интервал варьирования | - | 4 | 75 |

Таблица 4

План эксперимента в кодированном и натуральном выражении

| № опыта | Кодированные значения | | Натуральные значения | |
|---------|-----------------------|----------------|-------------------------|---------------------|
| | x ₁ | x ₂ | X ₁ , мас. % | X ₂ , °С |
| 1 | +1 | +1 | 9 | 900 |
| 2 | 0 | +1 | 5 | 900 |
| 3 | +1 | 0 | 9 | 825 |
| 4 | 0 | 0 | 5 | 825 |
| 5 | +1 | -1 | 9 | 750 |
| 6 | -1 | -1 | 1 | 750 |
| 7 | -1 | +1 | 1 | 900 |
| 8 | -1 | 0 | 1 | 825 |
| 9 | 0 | -1 | 5 | 750 |

Таблица 5

Отклики эксперимента

| № | Количество УФ, мас. % | Температура обжига, °С | Средняя плотность, г/см ³ | Прочность при сжатии, МПа | Водопоглощение, мас. % | Коэффициент размягчения | Коэффициент конструктивного качества, МПа |
|---|-----------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------------------|---|
| 1 | 9 | 900 | 1,30 | 10,4 | 26,8 | 1,07 | 8,1 |
| 2 | 5 | 900 | 1,33 | 12,5 | 24,7 | 1,20 | 9,5 |
| 3 | 9 | 825 | 1,30 | 10,5 | 30,2 | 1,15 | 7,9 |
| 4 | 5 | 825 | 1,28 | 8,1 | 32,2 | 2,29 | 6,3 |
| 5 | 9 | 750 | 1,24 | 12,4 | 33,8 | 1,58 | 9,9 |
| 6 | 1 | 750 | 1,20 | 14,4 | 37,3 | 0,88 | 12,0 |
| 7 | 1 | 900 | 1,33 | 23,3 | 28,0 | 1,43 | 17,4 |
| 8 | 1 | 825 | 1,25 | 16,3 | 34,0 | 1,23 | 13,1 |
| 9 | 5 | 750 | 1,22 | 22,3 | 36,0 | 0,75 | 13,3 |

Оптимизация состава масс и температуры обжига керамического материала проведена с помощью математического моделирования эксперимента. Уровни и факторы, план эксперимента представлены в таблицах 3 и 4.

Расход УФ (таблица 3) принят сверх 100 % базовой шихты, которая включает 70 мас. % ППФ и 30 мас. % суглинка. Исследование проводилось на образцах-цилиндрах диаметром 40 мм и массой 40 г, полученных

методом полусухого прессования при удельном давлении прессования 20 МПа и влажности пресспорошка 19 мас. %. В качестве откликов фиксировались: средняя плотность, прочность при сжатии, коэффициент конструктивного качества, коэффициент размягчения, водопоглощение по массе, огневая и общая усадка (таблица 5).

По результатам математического планирования эксперимента рассчитаны уравнения регрессии, по которым построены графические зависимости откликов эксперимента от содержания добавки УФ и температуры обжига (рис. 1, 2, 3, 4).

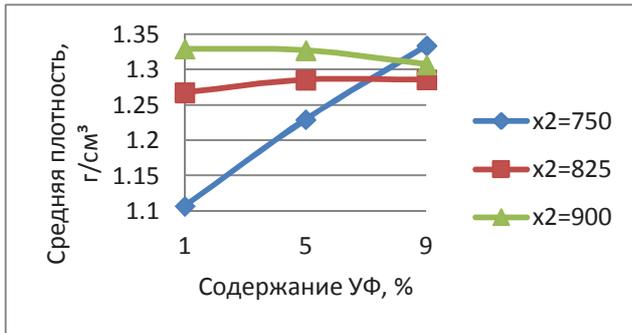


Рис. 1. Зависимость средней плотности от количества УФ.

Установлено, что при температуре обжига 900 °С увеличение содержания добавки УФ с 1 мас. % до 9 мас. % приводит к незначительному снижению средней плотности (рис. 1). Значение этого показателя для материала с добавкой 1 мас. % УФ, обожженного при 900 °С – 1330 кг/м³.

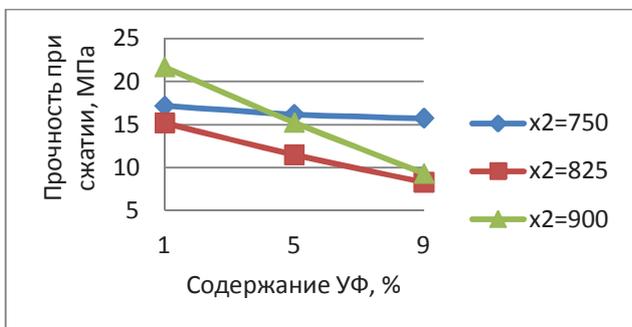


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии от количества УФ.

Получение изделий класса 1,2 возможно при выпуске пустотелого кирпича с пустотностью 10 %. При этом материал характеризуется максимальными значениями прочности при сжатии (22 МПа) и коэффициента конструктивного качества (16,8 МПа), относительно низким водопоглощением (27,6 мас. %) и отвечает требованиям по морозостойкости на лицевые изделия

(F50). Важно отметить, что показатель водопоглощения отвечает требованиям ГОСТ 530-2007 для изделий из кремнеземистых сырьевых масс.

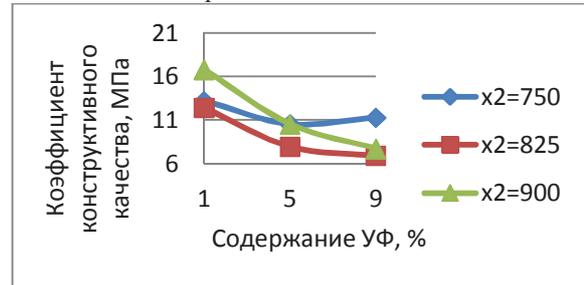


Рис. 3. Зависимость коэффициента конструктивного качества от количества УФ.

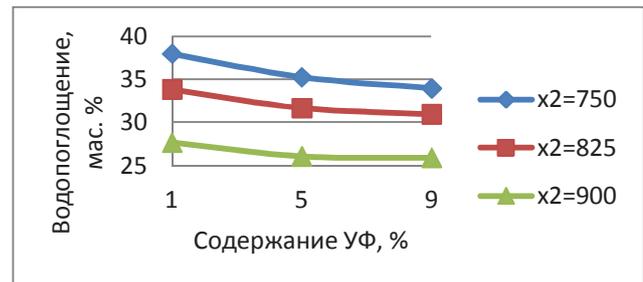


Рис. 4. Зависимость водопоглощения от количества УФ.

Таким образом, предлагаемый комбинированный способ интенсификации спекания («флюс + внутреннее парогазовыделение») обеспечивает формирование заданного комплекса свойств керамического материала на основе дисперсного кремнеземистого отхода ферросплавного производства.

Литература

1. Лохова Н.А., Обжиговые материалы на основе микрокремнезема / Н.А.Лохова, И.А.Макарова, С.В. Патраманская: монография. - Братск: БрГУ, 2002. - 163 с.
2. Лохова, Н.А. Морозостойкие строительные керамические материалы и изделия на основе кремнеземистого сырья: монография. - Братск: БрГУ, 2009. - 268 с.
3. Шарова, В.В. Зола от сжигания Ирша-Бородинских углей и микрокремнезем как сырье для производства строительных материалов / В.В.Шарова, Н.А.Лохова, Е.Н.Подвальская, Е.Б.Сеничак // Известия вузов. Строительство. - 1999. - № 4 - С. 55-59.
4. Макарова И.А. Стеновая керамика с лигносодержащими добавками на основе продуктов сульфатной переработки древесины: дис. ...канд.тех.наук: 05.23.05 / Макарова И.А.; НИСИ. - Новосибирск, 1993. - 170 с.

References