

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

*В этой статье рассматривается роль сушки определяющих качество продукции и технико-экономические показатели процесса в целом, для получения керамического кирпича и определение коэффициентов тепла и массоотдачи при сушке.*

*Ключевые слова: керамика, керамический кирпич, строительные материалы, прочность.*

M. G. Salieva – senior lecturer, OshtU

## INVESTIGATION OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS FOR THE PRODUCTION OF CERAMIC BRICKS

*This article examines the role of drying determine the quality of products and technical and economic indicators of the overall process for the production of ceramic bricks and determination of the coefficients of heat and building materials.*

*Keywords: ceramics, ceramic brick, building materials, strength.*

**Введение.** Резкий рост стоимости энергоносителей и сырья, истощение наиболее крупных и легкодоступных месторождений сырья для производства строительных материалов выдвигают на первый план проблему разработки новых ресурсо- и энергосберегающих технологий и использование вторичных минерально-сырьевых ресурсов. Поиск новых технологических решений неразрывно связан с использованием новых сырьевых материалов.

**Цель.** Производство экологически чистых, долговечных и энергосберегающих стеновых изделий с повышенными теплоизоляционными характеристиками, а также развития новых технологий.

За многие годы производства керамического кирпича были разработаны научные и практические основы формирования и регулирования структуры изделий и требования к глинистому сырью, используемому для изготовления стеновых материалов. Общеизвестно, что кирпичные глины должны хорошо формоваться, сохранять форму и не давать трещин во время сушки, а после обжига обладать достаточной механической прочностью и морозостойкостью [3]. Глинистое сырье большинства районов Кыргызстана имеет в основном невысокое качество [4], малопластичные неспекающиеся суглинки.

При строительстве новых кирпичных заводов и реконструкции существующих производств специалисты все чаще сталкиваются с проблемой угледобыче, отходы углеобогащения, золы, шлаки, и улучшения физико-механических свойств готовой продукции необходимо использовать более качественные сырьевые, обусловленной истощением запасов хороших глин. Однако на практике применение даже самых современных вальцов позволяет обеспечить помол до размеров частиц 0,7-0,8 мм, и при этом бандажи вальцов подвергаются очень интенсивному износу. Для большинства видов глин, чтобы обеспечить высокое качество продукции, такого помола недостаточно. Даже при небольшом количестве карбонатов, если они не будут помолоты до частиц размером менее 0,3 мм, на кирпиче останутся поверхностные дефекты [8].

Для большинства видов глин, чтобы обеспечить высокое качество продукции, помола недостаточно. Даже при небольшом количестве карбонатов, если они не будут помолоты до части. Практика показывает, что традиционно сложившиеся технологические приемы не обеспечивают существенного улучшения свойств малопластичного неспекающегося техногенного и

природного сырья и не могут служить основой для выхода на уровень современных технологий керамического кирпича.

Ресурсы традиционного глинистого сырья истощаются, глин и суглинков, которые можно использовать без корректировки составов в производстве керамических стеновых материалов, становится все меньше. Параллельно со снижением запасов высококачественного глинистого сырья повышаются требования к качеству готовой продукции и спрос пустотелого керамического кирпича [10].

На фоне истощения запасов природных минеральных ресурсов *актуальным* является их рациональное использование, поиск новых нетрадиционных видов сырья и разработка наукоемких и передовых технологий для такой материалоемкой отрасли, как промышленность керамических стеновых материалов. Из всех потенциальных потребителей промышленных отходов отрасль керамических стеновых материалов является наиболее перспективной. Это направлено на использование природного сырья, на экономию электроэнергии, и охрана окружающей среды. В связи с этим возникает необходимость поиска новых дешевых сырьевых источников для производства стеновых керамических изделий.

Одним из важнейших этапов технологического процесса получения керамического кирпича является сушка, в значительной мере определяющая конечное состояние продукта. При возрастающих объемах производства строительных материалов возрастает и роль сушки как технологического процесса.

В зависимости от способа подвода теплоты к влажным материалам их специфических особенностей в промышленности; применяют следующие основные методы сушки: конвективная, контактная, сушка инфракрасными лучами, перегретыми паром, токами промышленной, высокой и сверхвысокой частоты, а также различные комбинированные способы сушки [1-3].

Большинство современных кирпичных заводов оборудовано устройствами для искусственной сушки кирпича-сырца, которые по режиму работы подразделяются на сушилки периодического (камерные) и непрерывного (туннельные) действия.

Сушилки непрерывного действия (туннельные) являются наиболее современным сушильным агрегатом в кирпичной промышленности. В туннельной сушилке кирпич-сырец, находящийся в вагонетках, в течение цикла сушки перемещается через весь туннель от одного его конца к другому. Срок сушки кирпича-сырца, изготовленного из пароувлажненной массы, сокращается примерно на 30%. Расход тепла на сушку кирпича-сырца в туннельных сушилках ниже, чем в камерных.

Существенным преимуществом туннельных сушилок перед камерными является то, что туннельные могут быть оснащены аппаратурой, обеспечивающей автоматическое регулирование процесса сушки. Продолжительность процесса сушки и качество высушенного кирпича-сырца в значительной степени зависят от плотности и системы садки сырца на сушильных вагонетках. Необходимо обеспечить равномерность умыывания теплоносителем сырца и получение надлежащей температуры и относительной влажности теплоносителя в различных частях сушилки. Недостаток туннельных сушилок в том, что в них наблюдается расслоение теплоносителя и более интенсивная сушка сырца на верхних полках. Устранение расслоения и равномерная сушка сырца по высоте туннеля достигаются перемешиванием теплоносителя в туннеле путем устройства воздушных завес за счет дополнительной подачи воздуха сверху в отдельных местах туннеля струйками с большой скоростью.

Процесс сушки начинается при создании разности давлений паров влаги над поверхностью тела и в окружающей среде и разности температур, обеспечивающий подвод теплоты, необходимый для изменения агрегатного состояния влаги. При этом температура тела повышается лишь до определённой величины, зависящей от температуры среды и парциального давления паров. Эта температура остаётся практически неизменной, пока испарение влаги происходит с поверхности тела, и не ограничивается интенсивностью подвода влаги из глубинных слоёв.

На практике в большинстве случаев при сушке капиллярно — пористых коллоидных тел можно выявить момент начала углубления зоны испарения, весьма важный для разработки и осуществления методов ускоренной сушки материалов. Начиная с этого момента, более интенсивно

повышается температура поверхностных слоев материала, существенно замедляется удаление влаги и, самое главное, появляются поверхностные слои пересушенного материала, имеющие повышенную температуру.

В период убывающей скорости сушки при испарении влаги с поверхности материала в большинстве случаев нет опасности значительного повышения температуры материала, пересушки его поверхности слоев и ухудшения их качества. В это время целесообразно продолжать интенсивно подводить теплоту к материалу, что ускоряет процесс без ухудшения качества материала.

При сушке капиллярно-пористых тел наблюдается постепенное углубление зоны испарения внутрь тела. Как было ранее отмечено, температура поверхностей золокерамического кирпича непрерывно возрастает. При этом постоянно уменьшается доля свободной поверхности испарения. Возрастает влияние внутри диффузного сопротивления переносу влаги внутри материала. После прогрева материала лобовая часть образца и верхняя его грань обезвоживается. Влажность этих поверхностей становится меньше гигроскопической и интенсивность сушки падает. Толщина высушенной части поверхностей различна: на лобовой грани толщина высушенного черепка больше, чем в корме вой и боковых гранях, что свидетельствует о более интенсивном росте температуры на лобовой грани кирпича.

Углубление зоны испарения можно рассчитать по выражению:

$$h = b \cdot \left( 1 - \frac{U_i}{U_n} \right), \quad (1)$$

где  $U_n, U_i$  – начальное и текущее влагосодержание образца, кг/кг;  $b$  – приведенная толщина тела, м;  $V$  – объем параллелепипеда, м<sup>3</sup>;  $F$  – поверхность тела, м<sup>2</sup>.

Рис.1 иллюстрирует изменение приведенной толщины высушенного черепка от влагосодержания образца ( $U_n = 0,353$  кг/кг, содержание золы 37,5%; эквивалентный диаметр золы  $d_{экс} = 28 \text{ мкм}$ ). Следует отметить, что изменение углубления зоны испарения во времени для образцов с различным количественным составом зола - глина будет различным, так как на процесс сушки оказывает влияние как количество золы в шихте, так и ее эквивалентный диаметр.

Коэффициент теплоотдачи от теплоносителя к высушиваемому образцу рассчитывался из теплового баланса I - той зоны кривой сушки и температурной кривой:

$$\alpha \cdot F \cdot (t_r - t_{cp}^M) \Delta \tau = m \cdot c \Delta t + m \cdot \Delta U \cdot r \quad (2)$$

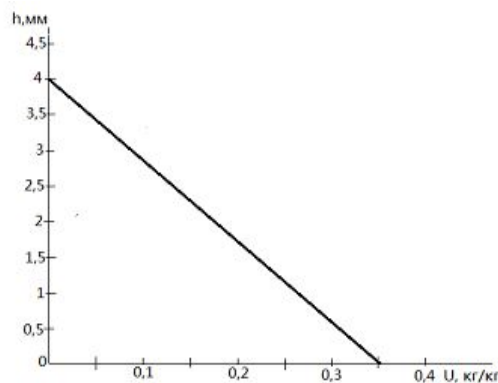


Рис.1 Углубление осреднённой зоны испарения в зависимости от влагосодержания образца. Количество золы-37,5%;  $d_3=13-28 \text{ мкм}$ ;  $t_r=150^\circ\text{C}$ .

где:  $m$  – масса абсолютно сухого образца, кг;  $\Delta U$  – изменение влагосодержания образца на шаге расчета, кг/кг;  $r$  – удельная теплота парообразования, Дж/кг;  $c$  – теплоемкость материала, Дж/кг\*К;

$t_r, t_{cp}^M$  – температура теплоносителя и средняя температура материала, °С;

-изменение средней температуры образца на шаге расчета, С;  $\alpha$  - коэффициент теплоотдачи, Вт/м К.

Экспериментальные данные были обработаны на ПЭВМ в виде критериального уравнения с учетом углубления зоны испарения [10].

$$N_U = 0,65 R_e^{0,5} (1 + 1,55 \cdot 10^{-4} R_e)^{0,25} \left(1 - \frac{h}{b}\right)^{0,58} \quad (3)$$

где:  $R_e = \frac{Wd_{\text{э}}\rho}{\mu}$  - критерий Рейнольдса;  $N_e = \alpha d_{\text{э}} / \lambda$  - критерий Нуссельта;  $\rho, \mu, \lambda$  - плотность, вязкость, теплопроводность сушильного агента;  $d_{\text{э}} = \frac{4F}{\Pi}$  - определяющий размер, F- поверхность лобовой плоскости образца, м;  $\Pi$  — смоченный периметр лобовой плоскости образца, м;  $\omega$  - скорость сушильного агента, м/с; h — приведенная глубина зоны испарения, м; b - приведенная толщина образца, м.

Коэффициент массоотдачи рассчитывался по уравнению:

$$S_h = 0,722 R_e^{0,5} (1 + 1,43 \cdot 10^{-4} R_e)^{0,25} \left(1 - \frac{h}{b}\right)^{0,845} \quad (4)$$

где:  $S_h = \frac{\beta d_{\text{э}}}{D}$  - шаг расчета, сек;  $\chi_{\text{ср}}$  - движущая сила процесса сушки, кг/кг; F - поверхность образца, м;  $\beta$  - коэффициент массоотдачи, м/с.

Полученные значения коэффициента массоотдачи обработаны в виде критериального уравнения с учетом углубления зоны испарения:

$$S_h = 0,722 R_e^{0,5} (1 + 1,43 \cdot 10^{-4} R_e)^{0,25} \left(1 - \frac{h}{b}\right)^{0,845} \quad (5)$$

- критерий Шервуда. D- коэффициент диффузии водяного пара в воздухе м<sup>2</sup>/с.

Изменение коэффициентов тепло - и массоотдачи при сушке шихты различного состава представлены на рис.1 значения коэффициентов тепло- и массоотдачи монотонно убывают с уменьшением влагосодержания образцов. Характер этих изменений зависит от количества введенной в шихту золы и ее эквивалентного размера.

#### Вывод:

Необходимо осуществить не только глубокие исследования вещественного состава и технологических свойств сырья техногенных месторождений, но и разработать научные основы и технологические принципы получения и управления структурой и свойствами керамических стеновых материалов на основе малопластичного неспекающегося техногенного и природного сырья.

#### Литература:

1. **Жучков, П.А.** Процессы сушки в целлюлозно-бумажном производстве. [Текст] - М.: Лесная промышленность, 1965. – 252с.
2. **Куц, П.С.** Обобщенное уравнение температурной кривой процесса конвективной сушки влажных материалов. [Текст] / Ольшанский А.К., Шкляр В.Я. // ИФЖ. - 1989. - т.57№4. - 627 -631 с.
3. **Куц, П.С.** Метод расчета процесса конвективной сушки влажных материалов. [Текст]/ Шкляр В.Я., Ольшанский А.К. // ИФЖ. - 1986. - т.51, №1. - с.99 - 104.
4. **Лебедев, П.Д.** Теплообменные сушильные и холодильные установки [Текст] - М.: Энергия, 1966. – 476с.
5. **Лыков, А.В.** Теория сушки [Текст] - М.: Энергия, 1968. – 472с.
6. **Лыков, А.В.** Теория тепло - и массопереноса. [Текст] /Михайлов Ю.А. // Л.: Госэнергоиздат, 1963.534 с.

7. **Ольшанский, А.К.** Приближенные методы расчета кривой скорости сушки. [Текст]// Тепло - и массообмен в сушильных и термических процессах: Сб. статей - Минск, 1971-200- 211с.
8. **Плановский, А.Н.** Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии [Текст] / Николаев П.И.// — М.: Химия, 1987. – 496с.
9. **Романков, П.Г.** Массообменные процессы химической технологии [Текст] / Романков П.Г., Рашковская Н.Б., Фролов В.Ф. // - Л.: Химия, 1975. – 336с.