

возможность перехода на двухкомпонентную шихту состава хромит – кальцинированная сода. Однако в этом случае не достигается высокая степень окисления хрома из-за сплавления прокаливаемой массы при обжиге за счёт перекрытия доступа кислорода к зёрнам хромита. Для решения этой проблемы предполагается заменить часть соды на окисляющую добавку. При введении окислителя непосредственно в шихту можно достичь высоких степеней окисления хрома и снизить температуру обжига примерно на 100 °С [1, 2]. Значительное снижение материальных потоков увеличит производительность прокалочных печей примерно в два раза и позволит выщелоченную массу вновь возвращать в голову процесса для более полного извлечения хрома.

В действующих производствах, крупным материальным потоком является сильно запылённый газ обжиговых печей. Для его удовлетворительной очистки требуются сложная система санитарно-технической очистки, включающая в себя дорогие в обслуживании электрофильтры. Уловленную пыль возвращают в шихту, что также влечёт значительные энергетические затраты и даёт дополнительную нагрузку на прокалочные печи. Грануляция шихты с добавлением окислителя позволит резко сократить пылеунос из печи и упростить систему газоочистки.

Очевидно, что реализация данных предложений позволит значительно сократить издержки производства, а также открывает возможность переработки хроматных шламов в огнеупоры. Однако они требуют более полного теоретического и практического изучения, что и является предметом моего исследования.

#### *Библиографический список*

1. Низов В.А., Катышев С.Ф. // Вестник УГТУ-УПИ. Сер. химическая. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. Вып. № 23. С. 151-153.
2. Низов В.А., Корлыханов А.А. Способ получения хромата щелочного металла. Заявка № 2003101568 от 20.01.03.
3. Авербух Т.Д., Павлов П.Г. Технология соединений хрома. Изд. 2-е, испр. Л.: Химия, 1973. 336 с.

## **ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ОГРАЖДЕНИЯ ВТПУ НА РАСХОД ПЕРВИЧНОГО ЭНЕРГОРЕСУРСА**

*Арапова Л.Н., Нешпоренко Е.Г.  
Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова  
neshporenkoeg@mail.ru*

Одной из важных и актуальных проблем, возникающих в различных областях науки и производства, является проблема энергосбережения. Под энергосбережением стоит понимать комплекс мер, направленных на эффективное использование топливно-энергетических ресурсов.

Одним из направлений повышения тепловой эффективности высокотемпературных установок является снижение тепловых потерь в окружающую среду через ограждение. Существуют различные способы снижения значения теплового потока, основные из которых (рисунок): повышение термического сопро-

тивления кирпичной кладки ограждения; тепловая изоляция кладки стен высокотемпературных установок с использованием огнеупорных теплоизоляционных материалов; использование способа «температурный барьер», позволяющего снижать поток теплоты через внутреннюю поверхность ограждения; использование пористых стенок ограждения, и др. [1].

В данной работе сравниваются методы снижения тепловых потерь высокотемпературных установок обозначенных способов.

В качестве базового варианта ограждения высокотемпературных установок принято ограждение, выполненное из огнеупорных материалов: динас и шамот, у которых огнеупорность выше 1600 °С [2]. Условия на границах: температура горячей поверхности 1600 °С, температура холодной поверхности 20 °С, коэффициент теплопроводности материалов зависит от температуры стенки, суммарная толщина термических сопротивлений 0,2 м.

В общем случае расчет теплового потока через ограждение рассчитывается по формуле [3]:

$$q = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\lambda_i}{\delta_i} \cdot (t_1 - t_{n+1}), \quad (1)$$

где  $\delta_i$  – толщина термического сопротивления, м;  $\lambda_i$  – коэффициент теплопроводности при средней температуре слоя, Вт/(м·К).

Тепловой поток, проходящий через каждый отдельный слой, будет один и тот же. Таким образом, можно рассчитать количество теплоты, теряющееся в

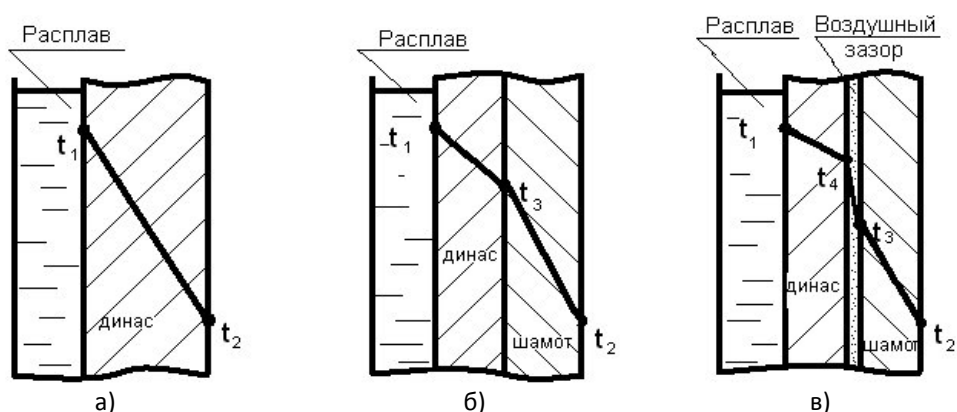


Рис. 1. Распределение температур в стенке:

а – однослойная стенка; б – двухслойная стенка; в – «температурный барьер»

окружающую среду для однослойной, двухслойной и трехслойной стенки. В последней, в качестве третьего слоя применен воздушный зазор. Задача усложнена тем, что теплопроводность стенки зависит от температуры самой стенки [2, 4]:

$$\lambda_o(t_{cp}) = 0,58 + 43,6 \cdot 10^{-5} \cdot t_{cp}, \quad (2)$$

$$\lambda_u(t_{cp}) = 0,47 + 16,3 \cdot 10^{-5} \cdot t_{cp}. \quad (3)$$

где  $\lambda_o(t_{cp})$  – теплопроводность слоя ограждения из динаса при средней температуре;  $\lambda_u(t_{cp})$  – теплопроводность слоя ограждения из шамота при средней температуре.

Расчеты показали, что для однослойной стенки, выполненной из 0,2 м динаса, тепловой поток через ограждение составляет  $7372 \text{ Вт/м}^2$ . Для двухслойной стенки, выполненной из 0,1 м динаса с горячей стороны и 0,1 м шамота с холодной стороны, тепловой поток составил  $5979 \text{ Вт/м}^2$ . В случае «температурный барьер» в виде прослойки из воздуха, размером 1 см, тепловой поток снизится до  $4222 \text{ Вт/м}^2$ .

Таким образом, применение различных теплотехнических методов организации ограждения позволяет сократить тепловые потери в окружающую среду на 43 % по отношению к базовому варианту.

Тепловые потери через ограждение влияют на расход топлива (энергоресурса). Возрастание тепловых потерь через ограждение приводят к экспоненциальному росту затрат топлива на процесс. Особенно это актуально для высокотемпературных восстановительных процессов, в которых теплота топлива не может быть использована полностью по условиям организации процессов.

Тепловой баланс нагревательных печей в основном состоит из следующих расходных статей: тепловые потери с отходящими газами  $Q_{\text{ог}}$  70 % и 30 % распределены между тепловыми потерями через ограждение  $Q_{\text{ос}}$  и теплопотреблением технологических материалов  $Q_{\text{тм}}$ .

Например, в печи нагревается металл. В принятых условиях, для базового варианта тепловой баланс выглядит следующим образом:  $Q_{\text{ог}}$  70 %,  $Q_{\text{ос}}$  9,5 %,  $Q_{\text{тм}}$  20,5 %. При этом расход топлива в условном эквиваленте составляет 0,264 кг у.т. на 1 кг нагреваемого металла. Для двухслойного ограждения из динаса и шамота – 0,248 кг у.т./кг. При «температурном барьере» – 0,226 кг у.т./кг. Следовательно, расход топлива в окружающую среду сократился на 14 %, за счет улучшенной теплоизоляции зоны высоких температур.

Таким образом, были исследованы различные методы теплоизоляции для снижения тепловых потерь и расхода топлива через ограждение ВТПУ. Однако, предельное снижение расхода топлива возможно только при полном снижении тепловых потерь через ограждение до нуля путем увеличения термического сопротивления или путем применения новых теплотехнических принципов использования этой теплоты в пределах тепловой схемы процесса.

#### *Библиографический список*

1. Ключников А.Д. Энергетика теплотехнологии и вопросы энергосбережения. М.: Энергоатомиздат, 1986. 128 с.
2. Теплоэнергетика и теплотехника: Общие вопросы: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина. 3-е изд., перераб. Кн. 1. М.: Изд-во МЭИ, 1999. 528 с.
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача: учебник для вузов 4-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоиздат, 1981. 416 с.
4. Теплофизические свойства технически важных газов при высоких температурах и давлениях: Справочник / В.Н. Зубарев, А.Д. Козлов, В.М. Кузнецов и др. М.: Энергоатомиздат, 1989. 232 с.