

Постановка проблемы в общем виде. Практически во всех глинах, которые используются в технологии производства изделий стеновой керамики, присутствуют растворимые соли щелочных и щелочноземельных металлов, а также соединения железа и алюминия. В процессе обжига эти соединения диссоциируют или вступают в реакции с образованием новых соединений. Водорастворимые соли при сушке изделий мигрируют на поверхность, образуя при обжиге указанный налет (высолы).

Предотвращение появления высолов на керамическом кирпиче и других стеновых изделиях является весьма актуальной задачей, поскольку позволяет не только улучшить эксплуатационные характеристики изделий (прочность, морозостойкость, коррозионную устойчивость), но и существенно облагородить состояние поверхности, что особенно важно для строительной керамики облицовочного назначения.

Анализ предыдущих исследований. По данным различных исследований, причинами образования высолов могут быть: особенности химического состава минерального сырья, несбалансированность аэродинамического режима работы печи, изменение характеристик теплоносителя в сушильном агрегате. Известны также различные способы устранения солевой диффузии на поверхность керамических стеновых материалов (1-5).

Формулировка целей статьи. Провести исследование устранения высолообразования на лицевых поверхностях керамического кирпича за счет направленного влагопереноса с лицевых поверхностей кирпича на его постель.

Изложение основного материала. Причины появления высолов на керамическом кирпиче зависят от природных особенностей используемых сырьевых материалов и компонентов масс, например повышенного содержания водорастворимых солей в глинистом сырье, жесткости воды, применяемой для увлажнения керамической массы, а также могут быть следствием использования топлива, содержащего сернистые соединения, или несовершенства работы сушильного и обжигового оборудования, приводящего к запариванию полуфабриката в зоне подогрева туннельной печи. Запаривание как результат конденсации водяных паров на поверхности сырца может происходить по разным причинам. Одна из них — несбалансированность аэродинамического режима работы печи[1].

При обжиге в туннельных печах керамических изделий, особенно изготавливаемых по пластической технологии, необходимо регулировать перепад разрежения между обжигательным и подвагонеточным каналами печи. Зона подготовки туннельной печи находится под разрежением, которое достигает в начале печи 196—294 Па, что приводит к подсосам холодного воздуха из подвагонеточного пространства в обжигательный канал. Чтобы уменьшить подсос холодного воздуха в рабочий канал и печных газов в подвагонеточное пространство, в последнем создается режим давления, соответствующий режиму давления в рабочем канале печи. С этой целью устанавливаются специальные вентиляторы для нагнетания и отсоса воздуха и устройство уплотнения в смотровом канале под вагонетками. Организация подвагонеточной вентиляции значительно снижает подсосы воздуха. В силу того, что разрежение в обжигательном канале меняется, необходимо менять и разрежение в подвагонеточном канале.

Для стабилизации аэродинамического режима работы туннельной печи необходимо, чтобы двери со стороны выгрузки были всегда закрыты и открывались только во время выкатывания очередной вагонетки. А для уменьшения подсосов холодного воздуха и постепенного нагрева изделий подача теплоносителя в форкамеру автоматически прекращается при открытии двери печи.

Другой причиной конденсации водяных паров может быть изменение характеристик теплоносителя. Теплоноситель в сушке является одновременно и влагопоглотителем, так как передает кирпичу-сырцу тепло и поглощает его влагу. Причем теплоноситель поглощает влагу до тех пор, пока парциальные давления его паров и паров на поверхности испарения не сравниваются.

Насыщенность теплоносителя парами воды не должна превышать определенного предела. Добавление к насыщенному теплоносителю некоторого количества пара вызывает его конденсацию на поверхности изделий в виде капель воды.

На ряде кирпичных заводов увеличение производительности печи достигается за счет сокращения периода проталкивания вагонеток. Это приводит к увеличению количества подаваемого в печь сырца, вследствие чего повышается влаго- содержание теплоносителя.

Кроме того, существенным недостатком работы туннельной печи является неравномерность распределения температур по сечению печи: вверху всегда

находятся более горячие потоки, внизу — более холодные. Перепад температур между верхом и низом канала особенно резко сказывается в зоне подогрева, поскольку при повышенных влагосодержании теплоносителя и подсосах холодного воздуха вызывает запаривание. Для уменьшения расслоения газовых потоков и выравнивания температуры по сечению печи необходимо, чтобы движение газов в туннеле происходило с достаточно большой скоростью (1 — 1,5 м/с), при этом будет улучшаться распределение газовых потоков по сечению печи. Этому также способствует установка в зонах подогрева и охлаждения перемешивающих вентиляторов и рециркуляция газовых потоков.

Таким образом, в случае обнаружения высолообразования как результата запаривания необходимо обратить внимание на комплекс причин возникновения конденсации влаги на сырце в зоне подготовки туннельной печи. Чтобы предотвратить это явление, следует соблюдать заданный аэродинамический режим обжига в туннельной печи, избегая перепада разрежения между обжигательным и подвагонеточным каналами печи, контролировать влагосодержание и температуру теплоносителя, а также состояние футеровки вагонеточного парка, влияющее на увеличение подсосов холодного воздуха из подвагонеточного канала в обжиговой.

В том случае, когда причиной появления высолов служат природные особенности сырьевых материалов, практика кирпичного производства имеет богатый опыт борьбы с ними[2]. В настоящее время известны различные способы устранения сульфатных высолов: нейтрализация действия растворимых солей за счет их объемного связывания и перевода в неактивное состояние, например солями бария[3]; введение в сырьевую шихту цемента на основе глиноземистого клинкера[4]; создание поверхностных влагозадерживающих пленок на ложковых и тычковых гранях кирпича-сырца, ослабляющих чувствительность к сушке кирпича-сырца или другого керамического изделия без измененной чувствительности к сушке самой глины[5]. В качестве компонентов таких влагоизолирующих составов используются жидкости, характеризующиеся низкой упругостью пара (глицерин и этилен гликоль, стабилизированные растворами извести), а также технические эмульсии и эмульсии-суспензии типа «вода в масле», в том числе со взвешенными минеральными частицами (нефтеизвестковая эмульсия-суспензия, мазутноводная и битумная эмульсии, эмульгированные кубовые остатки синтетических жирных кислот).

По методике, устранение высолообразования на лицевых поверхностях керамических облицовочных материалов осуществляется за счет направленного регулирования влагопереноса с лицевых поверхностей облицовочного кирпича на постель при сушке и обжиге сырца путем создания влаго- и паронепроницаемых защитных покрытий.

В качестве компонента, уплотняющего поверхностные слои керамической массы за счет коагуляции и флокуляции глинистых частиц путем собирающего действия высокомолекулярных веществ, адсорбирующихся на частицах с образованием полимерных мостиков и связывающих частицы керамической массы между собой, применялся раствор полиакриламида плотностью $1,02—1,06 \cdot 10^3$ кг/м³.

Критерием выбора веществ для защитных поверхностных слоев, устраняющих высолы за счет блокирования сквозных пор, служит их способность кристаллизоваться при сушке с увеличением объема за счет образования кристаллогидратов и расплавляться при обжиге. В качестве компонентов для таких защитных слоев применялись насыщенные растворы кальцинированной соды, борной кислоты, буры, а также смеси борной кислоты и кальцинированной соды, которые кристаллизуясь при сушке, забивают сквозные поры лицевых поверхностей, перекрывая пути выхода водяных паров и капиллярно-подвижной воды с растворенными в ней солями из объема изделий на лицевые поверхности и вынуждая их диффундировать на постель. Кроме того, расплавляясь при обжиге, составляющие этих покрытий реагируют с сернистыми соединениями, осевшими на поверхности полуфабриката из дымовых газов, которые усваиваются стеклофазой и тем самым нейтрализуют их негативное влияние на состояние поверхности обжигаемого материала.

В составе керамической массы для лицевого кирпича использовалась комбинация двух разновидностей легкоплавких красножгущихся глин. Первая разновидность является основной глинистой составляющей керамической массы и представляет собой суглинок монтмориллонитового состава, умеренно-пластичный, высокочувствительный к сушке. Вторая разновидность — тугоплавкая глина, преимущественно каолиновой природы — в составе кирпичной массы использовалась как добавка (до 20%) для регулирования сушильных свойств изделия-сырца. Используемые глинистые разновидности отличаются различным количественным составом растворимых солей (табл. 1).

Сушка и обжиг керамического кирпича на основе данных глин в заводских условиях сопровождаются появлением на поверхностях белесых налетов, ухудшающих его декоративные качества.

Для устранения высолов подготовленные растворы необходимых компонентов (табл. 2) наносились на лицевые поверхности (тычковые и ложковые) керамического бруса поливом или распылением после выхода бруса из вакуум-пресса.

Таблица 1

Проба	Разновидность сырья	Содержание оксидов, мас. %		
		СаО	МдО	(СаО+МдО)
1	Суглинок	0,56	0,4	0,96
2	Глина	0,28	0,2	0,48

Таблица 2

Компонент	Формула	Плотность раствора, кг/м ³ , или концентрация насыщенного раствора, %	Назначение и температура кристаллизации и/плавления, °С
Полиакриламид	$(-CH_2CH-CO-NH_2-)_n$	Плотность раствора 1,02-1,06·10 ³ кг/м ³	Флокулянт
Кальцинированная сода	Na ₂ CO ₃	20%-ный раствор	30-60/857
Борная кислота	H ₃ BO ₃	5%-ный раствор	80/600
Смесь борной кислоты и кальцинированной соды	H ₃ BO ₃ + Na ₂ CO ₃	5%-ный раствор H ₃ BO ₃ (2 части) + 20% раствор Na ₂ CO ₃ (1 часть)	60-80/823

Бура	$\text{Na}_2\text{B}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	2,5%-ный раствор	60-80/747
------	--	------------------	-----------

Обжиг высушенного до влажности 4—6% полуфабриката производился при температуре 1000—1020°C в течение 36 ч с выдержкой при конечной температуре не менее 2 ч.

Лицевые поверхности обожженных изделий отличались ровностью окраски и насыщенностью цвета. Отсутствие высолов на лицевы поверхностях обусловлено экранирующим действием нанесенных в момент формования сырца защитных покрытий, которые меня (от направление влагопереноса в процессе сушки сырца в сушилах и подготовки полуфабриката в зоне подогрева в туннельной печи.

Таким образом, предлагаемые мероприятия по предотвращению появления высолов на строительной керамике облицовочного назначения позволяют расширить сырьевую базу путем вовлечения в производство легкоплавкого глинистого сырья с повышенным содержанием водорастворимых солей и увеличить выпуск высококачественной лицевой керамики.

Выводы. В результате проведенных исследований по устранению высолов на лицевых поверхностях керамического кирпича с помощью различных компонентов, получены изделия стеновой керамики ровной окраски и насыщенности цвета без указанного дефекта.

Литература

1. Перегудов В.В., Тепловые процессы и установки в технологии строительных изделий и деталей. / В.В. Перегудов, М.И. Роговой. - М.: Стройиздат. 1983. -416 с.
2. Альперович И.А. Способы предотвращения высолов на керамическом кирпиче / И.А. Альперович. - (Обзорная информация ВНИИЭСМ). - [Вып. 1.]. - М. 1993. - 71 с.
3. Альперович И А, Применение соединений бария для производства лицевого глиняного кирпича. / И.А. Альперович, Е.П. Лебедева // Тр. ВНИИСтрома. - [Вып. 29 (57)]. - М. 1974. - 132 с.
4. Патент № 2161596. БиПМ. 2001. № 1. Способ устранения сульфатных высолов на поверхности керамических облицовочных изделий. / Чулаченко И. Г., Евсгеев С И.

5. Хигерович М.И. Производство глиняного кирпича. /М.И. Хигерович, В.Е. Байер. - М.: Стройиздат. 1984.-95 с.
6. Белова Н. Т., Дмитриенко Ю. В., Чуркин В. И. Новая технология разделения песчано-гравийной смеси и обогащения песка на гидромеханизированном карьере//Строит, материалы,—1985,—№ 4,—С. 10...11.
7. Боженков П. И., Глибина И. В., Григорьев Б. А. Строительная керамика из побочных продуктов промышленности.— М.: Стройиздат, 1986,— 136 с.
8. Васильков С. Г., Чалый Л. В. Производство аглопоритового гравия из золы ТЭС на Днестровском заводе // Строит, материалы— 1985— № 10 —С. 12...13.
9. Гальперин Э. И., Гиржель А. М. Подготовка отходов обогащения угля к использованию в производстве керамзитового гравия //Там же,— 1985.—№ 6.—С. 22...23.
10. Захаров Г. В. О снижении расхода топлива в известковой промышленности//Строит. материалы.— 1986.— № 9.— С. 12...13.
11. Иванов И. А. Легкие бетоны с применением зол электростанций.— М. : Стройиздат, 1986.— 136 с.
12. Искусственные пористые заполнители и легкие бетоны на их основе: Справ, пособие/Под ред. Ю. П. Горлова.— М.: Стройиздат, 1987 — 304 с.
13. Котов М. И., Клаусон В. Р., Эвинг П. В. Направления технического прогресса в производстве автоклавных материалов//Строит. материалы.— 1985.— № 12.— С. 4...6.
14. Кривоносова Н. Т. Повышение качества строительной \ керамики.— К.: Будивэльник, 1981.—88 с.
15. Кричевский А. П., Лихачев В. Д., Попов В. В. Конструкционный шлакопемзобетон для промышленного строительства,— М.: Стройиздат, 1986.-84 с.
16. Лапшин А. Б., Козико Г. Г. Обеспыливание отходящих газов известеобжигательной печи кипящего слоя//Строит. материалы.— 1986.—№ 9 —С. 19.

17. Михайлов В. И., Кривоносова Н. Т. Технология производства керамических изделий на основе отходов промышленности.— К- : Будивельник, 1983.— 80 с.
18. Производство кирпича полусухого прессования из отходов углеобогащения / В. Н. Бурмистров, Е. Ш. Шейнман, Е. Я. Климцов и др. // Там же.— 1986,—№ 12,—С. 11...12.
19. Соколенко Ю. Е., Гуйтур В. И. Местные материалы в индустриальном сельском строительстве.— К.: Урожай, 1987 — 136 с.
20. Формовочный комплекс И-02 для силикатных изделий/В. А. Балов, С. М. Медин, Л. М. Хавкин, К. П. Шабельников//Там же.— 1984,— № 7.—С. 14...16.
21. Эффективность производства несущих конструкций внутренних стен зданий из плотного силикатного бетона // С. М. Медин, Б. Ф. Буданов, Е. Н. Леонтьев, Ю. И. Драйчик//Строит, материалы.— 1984.— № 5.— С. 4...5.

