УДК 942.641

В.И. ВИННИЧЕНКО, докт. техн. наук, ***Т.Г. ИВАЩЕНКО***,
Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЗАТРАТ ТОПЛИВА И ВЫБРОСОВ ГАЗООБРАЗНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ В ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЯХ

В статті пропонується методика прогнозування викидів газів, які утворюються в процесі термічної обробки матеріалів в хімічних технологіях. Встановлено взаємозв'язок кількості газоподібних речовин, що потрапляють в атмосферу, з мінералогічним складом вихідної сировини, ентальпією хімічних реакцій утворення мінералів та питомими витратами палива на теплову обробку.

In article the technique of forecasting of emissions of gases which are formed during thermal processing in technology of materials is offered. Conclusions about interrelation of amount of gaseous products with mineralogical structure of initial raw material, enthalpy chemical reactions of formation of minerals an end-product of roasting, the charge of fuel on process and technological efficiency are made.

В настоящее время экологическим аспектам химических технологий уделяется все больше внимания во всем мире

В связи с ужесточением требований к защите окружающей среды [1], а также введением платы в странах Европы за сверхнормативные выбросы загрязняющих газообразных веществ в атмосферу, появилась настоятельная необходимость в определении направлений снижения образования этих выбросов в химических технологиях.

В статье предпринята попытка прогнозирования экологических параметров технологий с использованием теоретических основ термодинамики [2], поскольку химические производства сопровождаются значительным количеством выбрасываемых в атмосферу газов. Так, например, при мокром способе производства цементного клинкера масса газов, поступающих в атмосферу, превышает массу производимого клинкера в 3 – 4 раза [3].

Характеристикой совершенства химических технологий являются удельные показатели на единицу выпускаемой продукции: потребления топлива, сырьевых материалов и электроэнергии. Для определения этих показателей имеются известные методики и формулы. А зависимостей, позволяющих без произведения замеров определить удельные показатели по загрязне-

нию атмосферы газообразными выбросами – не существует. Нами предлагается направление решения данной проблемы.

Общий выход отходящих газов в процессе тепловой обработки материалов [2, 3] выразим в виде суммы продуктов сгорания топлива, углекислого газа, выделяемого при декарбонизации карбонатов кальция и магния, гидратной и физической влаги материала а также других газообразных веществ на единицу готовой продукции:

$$G_{ог} = G_г^T \frac{q_{энд} - q_{экз}}{\cdot Q_p^н} + G_{CO_2} + G_{H_2O}^M \text{ кг/кг пр.;}$$

где $G_г^T$ – количество продуктов сгорания топлива, кг/м^3 топлива; $Q_p^н$ – теплота сгорания топлива, кДж/м^3 топлива; G_{CO_2} – количество углекислоты, выделившейся из сырья, кг/кг пр; $G_{H_2O}^M$ – количество физического и гидратной влаги, выделившейся из сырья, кг/кг пр.

Количество углекислоты, выделившейся в результате декарбонизации углекислого кальция и магния сырья:

$$G_{CO_2} = G_C \cdot M_{CO_2}\left(\frac{CaCO_3}{M_{CaCO_3}} + \frac{MgCO_3}{M_{MgCO_3}}\right)\cdot 0{,}01.$$

Общая влага сырья:

$$G_{H_2O}^м = G_W^ф + G_W^г.$$

Физическая влага сырья:

$$G_{H_2O}^ф = \frac{G_C \cdot W}{100 - W}.$$

Гидратная влага исходных минералов сырьевой смеси:

$$G_{H_2O}^г = G_C\left[\frac{n \cdot M_{H_2O} \cdot ASH}{M_{ASH}} + \frac{2 \cdot M_{H_2O}(CaSO_4 \cdot 2H_2O)}{M_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}}\right]\cdot 0{,}01;$$

где $M_{CO_2}, M_{CaCO_3}, M_{MgCO_3}, M_{H_2O}, M_{ASH}$, $M_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}$ – молекулярная масса соответственно углекислого газа, карбоната кальция, карбоната магния, воды, алюмосиликатных минералов и двугидрата сульфата кальция, кг; n – количество молекул воды в алюмосиликате; $CaCO_3$, $MgCO_3$, ASH, $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ – количество карбоната кальция, карбоната магния, алюмосиликатных минералов и двугидрата сульфата кальция в сырье, % от массы сырьевой смеси; G_C – расход сухого сырья, кг/кг пр; G_W^{ϕ} – содержание физической влаги в сырье, кг/кг пр; G_W^{x} – содержание химической влаги в сырье, кг/кг пр; W – влажность сырьевой смеси, % от массы сырьевой смеси.

Расход топлива на получение готового продукта:

$$B_T = \frac{q_{энд} - q_{экз}}{\cdot Q_p^н}$$

Общее количество газов, выделившихся при обжиге:

$$G_{о.г} = G_г \cdot B_T + G_C \cdot M_{CO_2}\left(\frac{CaCO_3}{M_{CaCO_3}} + \frac{MgCO_3}{M_{MgCO_3}}\right)\cdot 0{,}01 + \frac{G_C \cdot W}{100 - W}$$
$$+ G_C^T\left[\frac{n \cdot M_{H_2O} \cdot ASH}{M_{ASH}} + \frac{2 \cdot M_{H_2O}\left(CaSO_4 \cdot 2H_2O\right)}{M_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}} + \frac{m \cdot M_{SO_3} \cdot MeSO_x}{M_{MeSOx}}\right]\cdot 0{,}01$$

В результате преобразований получена закономерность, связывающая характеристику исходных сырьевых минералов, исходную влажность сырьевой смеси, а также удельный расход топлива на обжиг единицы конечного продукта с образованием газов в процессе термической обработки. Из этого следует, что количество загрязняющих газообразных веществ выделившихся в результате термической обработки возрастает прямо пропорционально увеличению расхода топлива.

Из полученной зависимости можно определить направления снижения образования газов при обжиге вяжущих веществ с целью уменьшения загрязнения окружающей среды:

- снижение эндотермии химических превращений;
- сокращение содержания в исходной сырьевой смеси карбонатов каль-

ция, магния и других минералов, выделяющих при термической обработке газообразные загрязняющие вещества;

- уменьшение влажности сырья;

- снижение расхода топлива на процесс.

Кроме того, при использовании данной математической зависимости появляется возможность прогнозирования загрязнения атмосферы газообразными выбросами на стадии создания технологии, проектирования, а также в процессе эксплуатации технологической линии без сложных вычислений и дорогостоящих замеров.

Выводы:

- получена математическая закономерность связывающая расход топлива, состав исходной смеси и выход газов при тепловой обработке в химических технологиях, которая дает возможность определить пути снижения образования газов и уменьшения экологического ущерба, наносимого выбросами отходящих газов в атмосферу;

- установлена взаимосвязь экономических (расход топлива) и экологических (количество газов, выбрасываемых в атмосферу) параметров в химических технологиях;

- представлена методика прогнозирования выбросов газообразных загрязняющих веществ в атмосферу;

- показано, что снижение расхода топлива на термическую обработку в химических технологиях экономически выгодно и экологически целесообразно.

Список литературы: **1**. Кіотський протокол Сторін учасників Рамкової Конвенції. Кіото, – Японія, 1997. **2.** *Винниченко В.И.* Экологические аспекты обжига сульфоалюминатного клинкера. // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2004. – № 13. – С. 75 – 80. **3.** *Ходоров Е.И.* Печи цементной промышленности. – М.: Промстройиздат, 1968. – С. 119 – 140.

Надійшла до редколегії 21.05.08