

УДК 691(063)

В.Г. Ласточкин – аспирант, инженер

Г.Д. Ашмарин – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник

Р.А. Салахова – аспирант, научный сотрудник

E-mail: ashmarin@list.ru

Всероссийский научно-исследовательский институт строительных материалов и конструкций им. П.П. Будникова

В.В. Курнос – кандидат физико-математических наук, генеральный директор

ЗАО «Комас»

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ С ЦЕЛЬЮ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены теоретические и практические вопросы сушки и обжига керамических изделий. Сделан краткий анализ эффективности работы сушил и печей. Предложен один из способов повышения эффективности тепловой обработки изделий строительной керамики в печи-сушилке нового типа.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: керамические изделия, сушка, обжиг, эффективность тепловой обработки.

V.G. Lastochkin – post-graduate student, engineer

G.D. Ashmarin – candidate of technical sciences, associate professor, leading staff scientist

R.A. Salakhova – post-graduate student, staff scientist

The All-Russia Scientific Research Institute of Building Materials and Designs of P.P. Budnikova

V.V. Kurnosov – candidate of physical-mathematical sciences, general director

ZAO «Komas»

OPTIMISATION OF PROCESS OF THERMAL PROCESSING OF CERAMIC MATERIALS FOR THE PURPOSE OF POWER SAVINGS

ABSTRACT

The article considers theoretical and practical questions of drying and roasting of pottery. The short analysis of an overall performance is made dried also furnaces. One of methods of increase of efficiency of thermal processing of products of building ceramics in the furnace-dryer of new type is offered.

KEYWORDS: ceramic materials, drying, firing, efficiency of thermal processing.

Важнейшими переделами в технологии экструзионного формования керамических стеновых материалов из полиминерального легкоплавкого сырья является сушка и обжиг. Работы П.А. Ребиндера [1, 2], А.В. Лыкова [3, 4], Г.Д. Диброва [5] и других авторов о роли энергии связи влаги с материалом в формировании дисперсных пространственных структур и происходящих при этом физико-химических явлений подготовили основание для единого теоретического подхода к изучению влажностного состояния и твердения строительных материалов. При сушке и обжиге керамических изделий происходит тесное взаимодействие между процессами, протекающими внутри изделий и во внешней среде. Эти процессы подробно изучены и опубликованы в работах К.А. Нохратяна [6], М.С. Белопольского [7], В.М. Казанского [8], С.П. Ничипоренко [9] и других авторов. Ими изучены вопросы физико-химической механики дисперсных структур и исследованы кристаллизационные структуры глинистых минералов при температурах обжига керамических стеновых материалов.

При производстве керамических стеновых материалов сушку изделий производят исключительно термическим методом, при котором влага испаряется за счет теплообмена между изделием и окружающей средой.

Для осуществления процесса переноса тепла и влаги определенной массы необходимо наличие разности потенциалов – для теплового потока разность потенциала переноса влаги, для испарения влаги с поверхности изделия – разность парциальных давлений, водяных паров. При теплообмене разность потенциалов оценивается разностью температур. В сушилках и печах происходит непрерывный тепло- и массообмен между средой, влагой и изделиями по всем видам теплопередачи: омытием (конвекцией), теплопроводностью (кондукцией) и лучеиспусканием (радиацией).

Сушильные агрегаты строятся, как правило, двух типов: большеразмерные камерные и туннельные. При использовании преимущественно чувствительного к сушке монтмориллонитового сырья используются больше камерные сушилки, в которых можно задавать режимы сушки, соответствующие типу изделий.

Обжиг является завершающей операцией в производстве керамических изделий, определяющей качественные и эксплуатационные показатели готовой продукции: прочность, плотность, морозостойкость и другие показатели.

Обжиг как процесс формирования керамики обуславливается физико-химическими и физическими процессами, происходящими в изделиях, которые, в свою очередь, зависят от химического и минералогического состава сырья, характера и количества примесей и других факторов.

Ранее проведенными исследованиями многих авторов установлено, что при нагревании в глинистых материалах происходят следующие физико-химические процессы:

- выделение адсорбционно связанной воды;
- окисление органических примесей;
- выделение конституционной воды (дегидратация глинистых минералов);
- реакции декарбонизации и десульфидизации;
- реакции новообразований в твердых фазах;
- образование расплава и жидкофазные реакции;
- образование новых кристаллических фаз.

Обжиг является основным потребителем тепловой энергии и источником теплового загрязнения окружающей среды. В этой связи совершенствование тепловой работы обжиговых печей является весьма актуальной задачей.

Наибольшее распространение получили печи непрерывного действия, работающие по принципу противотока. Продукты сгорания, поступающие из топливосжигательных устройств в зону обжига, движутся по обжиговому каналу навстречу садке, нагревая её. Для создания организованного движения дымовых газов в печном канале создается разрежение с помощью дымососа, производящего отбор отработанных продуктов сгорания в зоне загрузки холодной садки кирпича.

К недостаткам этого метода тепловой работы печи можно отнести наличие разрежения в зоне подготовки, что приводит к неконтролируемым подсосам воздуха через неплотности рабочего пространства, снижающим равномерность нагрева изделий и энергоэффективность работы печи, а также отсутствие возможности форсировать процесс обжига, например, при переходе от обжига пустотелого кирпича к полнотелому. Так, при увеличении степени загромождения рабочего канала необходимо увеличивать тягу для эвакуации продуктов сгорания из зоны обжига, что вызывает существенное увеличение подсосов в зоне подготовки. На сегодняшний день к недостаткам противоточной схемы можно отнести также омывание продуктами сгорания кирпича в зоне подготовки. Использование на многих производствах глинистого сырья с высоким содержанием серы приводит к тому, что в зоне обжига происходит окисление серы, и она в виде сернистого газа с дымовыми газами поступает в зону подготовки, где происходит ее взаимодействие с поверхностью холодной садки, что приводит к высолам на поверхности изделий.

Для улучшения тепловой работы обжиговой печи предлагается установка системы отопления, использующей рекуперативные горелки. Применение рекуперативных горелок приводит к распределенному отбору дымовых газов по длине обжигового канала в отличие от сосредоточенного при традиционном способе отопления. Этот способ отопления печи позволяет снизить неконтролируемые подсосы из внепечного пространства, повысив качество нагрева изделий и энергоэффективность работы печи.

При традиционной схеме отопления обжиговой печи для увеличения срока службы дымососа и дымовой трубы температуру отходящих дымовых газов поддерживают на уровне 150-180 °С. Коэффициент избытка воздуха при этом составляет 5-10. Таким образом потери теплоты с уходящими дымовыми газами составляют 35-60 %. При использовании системы отопления с

рекуперативными горелками удастся снизить эти потери до 20-25 %. Действительно, при высокой степени рекуперации температура отходящих дымовых газов будет составлять 250-300 °С при коэффициенте избытка воздуха в пределах 1,5-2, что будет соответствовать приведенному проценту потерь тепловой энергии.

Продукты сгорания, двигаясь впротivotок садке, удаляются последовательно по ходу движения через индивидуальные рекуператоры горелок, нагревая воздух, поступающий на горение, и замещаясь на свежие продукты сгорания, не содержащие окислов серы. Это позволяет заблокировать появление высолов на лицевой поверхности изделий при контакте с отработанными дымовыми газами, а также производить досушку кирпича в печи.

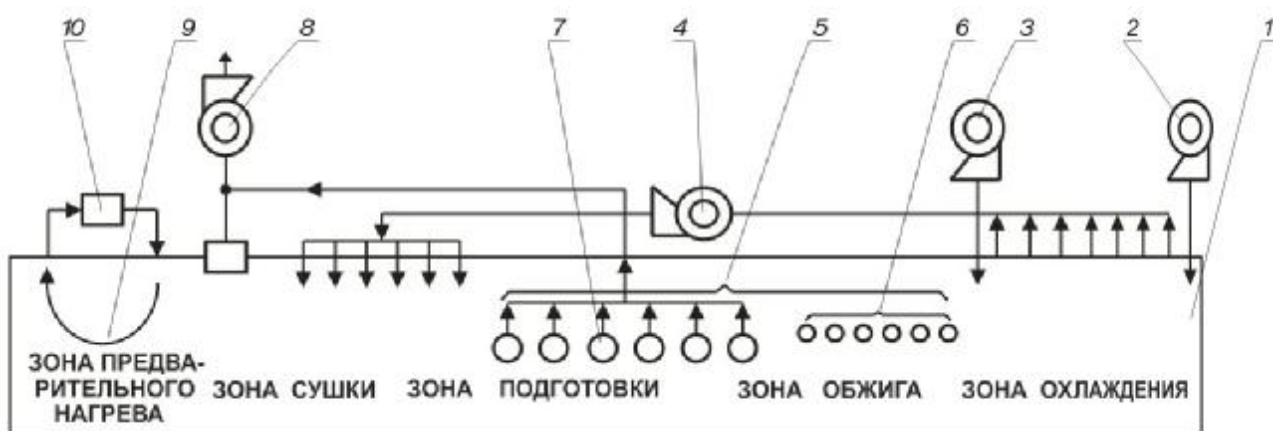
Следует отметить, что предлагаемая система отопления печей создает практически постоянное давление в обжиговом канале и способствует более качественному нагреву изделий.

Надо отметить, что несмотря на совершенствование сушил и печей, остается и их большой недостаток, состоящий в том, что они разобщены, и это приводит к значительному осложнению спецтранспорта, связанного с загрузкой и разгрузкой сушильных вагонеток и перекладкой кирпича на обжиговые вагонетки, сложной системой подачи и равномерного распределения теплоносителя в сушилке.

В настоящее время получило развитие производство пустотело-поризованных большеразмерных блоков, не требующих длительных сроков сушки и обжига. Наряду с этим увеличивается потребность в изделиях полнотелых или с небольшой пустотностью, производство которых со многих точек зрения целесообразно осуществлять методом компрессионного формования. При этом формование производится при относительной влажности из пресс-порошка такой влажности, при которой кирпич-сырец не имеет усадки при последующей тепловой обработке, т.е. относительная влажность кирпича сырца ниже критической влажности на 2-3 %. То есть появляется возможность также значительно форсировать режим и сократить продолжительность сушки изделий, существенно сократить тепловые потери. Для этой цели нами разработана, с учетом устранения недостатков действующих туннельных печей, туннельная печь-сушилка, обеспечивающая сушку и обжиг изделий без укладки их на сушильную вагонетку и перекладки с сушильной на печную, значительно упростив систему спецтранспорта современного завода и сократив издержки производства.

На рисунке схематично изображена туннельная предлагаемая печь-сушилка.

Туннельная печь-сушилка содержит рабочий канал 1, условно разделенный на зоны предварительного нагрева, сушки, подготовки, обжига и охлаждения, вентилятор 2 подачи атмосферного воздуха в конец зоны охлаждения, вентилятор 3 подачи атмосферного воздуха в начало зоны охлаждения, вентилятор 4 отбора горячего воздуха из зоны охлаждения и подачи его между зоной сушки и зоной подготовки, отопительную систему 5 зоны обжига со скоростными горелками 6, рекуперативные скоростные горелки 7, вентилятор 8 отбора дымовых газов из рекуперативных скоростных горелок 7, установленных в конце зоны подготовки, и отработанного теплоносителя из зоны сушки, систему рециркуляции 9, оснащенную воздухонагревателем 10, размещенную в зоне предварительного нагрева.



Туннельная печь-сушилка работает следующим образом: в рабочий канал 1 туннельной печи-сушилки подают атмосферный воздух вентиляторами 2 и 3 соответственно в конец и начало зоны охлаждения, создавая подзоны умеренного и скоростного охлаждения. Вентилятором 4 отбирают горячий воздух по всей зоне охлаждения и подают его между зоной подготовки и сушики. Отопительной системой 5 зоны обжига подают в скоростные горелки 6 топливо и воздух, при сгорании которых нагреваются изделия до оптимальной температуры. Дымовые газы пропускают через установленные в зоне подготовки рекуперативные горелки 7, которые нагревают воздух до температуры 450 °С. Затем дымовые газы, прошедшие рекуперативные скоростные горелки 7, отбирают вентилятором 8 и выбрасывают в атмосферу, что исключает попадание их в зону подготовки и оседание вредных соединений, содержащихся в газах на сырце. Такое решение позволяет работать с коэффициентом избытка воздуха не более 2, существенно сократить зону подготовки за счет активного выравнивания температурного поля рекуперативными горелками, а также существенно снизить потери с уходящими дымовыми газами, тепло которых используют сразу после зоны обжига, то есть существенно увеличить коэффициент использования топлива и практически исключить появления высолов на готовых изделиях. Вентилятором 8 отбирают также из начала зоны сушики отработанный теплоноситель. Для улучшения качества сушики и ликвидации сушильного брака дополнительно перед зоной сушики предусмотрена зона нагрева сырца с размещенной в ней системой рециркуляции 9, оснащенной воздухонагревателем 10. Это позволяет смягчить режим сушики в результате равномерного нагрева изделий по всему объему канала без удаления влаги.

Использование в предлагаемом техническом решении системы рециркуляции, оснащенной воздухонагревателем, размещенной в зоне предварительного нагрева, и установленных в зоне подготовки рекуперативных скоростных горелок, выходы которых соединены с вентилятором отбора дымовых газов, позволяет повысить качество готовых изделий и сэкономить топливные ресурсы на 25-30 %, т.е. на 30-40 кг условного топлива на тонну изделий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ребиндер П.А. Физико-химическая механика дисперсных структур. – М.: Наука, 1966. – С. 3-16.
2. Ребиндер П.А. Научные основы технологии и развития производства стеновой строительной керамики в СССР. – Киев: Наук. Думка, 1970. – С. 21-29.
3. Лыков А.В. Теория сушики. – М.: Энергия, 1968. – С. 17-27.
4. Лыков А.В. Теоретические основы строительной теплофизики. – Минск: Изд-во АНБССР, 1961. – 519 с.
5. Дибров Г.Д. и др. Изменение прочности пористых дисперсных тел в зависимости от условий взаимодействия с водой. ДАН, 1967, т. 174, № 1. – С. 154-157.
6. Нохратян К.А. Сушка и обжиг в промышленности строительной керамики. – М.: Стройиздат, 1962. – С. 602.
7. Белополюский М.С. Научные основы технологии и развития стеновой строительной керамики. – Киев: Наук. Думка, 1972. – С. 89-98.
8. Казанский В.М. Удельная теплота испарения и потенциал переноса влаги капиллярно-пористых тел // ИФЖ, 1963, № 12. – С. 44-51.
9. Ничипоренко С.П. Физико-химическая механика дисперсных структур в технологии строительной керамики. – Киев: Наук. Думка, 1968. – 112 с.
10. Будников П.П. Новая керамика. – М.: Стройиздат, 1969. – С. 312.
11. Тихи О. Обжиг керамики. – М.: Стройиздат, 1988. – 344 с.
12. Патент SU № 1390506, MKU F 27b9/00, опубл. 23.04.1988 г.
13. Патент RU № 2187771, MKU F 27b9/00, опубл. 20.08.2002 г.