

УДК 666.9

НАПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

П.А. ЗАДОРА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЕНОВА)

Рассмотрены основные технологические этапы производства керамического кирпича методом пластического формования. На основе краткого анализа наилучших технологий, показано, что снижение энергопотребления в современной технологии керамики невозможно без оптимизации сушки и обжига, совершенствования конструкции и тепловой работы туннельных печей.

Керамические стеновые материалы благодаря высоким потребительским свойствам широко используются в строительстве. Производство стеновых керамических материалов в Республике Беларусь осуществляют ОАО «Минский ЗСМ», ПРУП «Горынский КСМ», ОАО «Радошковичский КЗ», КУП «Лоевский КСМ», ОАО «Керамика» (г. Витебск), Керамический завод ОАО «Керамин», ОАО «Брестский КСМ», ОАО «Обольский керамический завод», ЗАО «Столбцовский керамический завод» и еще несколько сезонных предприятий годовой мощностью по 1–3 млн шт. условного кирпича. Затраты технологического топлива на производство составляют от 143 кг усл. топлива в ОАО «Радошковичский КЗ» и ОАО «Керамин», до 260 кг – в ОАО «Керамика» и ПРУП «Горынский КСМ». Средний расход электроэнергии на производство 1 тыс. шт. усл. кирпича от 95 до 164 кВт·ч [1]. Производители керамического кирпича, работающие в странах Западной Европы, имеют значительно меньшее удельное энергопотребление. Сопоставление удельного потребления энергии, характерного для производителей керамического кирпича, работающих в различных странах, приведено на рисунке 1 [2].

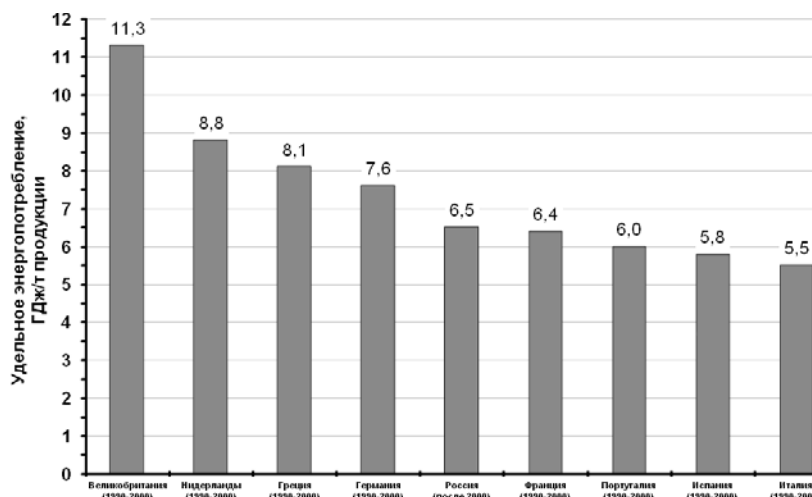


Рисунок 1. – Удельное энергопотребление в производстве керамического кирпича в различных странах (в скобках указаны годы постройки/реконструкции предприятий) [2]

При производстве керамического кирпича на заводах республики используются два основных метода производства: метод полусухого прессования и метод пластического формования. В связи с тем, что большинство месторождений республики представлено легкоплавкими глинами, наибольшее распространение получил метод пластического формования.

Технология производства керамического кирпича «отработана» и подробно представлена в литературе [3]. Основные технологические этапы: добыча глины и подготовка шихты; формование и сушка кирпича; обжиг. Применение метода пластического формования предусматривает приготовление глиняной массы с содержанием влаги 15–20%. Также применяют различные добавки. Добавками могут быть отходы углеобогащения или любые местные отходы (например, золошлак, отходы угледобычи). Количество добавок составляет примерно 30% [3].

Куски глины тщательно измельчаются до размеров 100–150 мм, а затем при помощи специальных конвейеров с набором вальцов происходит последовательное дальнейшее измельчение глиняной массы (до размеров 1 мм) и удаление мелких каменных вкраплений. Затем в смесителе с фильтрующей решеткой глиняная масса увлажняется и тщательно перемешивается. Количество влаги доводится до 18–

25%. В смесителе к глине примешиваются необходимые добавки. И в завершение первого этапа прессами формируется брус, заготовка будущих кирпичей.

На втором этапе отформованный брус разрезается на отдельные изделия, так называемый кирпич сырец. Обжигать сразу кирпич сырец нельзя, так как на данном этапе он имеет очень высокое содержание влаги и при обжиге просто потрескается. Поэтому кирпичи сначала сушат, процесс сушки является обязательным. В это время влага, содержащаяся в изделиях, перемещается из внутренних областей к поверхности, вступает в соприкосновение с теплым воздухом и испаряется. В результате испарения воды освобождается место между частицами глины. Происходит уменьшение объема изделий или усадка. Температура сушки и обжига, а также темп роста температуры, играют важную роль в процессе изготовления кирпичей. Влага начинает испаряться при нагреве изделия в диапазоне температур 0–150°C. Когда температура нагрева достигает 70°C, давление водяных паров может достичь критических значений, что в свою очередь приведет к возникновению трещин. Рекомендуемый темп роста температуры 50–80°C в час. При этом скорость испарения влаги с поверхности, не будет опережать скорость парообразования внутри изделия. После завершения сушки кирпичи отправляются на обжиг в специальные печи.

Завершающая стадия в процессе изготовления кирпичей методом пластического формования – обжиг. Кирпич сырец отправляется в печь, все еще имея небольшое количество влаги, примерно 8–12%. Поэтому в начале обжига происходит досушивание кирпичей. Затем при температурах 550–800°C начинается дегидратация глинистых минералов. Кристаллическая решетка минералов распадается, в результате теряется пластичность глины, происходит усадка изделия. В диапазоне температур 200–800°C выделяются летучие органические примеси глины и добавки. При этом темп роста температуры обжига достигает значений в 300–350°C в час. Далее некоторое время температуру выдерживают до полного выгорания углерода. Дальнейшее повышение температуры, более 800°C, приводит к структурному изменению изделия. На этом этапе темп увеличения температуры составляет 100–150°C в час — полнотелые кирпичи и 200–220°C в час — пустотелые. После того как достигнута максимальная температура обжига, происходит выдерживание температуры, для равномерного прогрева всего изделия. Затем начинают снижать температуру обжига на 100–150°C. При этом кирпичи еще более усаживаются и деформируются. По достижении температуры ниже 800°C темпы охлаждения достигают значений в 250–300°C в час. Время на обжиг партии изделий при таких условиях составляет примерно 6–8 часов. После обжига структура изделия полностью меняется. Теперь это камневидный предмет, водостойкий, прочный, устойчивый к перепадам температур, а также обладающий другими полезными свойствами.

Анализируя технологию производства кирпича, с точки зрения энергозатрат, очевидно, что основными потребителями топлива являются сушилка и печи. Теплота сжигаемого топлива расходуется в них на физико-химические преобразования в сырце и компенсацию различных тепловых потерь в агрегате. Затраты теплоты на физико-химические преобразования определяются исходным сырьем и его состоянием, а компенсационные затраты зависят от организации процессов сушки и обжига и потерь в самих структурах агрегатов [4].

Снижение энергопотребления в современной технологии керамики невозможно без оптимизации сушки, включая повышение скорости, термической эффективности и снижения потерь. Отмечается [2], что во всех процессах, за исключением длительных и мягких режимов сушки, необходимо тщательно контролировать скорость нагревания, режим циркуляции воздуха, температуру и влажность в сушилке. Горячий воздух в сушилке подают в основном от газовых горелок или из зоны охлаждения печей. Керамические массы могут обладать различной чувствительностью к сушке (невозможность высушить образец из данной массы без образования трещин), однако на подавляющее их большинство благотворно влияет предварительный прогрев в условиях повышенной влажности (с минимальным или полностью отсутствующим удалением влаги), за которым следует основной этап сушки более горячим и сухим воздухом. Остаточная влага из полуфабриката удаляется особенно тяжело, требуя применения наиболее сухого и горячего воздуха.

Основные энергозатраты связаны с обжигом керамических изделий. Обжиг проводят в печах, это могут быть печи с выкатным подом и колпаковые печи, кольцевые печи (печи Гофмана), роликовые печи, вращающиеся печи или туннельные печи. Наиболее полно технологии промышленного производства отвечают туннельные печи [2].

Туннельные печи представляют собой сконструированные из огнеупорных материалов туннели, в которых проложены рельсы для перемещения вагонеток. На вагонетках устроены огнеупорные полки, куда в определенном порядке загружают изделия. Вагонетки проталкивают вдоль печи через определенные интервалы против движения воздуха, нагнетаемого одним или несколькими вентиляторами в вытяжной канал вблизи устья печи. Большая часть современных туннельных печей обогревается газом, максимальная температура создается в зоне обжига около центра печи. По мере своего движения входящая садка прогревается горячими топочными газами, а выходящая охлаждается при обдуве подаваемым в печь воздухом, который при этом подогревается. Часть воздуха из зоны охлаждения отбирают в смеж-

ные сушилки, что обеспечивает существенную экономию топлива. Канал печи изолируют от подсоса воздуха из подвагонеточного пространства при помощи песчаного затвора с целью снижения энергопотребления путем создания герметичного рабочего пространства печи. В ряде случаев туннельные печи, оснащенные особыми видами транспортных устройств (например, контейнерами-лодочками), используют для обжига сырья и изделий технической керамики [2].

Неоспоримыми достоинствами туннельных печей являются: непрерывный цикл работы высокая производительность, возможность автоматизации процесса обжига. Недостатки: материалоемкость, инерционность неравномерность обжига, нерациональные затраты тепла на потери с уходящими дымовыми газами, с нагретым продуктом и вагонетками и др. [4].

В работе [4] отмечаются следующие основные направления совершенствования конструкции и тепловой работы туннельных печей:

- разработка индивидуальных проектов печей для конкретных месторождений и технологий;
- разработка и применение скоростных режимов сушки и обжига;
- повышение качества сжигания топлива;
- применение новых эффективных горелочных устройств и импульсных систем отопления;
- оптимизация рабочего пространства печи и садки кирпича;
- уменьшение тепловой инерции и потерь теплоты через стены и свод, с вагонетками и готовым кирпичом и др.;
- применение новых эффективных огнеупорных и теплоизоляционных материалов;
- использование PLC-контроля режимов обжига.

На потребление энергии существенное влияние оказывают химический и минералогический состав шихты, а также введение добавок. Так, например, присутствие в шихте 8 % – 10 % угольной пыли достаточно для того, чтобы вести обжиг за счет энергии сгорания органической добавки. Существенная экономия топлива для обжига достигается при введении в шихту для поризации опилок, а также при использовании так называемых «углистых» глин, характеризующихся повышенным содержанием органических соединений. В то же время с увеличением в сырье глинистых и известняковых компонентов требуется повышенный расход топлива для протекания эндотермических реакций разложения гидроалюмосиликатов и карбонатов. Поэтому в зависимости от типа используемого сырья расход энергии может существенно отличаться независимо от того, каким оборудованием оснащен завод и какая технология применяется [2].

Обобщение наилучших доступных технологий в производстве керамических изделий [2], показало что снижение потребления энергии в производстве керамических изделий может быть достигнуто путем применения совокупности следующих технологических решений и технических приемов: модернизация печей и сушилок; рекуперация избыточного тепла печей, особенно из зоны охлаждения; оптимизация заготовок; оптимизация формы, габаритов, состава и структуры заготовок существенно увеличивает энергоэффективность сушки и обжига при использовании соответствующих сушилок и печей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мелешко, В.Ю. Керамическая стеновая подотрасль Республики Беларусь / В.Ю. Мелешко // Строительные материалы. – № 2. – 2006. – С.8–9.
2. Производство керамических изделий: Информационно-технологический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М. : Бюро НДТ, 2015. – 235 с.
3. Пищ, И. В. Технология керамического кирпича : учебно-методическое пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности "Химическая технология неорганических веществ, материалов и изделий" / И. В. Пищ, Р. Ю. Попов. – Минск : БГТУ, 2014. – 186 с.
4. Пилипенко, Р.А. Современные направления в энергосбережении при обжиге кирпича / Р.А. Пилипенко, А.В. Пилипенко, Д.Н. Логвиненко // Промышленная теплотехника. – 2004. – Т. 26, № 6. – С. 191–196.