

А.Л. БОГДАНОВСКИЙ, заместитель директора ООО «Пласт-Импульс» (Курская обл.);
 А.В. ПИЩИК, генеральный директор ООО «ОСМиБТ» (г. Старый Оскол Белгородской обл.)

Применение глин месторождения Большая Карповка в производстве строительной керамики

В производстве керамического кирпича помимо местных глин, суглинков и песков широко применяются привозные тугоплавкие и огнеупорные глины. Для этого существует несколько взаимосвязанных причин.

Применение тугоплавких глин для улучшения физико-механических свойств продукции

Согласно А.И. Августинику (рис. 1) [1] для получения нормально спеченного керамического кирпича должны быть выполнены два условия:

- соотношение молярных долей $Al_2O_3:SiO_2$ составляет 0,04–0,21, а для клинкерного кирпича – 0,04–0,12;
- молярная доля плавней $K_2O+Na_2O+CaO+MgO+Fe_2O_3=0,06–0,42$, а для клинкерного кирпича – 0,06–0,18.

Невыполнение требований по соотношению $Al_2O_3:SiO_2$ приводит к получению кирпича с дефектами типа «холодный треск» и снижению механической прочности продукции. Недостаток плавней приводит к получению продукта с низкой морозостойкостью, склонного к образованию налета при капиллярном подсосе влаги.

Необходимо подбирать гранулометрический состав шихты, оптимальный для формования, сушки, садки и спекания. Особенно важно это при производстве крупноформатных блоков, с высоким объемным содержанием выгорающих добавок и пустотностью более 50%. Диапазоны допустимых гранулометрических составов при производстве керамических изделий традиционно обозначаются в качестве зон на диаграмме Винклера (рис. 2) [2].

Для корректировки химического и гранулометрического состава шихты применяют привозные тугоплавкие и огнеупорные глины.

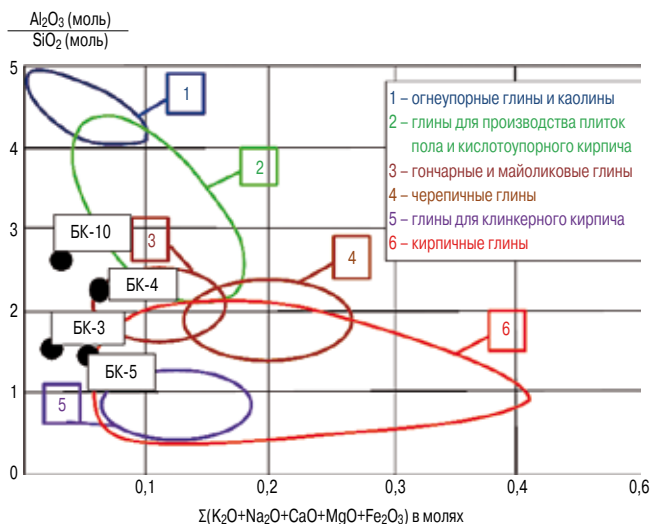


Рис. 1. Диаграмма Августиника (без учета железа в сидеритах)

Улучшение сушильных свойств сырья

В большинстве случаев кирпичные заводы используют полиминеральные подпочвенные глины и суглинки с высоким содержанием минералов монтмориллонитовой группы. Данное сырье имеет высокую воздушную усадку, требует повышенной формовочной влажности и чувствительно к сушке. При использовании только местного сырья, как правило, возникает ситуация, когда именно максимально допустимая скорость сушки, а не печь обжига лимитирует производительность предприятия.

В тугоплавких глинах глинообразующим минералом является каолинит, поэтому, добавив в шихту 15–30% этих глин, можно сократить время сушки на 20–40%, что в ряде случаев позволяет существенно повысить производительность технологической линии и уменьшить выход брака.

Производство кирпича светлых тонов

Для производства кирпича светлых тонов используют шихту с содержанием трехвалентного оксида железа 1,2–3%. При этом получается кирпич цветом от белого до желто-розового. Отдельно нужно обратить внимание на химический и минеральный состав используемых глин. Содержание в сырье гематита обуславливает розовый оттенок кирпича. Умеренное содержание TiO_2 , CaO , соединений двухвалентного железа позволяет получить золотисто-желтый кирпич при содержании Fe_2O_3 вплоть до 3%.

В качестве основы для шихты кирпича светлых тонов применяют тугоплавкие светложущие глины. Плавнями и одновременно красящими добавка-

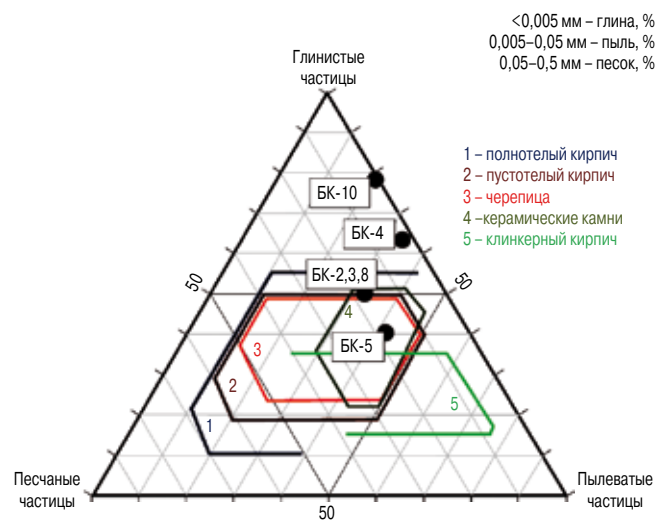


Рис. 2. Диаграмма Винклера



Рис. 3. Карьер



Рис. 4. Комплекс шихтовой подготовки сырья

ми являются местные красножгущиеся глины и су-глинки.

**Общие сведения о месторождении
Большая Карповка**

Месторождение расположено в 4 км от п. Кшенский Курской обл. (ст. Кшень Московской ж/д). Запасы глин для лицевого кирпича, керамических плиток и кислотоупорных изделий утверждены ГКЗ протоколом № 9175 от 11.02.1983 г. по категориям:

- В – 5,955 млн т, площадь участков 43,8 га;
- С1 – 17,175 млн т, площадь участков 132,3 га;
- С2 – 15,6 млн т, площадь участков 125,2 га.

К началу 2012 г. общий объем добычи составил 1,34 млн т.

Земельный отвод площадью 240 га и лицензия на недропользование с 2001 г. являются собственностью ООО «Пласт-Импульс», при годовой добыче 500 тыс. т

запасы сырья составляют более 50 лет. Лицензия КРС № 06633 ТЭ действительна до 01.01.2019 г.

В 2002 г. начата разработка месторождения в интересах ЗАО «Железнодорожный кирпичный завод», а в 2006 г. в круг потребителей вошли ООО «Тербунский гончар», ОАО «Сокол» и др.

Селективная добыча глин ведется по 11 сортам гидравлическими экскаваторами «Hyundai», способными снимать тонкие (до 10 см) слои при помощи ковша со скребком и обеспечивающими качественное разделение сортов глин (рис. 3).

В октябре 2011 г. введен в строй комплекс шихтовой подготовки сырья. Комплекс состоит из глинорыхлителя, разбивающего глину на куски размером 5–10 см, ящичного питателя с динамическими весами и телескопического конвейера, обеспечивающего круговую разгрузку и равномерное формирование конусов шихты (рис. 4).

Создана технологическая лаборатория, оснащенная прибором для рентгенофлуоресцентного анализа «Спектроскан-Макс», оборудованием для различного рода физико-химических и технологических испытаний глин. На сегодняшний день мы способны предложить заказчику экспресс-контроль отгружаемого сырья по оксидному составу, гранулометрическому составу, пластичности, свойствам после обжига и другим параметрам.

Глины отгружаются в полувагоны или думпкары с двух собственных железнодорожных тупиков общей емкостью 26 вагонов. Тупики оснащены станцией для мытья полувагонов, вагонными весами и маневровыми устройствами.

Глины месторождения Большая Карповка представлены несколькими разновидностями – светло- и красножгущимися, тугоплавкими и огнеупорными (рис. 5). Ряд сортов находит применение в производстве стеновых керамических материалов. На рис. 6 представлена реализация глин ООО «Пласт-Импульс» в 2002–2011 г., а также прогноз на 2012 г.

**Светло-серые беложгущиеся глины месторождения
Большая Карповка (сорта БК-1 – БК-3 и БК-8)**

Светло-серые глины относятся к категории алевроитовых беложгущихся глин каолинового состава.

Таблица 1

Оксидный состав светло-серых глин

Компонент, %	БК-2	БК-3	БК-8
SiO ₂	65,2	64,2	62,3
SiO ₂ своб	37,5	39,2	35
Al ₂ O ₃	18,8	18,3	20
CaO	0,18	0,19	0,17
MgO	0,12	0,16	0,24
TiO ₂	2,12	1,7	1,17
Fe _{общ}	4,12	5,3	4,45
В том числе Fe ₂ O ₃	0,96	1,12	2,5
FeO	4,44	5,65	3,4
Na ₂ O	0,09	0,08	0,12
K ₂ O	0,2	0,35	0,55
ППП	8,5	8,7	8,2

Таблица 2

Дисперсность светло-серых глин

0,5–0,063 мм	0,063–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм	<0,001 мм	Σ	Содержание тонкодисперсных фракций
17,53	22,17	9,43	5,76	45,11	100	Среднедисперсное



Рис. 5. Образцы глин

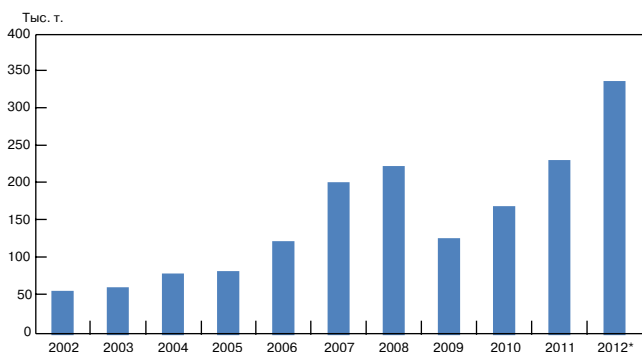


Рис. 6. Реализация глин ООО «Пласт-Импульс»

Разновидности глин отличаются визуально по наличию включений пестроцветных глин, а химически – по содержанию трехвалентного оксида железа (при этом общее содержание железа для всех сортов практически постоянно).

Уникальной особенностью светло-серых глин месторождения Большая Карповка является высокое содержание двухвалентных соединений железа, представленных мелкодисперсными сидеритами, и высокое содержание диоксида титана, который представлен анатазом. Такой минеральный состав позволяет получать кирпич востребованного золотисто-желтого цвета в широком диапазоне состава шихты и температуры обжига, в том числе желтый клинкерный кирпич. Химический состав и дисперсность светло-серых глин представлены соответственно в табл. 1 и 2.

Применение светло-серых глин в количестве 50–70% позволяет получить кирпич светлых тонов, от персикового до абрикосового, в зависимости от свойств легкоплавких суглинков, которые используются для приготовления шихты.

Попытка получить более светлый кирпич, повышая содержание светло-серой глины, приводит к появлению на кирпиче зеленого налета при испытаниях по методу капиллярного подсоса. Для устранения возможных проблем достаточно ввести в шихту 2–10% тонкодисперсного мела, чтобы привести химический состав шихты к диапазону, разрешенному диаграммой Августиника. В данном случае особое внимание необходимо уделить качеству помола мела. В разработанных для заказчиков шихтах использовался мел марки РС производства ЗАО «Руслайм» (г. Губкин). При содержании мела в шихте до 5% он практически не влияет на цвет и водопоглощение кирпича, при этом за счет лучшего спекания растет морозостойкость и механическая прочность.

Таблица 3

Оксидный состав красножгущихся глин

Компонент, %	БК-4	БК-5	БК-10
SiO ₂	58,5	62,5	60,2
SiO _{2своб}	28,5	32,5	26,5
Al ₂ O ₃	23,5	17,4	24
CaO	0,22	0,18	0,29
MgO	0,35	0,17	0,39
TiO ₂	1,05	1,41	1,12
Fe ₂ O ₃	6,2	5,2	3,1
Na ₂ O	0,15	0,21	0,28
K ₂ O	1,6	0,54	1,6
ППП	8,5	8,1	9,6

Таблица 4

Дисперсность красножгущихся глин

Размер частиц (преобладает),%	БК-4	БК-5	БК-10
> 0,5 мм	1–2	4	0,4–0,6
1–0,06 мм	6–8	17–19	3–5
0,06–0,01 мм	20–22	27–29	7–9
0,01–0,005 мм	9–10	6–7	10–12
0,005–0,0001 мм	23–25	10–12	23–25
<0,0001 мм	40–42	35–37	48–52
Число пластичности	14,2	8,2	15,3

Другой способ устранения налета в кладке – обработка обожженного кирпича в 0,25–3% растворе гидрофобизирующей жидкости ГКЖ-11П, Пента-811 и других. На рис. 7 представлены образцы кирпича из светло-серых глин.

В последние годы производители оборудования для керамической промышленности устанавливают печи, рассчитанные на температуру обжига до 1200°C, что позволяет обжигать клинкерный кирпич.

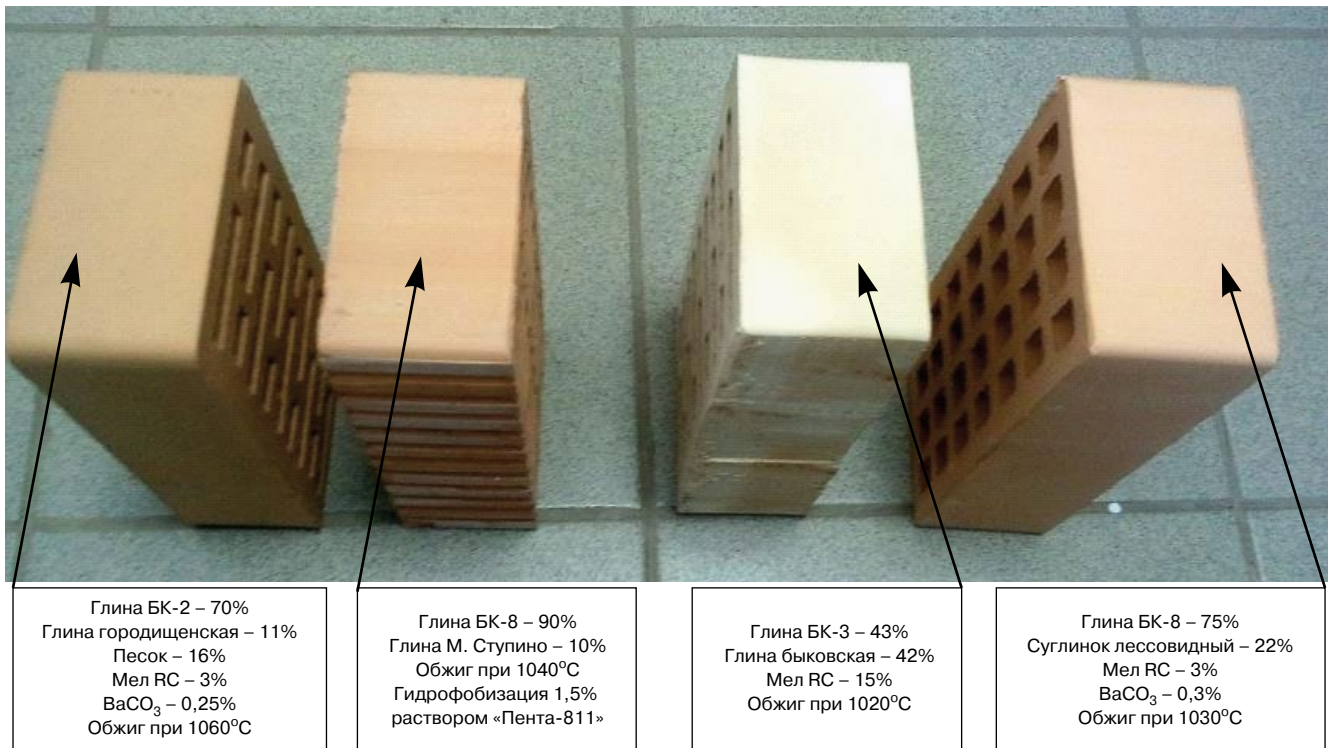
Как следует из диаграмм Августиника и Винклера, для получения клинкерного кирпича необходимо добавить в глины БК-3 и БК-8 незначительное количество плавней (в виде суглинка и мела) и 10–20% отошителя – песка, алевроита, лесса и т. п.

Светло-серые глины месторождения Большая Карповка благодаря высокому содержанию двухвалентного железа и диоксида титана осветляют шихту при температуре 1070–1100°C. В результате удается получить клинкерный кирпич соломенного цвета при содержании всего 50–65% глин БК-3 или БК-8.

Ввиду довольно грубодисперсного состава светло-серых глин удается избежать при высокотемпературном обжиге деформации нижних рядов кирпича на печной вагонетке, что позволяет получить светло-желтый клинкерный кирпич при использовании садки высотой в 13 рядов.

Красножгущиеся глины месторождения Большая Карповка (сорта БК-4, БК-5, БК-10)

Красножгущиеся глины представлены сортами пестроцветной (БК-4), желто-бурой (БК-5) и табачно-зеленой (БК-10). Глины каолинового состава тугоплавкие, нечувствительны к сушке (чувствительность более 180 с по Чижскому). Они находят активное применение при производстве кирпича красных и коричне-



Глина БК-2 – 70%
Глина городищенская – 11%
Песок – 16%
Мел РС – 3%
 CaCO_3 – 0,25%
Обжиг при 1060°C

Глина БК-8 – 90%
Глина М. Ступино – 10%
Обжиг при 1040°C
Гидрофобизация 1,5%
раствором «Пента-811»

Глина БК-3 – 43%
Глина быковская – 42%
Мел РС – 15%
Обжиг при 1020°C

Глина БК-8 – 75%
Суглинок лессовидный – 22%
Мел РС – 3%
 CaCO_3 – 0,3%
Обжиг при 1030°C

Рис. 7. Образцы кирпича из светло-серых глин

вых тонов. Химический состав, дисперсность и число пластичности пестроцветных глин представлены в табл. 3 и 4.

Высокое содержание Al_2O_3 в глинах БК-4 и БК-10 позволяет оптимизировать химический состав шихты при недостаточном содержании Al_2O_3 в местных суглинках и тем самым повысить механическую прочность. Свойственная каолиновым глинам нечувствительность к сушке позволяет сократить время пребывания кирпича в сушилке.

В ЗАО «Железногорский кирпичный завод» добавка к местным лессовидным и пластичным суглинкам 18–30% пестроцветной глины позволяет проходить цикл сушки за 50–54 ч, при этом марка красного кирпича составляет М150–М200. В ООО «ОСМиБТ» (г. Старый Оскол) используется рецепт красного кирпича:

- глина городищенская – 50%;
- глина БК-4 – 34%;
- песок – 16%.

Если без добавки глины БК-4 на сушку требуется 84 ч и прочность кирпича при пустотности 42,5% – М100, то с добавкой пестроцветной глины сушка происходит за 54 ч, а прочность возрастает до М150.

Из диаграммы Винклера можно сделать вывод: что высокие перспективы имеет применение недорогих глин БК-5, БК-8 и БК-4 для нормализации гранулометрического состава керамических крупноформатных блоков. В частности, компанией LINGL разработан рецепт, позволяющий получить блок с пустотностью 54%, кладочной плотностью 720–840 кг/м³ и маркой М150:

- глина городищенская (суглинок) – 50 мас. %;
- глина БК-8 – 40 мас. %;
- глина БК-4 – 10 мас. %;
- опилки – 0–25% по объему.

С распространением кирпича коричневого цвета, для получения которого в шихту вводится до 3% железомарганцевых пигментов, большинство заводов столкнулось с проблемой разнотона и деформации нижних рядов садки, так как пигменты являются сильными плав-

нями и сужают интервал спекания. Поскольку пестроцветные глины БК-4 и БК-5 являются тугоплавкими, их ввод в шихту в количестве 15–40% позволяет решить данную проблему.

Глина БК-4 в смеси с песком и керамзитовыми глинами позволяет получать темно-коричневый клинкерный кирпич без использования дорогостоящих пигментов. В частности, ВНИИСТРОМ им. П.П. Будникова разработан состав:

- глина БК-4 – 40%;
- глина дубенская (керамзитовая) – 40%;
- песок – 20%.

При температуре обжига 1120–1140°C эти шихты дают кирпич красно-коричневого цвета с водопоглощением 2–5%.

ООО «Пласт-Импульс» располагает достаточно мощной технологической лабораторией и квалифицированным персоналом, а также возможностью изготовить шихтовые составы из глин по заявкам заказчиков, тем самым решая проблему недостаточного числа дозаторов на входе завода-потребителя. Поэтому мы готовы не только поставлять заказанное сырье, но и производить разработку рецептов с использованием глин предприятия-заказчика, проводить аудит технических возможностей предприятий и технологическое сопровождение внедрения наших глин.

Успешный опыт сотрудничества со многими российскими предприятиями и большое количество готовых технологических разработок позволяют нам в каждом случае предложить именно то сырье, которое лучше всего соответствует местным условиям заказчика.

Ключевые слова: беложгущиеся глины, тугоплавкие глины, стеновая керамика, керамический кирпич.

Список литературы

1. Августиник А.И. Керамика. Л.: Стройиздат, 1973. 592 с.
2. Юшкевич М.О., Роговой М.И. Технология керамики. Л.: Стройиздат, 1969. 350 с.