

УДК 669.1:662.613.5

**Д. В. САВИЧ**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## **ОЧИСТКА И УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ НА ЧАСОВОЯРСКОМ ОГНЕУПОРНОМ КОМБИНАТЕ**

Анализируется целесообразность использования метода глубокой утилизации теплоты и очистки отходящих газов в технологическом процессе производства огнеупорных материалов Часовоярского огнеупорного комбината в контактном газоочистном теплообменном аппарате.

**дымовые газы, вторичные энергетические ресурсы, глубокая утилизация, обеспыливание**

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

В последнее время, на фоне удорожания энергетических ресурсов, все больше внимания уделяется повышению энергоэффективности предприятий, в том числе и за счет использования вторичных энергетических ресурсов (ВЭР), которые безвозвратно теряются, загрязняя окружающую среду.

В настоящее время температуру уходящих дымовых газов за теплогенерирующим агрегатом принимают не ниже 120–130 °С по двум причинам: для исключения конденсации водяных паров на борах, газоходах и дымовых трубах и для увеличения естественной тяги, снижающей напор дымососа. При этом температура уходящих дымовых газов непосредственно влияет на значение  $q_2$  – потери тепла с уходящими газами, одной из основных составляющих теплового баланса теплогенерирующего агрегата.

На сегодняшний день достаточно остро стал вопрос о необходимости использования метода глубокой утилизации теплоты дымовых газов на предприятиях строительной индустрии Украины, где тепло уходящих газов технологического оборудования утилизируется неэффективно [1, 2].

**Целью** статьи является анализ процессов производства объектов промышленности строительных материалов, в частности на примере Часовоярского комбината огнеупоров, для определения выделяющихся вредностей (в виде пыли и теплоты отходящих горячих продуктов сгорания) с последующей их очисткой и глубокой утилизацией теплоты в контактном теплообменном аппарате с промежуточным теплоносителем.

### **ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ**

Анализ существующих способов глубокой очистки дымовых газов показал, что наибольший эффект достигается за счет стадии конденсации очищаемых дымовых газов [3]. Этот процесс выгодно отличается тем, что обеспечивает настолько глубокую очистку отходящих газов от газообразных примесей, частиц пыли и аэрозолей, что их остаточное количество не превышает установленных нормативных значений. Целью существующих систем газоочистки является сокращение остаточного содержания в дымовых газах пыли и аэрозолей, с которыми в атмосферный воздух выбрасываются тяжелые металлы и токсичные органические компоненты загрязнений.

При исследовании вопроса утилизации теплоты рассмотрен конкретный пример – объект промышленности строительных материалов – Часовоярский огнеупорный комбинат.

Производство огнеупорных материалов является одним из основных объектов строительной промышленности, на долю которого приходятся существенные масштабы выбросов вредных веществ.

Основная огнеупорная продукция в Украине производится ассоциацией «Укрогнеупор», которая включает в себя ОАО «Запорожогнеупор», ОАО «Часовоярский огнеупорный комбинат», ОАО «Великоанадольский огнеупорный Завод», ОАО «Красногоровский огнеупорный комбинат»,

© Д. В. Савич, 2013

ОАО «Красноармейский динасовый завод», ОАО «Пантелеймоновский огнеупорный завод», ОАО «Кондратьевский огнеупорный завод», ОАО «Kaldaris Украина». Эти заводы производят около 99 % всех огнеупорных изделий Украины.

С 1997 г. в атмосферу г. Часов-Яра ежегодно выбрасывается 912,5 тонн вредных веществ: окиси углерода – 49,6 %, взвешенных веществ – 40,7 %, диоксида азота – 7,6 %, что неизбежно влечет за собой нарушение экологической обстановки и негативно сказывается на физическом здоровье населения.

Несмотря на то, что за последние годы на предприятиях производства огнеупоров проведены значительные работы по газоочистке (установлены электрофилтры, группы циклонов, рукавные филтры и группы из них), суммарные выбросы пыли продолжают оставаться высокими.

Технология производства огнеупоров включает в себя ряд процессов с выделением определенных видов вредностей, в частности, добыча, доставка, дробление и измельчение, подготовка связующей глины сопровождаются интенсивным пылевыведением; сушка глины в прямоточных барабанах, приготовление шликера, сушка изделий в туннельном сушеле, обжиг изделий сопровождаются значительным выделением теплоты, которую целесообразно использовать для экономии первичного топлива [4, 5].

На основе результатов инструментально-лабораторного контроля установлены нормы ограниченно-допустимых выбросов стационарными источниками загрязнения атмосферы, которые представлены в таблице 1.

**Таблица 1** – Выбросы стационарными источниками загрязнения атмосферы от технологического оборудования Часовоярского огнеупорного комбината

| № п/п | Наименование оборудования | Температура, °С | Скорость, м/с | Расход, м³/с | Наименование загрязняющего вещества                                      | Максимальная концентрация | Мощность выброса, г/сек |
|-------|---------------------------|-----------------|---------------|--------------|--|---------------------------|-------------------------|
| 1     | Шаровая мельница          | 25              | 6,95          | 1,78         | Вещества в виде суспензированных твердых частиц                          | 42,7                      | 0,076                   |
| 2     | Помол глины и шамота      | 13              | 25,2          | 2,99         | Вещества в виде суспензированных твердых частиц                          | 48,7                      | 0,146                   |
| 3     | Сушильный барабан № 1     | 73              | 10,3          | 3,9          | Вещества в виде суспензированных твердых частиц<br>СО<br>NO <sub>2</sub> | 47<br>423,5<br>132        | 0,183<br>0,312<br>0,096 |
| 4     | Сушильный барабан № 2     | 70              | 12,24         | 4,8          | Вещества в виде суспензированных твердых частиц<br>СО<br>NO <sub>2</sub> | 59,2<br>314,1<br>110,4    | 0,284<br>0,318<br>0,112 |
| 5     | Вальцы крупного помола    | 25              | 20,27         | 9,16         | Вещества в виде суспензированных твердых частиц                          | 48,7                      | 0,146                   |
| 6     | Линия прессов             | 25              | 20,27         | 9,16         | Вещества в виде суспензированных твердых частиц                          | 42,0                      | 0,385                   |
| 7     | Вальцы мелкого помола     | 25              | 36,0          | 12,8         | Вещества в виде суспензированных твердых частиц                          | 47,5                      | 0,608                   |
| 8     | Трубо-мельница            | 25              | 16,02         | 6,85         | Вещества в виде суспензированных твердых частиц                          | 25,0                      | 0,171                   |

Динамика выбросов загрязняющих веществ Часовоярского огнеупорного комбината по данным статической отчетности представлена в таблице 2.

По данным таблицы видно, что в 2010 году в сравнении с 2009 годом выбросы загрязняющих веществ увеличились на 35,297 тонны, или в 1,15 раза: по соединениям азота увеличение выбросов составило 7,190 тонны; по оксиду углерода – 14,955 тонны; по диоксиду серы уменьшение выбросов составило 2,674 тонны.

Таблица 2 – Динамика выбросов загрязняющих веществ

| Ингредиент, тонн / год    | 2006 г. | 2007 г. | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. | 2011 г. |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Всего, в том числе:       | 542,184 | 544,088 | 421,779 | 241,973 | 277,27  | 241,2   |
| Суспензированные вещества | 151,493 | 128,191 | 128,819 | 107,04  | 122,866 | 107,33  |
| Соединения азота          | 62,787  | 65,227  | 47,850  | 16,808  | 23,998  | 21,27   |
| Диоксид серы              | 14,261  | 13,840  | 11,139  | 9,963   | 7,289   | 10,881  |
| Оксид углерода            | 311,426 | 334,352 | 232,389 | 108,162 | 123,117 | 102,497 |

Это связано с тем, что в 2010 году увеличился выпуск огнеупорной продукции.

Наиболее доступными и мощными источниками тепловых ВЭР огнеупорного комбината являются отходящие газы после прямоточных сушильных барабанов. По паспортам эксплуатации этого оборудования температура продуктов сгорания на выходе составляет 120–200 °С с наличием силикатсодержащей пыли. Дисперсный состав пыли представлен в таблице 3 [6].

Таблица 3 – Дисперсный состав, плотность и угол естественного откоса пыли сушильных барабанов (для глины)

|                   | Дисперсный состав пыли, %, мкм |      |       |       | Плотность пыли, кг/м <sup>3</sup> |           |          | Угол естественного откоса, град |
|-------------------|--------------------------------|------|-------|-------|-----------------------------------|-----------|----------|---------------------------------|
|                   | < 5                            | 5–10 | 11–20 | > 20  | истинная                          | кажущаяся | насыпная |                                 |
| Сушильный барабан | 7–34                           | 5–20 | 24–27 | 19–64 | 2 670                             | –         | 790      | 37                              |

После сушильных барабанов горячие запыленные дымовые газы направляются по газоходу длиной 50 метров в отдельностоящее здание электрофильтров, где установлены 4 электрофильтра Ц-11,5 введенные в эксплуатацию с 1971 года с фактической степенью очистки 96,3 %. Электрофильтры рассчитаны на дымовые газы с температурой не более 150 °С, а так как максимальная температура продуктов сгорания 200 °С, целесообразно предварительно снижать температуру отходящих газов, утилизировать тепло и осуществлять очистку дымовых газов, тем самым снижая аэродинамическую нагрузку на электрофильтры.

Учитывая содержание в продуктах сгорания силикатсодержащей пыли, для глубокой утилизации теплоты дымовых газов от сушильных барабанов Часовоярского огнеупорного комбината рассматривается контактный пленочный газоочистной теплообменный аппарат [заявка на патент], где в качестве промежуточного теплоносителя служит раствор NaOH, который, стекая по наружной поверхности теплообменного пучка труб, контактирует с частицами пыли в газовом потоке и абсорбирует его.

Предложенная схема установки газоочистного теплообменного контактного аппарата за сушильными барабанами представлена на рисунке.

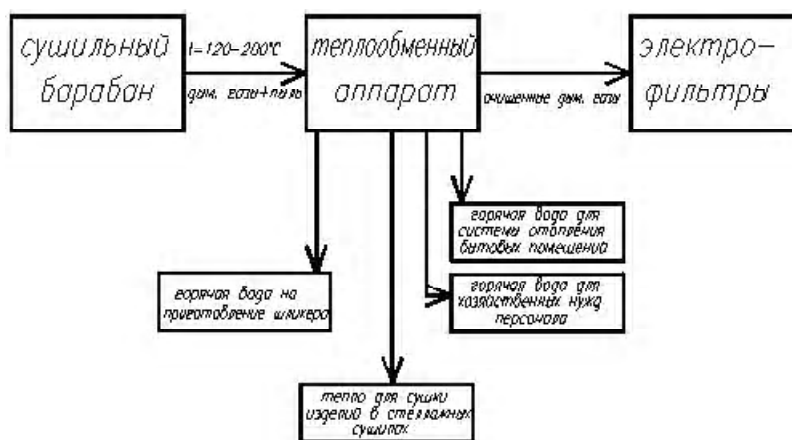


Рисунок – Схема установки теплообменного аппарата.

## ВЫВОД

Использование газоочистного пленочного контактного теплообменного аппарата за сушильными барабанами позволяет очищать продукты сгорания, снижая аэродинамическую нагрузку на электрофильтры, уменьшая выбросы вредных веществ в окружающую среду, а также позволяет утилизировать скрытую теплоту парообразования методом глубокой утилизации теплоты продуктов сгорания, повышая энергоэффективность предприятия за счет использования полученной теплоты в технологическом процессе Часовоярского огнеупорного комбината.

Вырабатываемое тепло из теплообменного аппарата целесообразно применить в производственном процессе в качестве ресурса нагрева воды для приготовления шликера, для сушки изделий в стеллажных сушилках, для снижения нагрузки на паровое отопление, а также на хозяйственные нужды рабочего персонала и обогрева подсобных помещений [7].

Положительный эффект огромен и значителен: очистка продуктов сгорания и экономия первичного топлива за счет даровой выбрасываемой теплоты.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лунд, А. Как внедрить проекты по энергоэффективности при помощи UKEEP? [Электронный ресурс] / Андерс Лунд // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы»: Проект UKEEP – новая инициатива ЕБРР для Украины. – 2008. – № 1. – 13 с. – Режим доступа к журн.: [http://esco.co.ua/journal/2008\\_1/art14.pdf](http://esco.co.ua/journal/2008_1/art14.pdf)
2. Kiosov, A. D. Deep recovering and storing of the heat of flue gases from boilers [Текст] / A. D. Kiosov, G. D. Avruts-kii // Thermal Engineering (Teploenergetika). – 2011. – Volume 58, Issue 11. – P. 948–952.
3. Карпис, Е. Е. Утилизация производственных тепловых ресурсов на цели отопления, вентиляции и горячего водоснабжения [Текст] / Е. Е. Карпис. – М.: ВНИИИ, 1988. – 25 с.
4. Глебов, С. В. Технологические процессы производства шамотных, полукислых и каолиновых изделий [Текст] / С. В. Глебов, А. К. Карлит. – М.: Металлургиздат, 1950. – 224 с.
5. Часовоярский огнеупорный комбинат. Сборник технологических инструкций [Текст] / В. А. Хрещенюк. – Артемовск: Артемовская гортипография, 1989. – 340 с.
6. Банит, Ф. Г. Пылеулавливание и очистка газов в промышленности строительных материалов [Текст] / Ф. Г. Банит, А. Д. Мальгин. – М.: Стройиздат, 1979. – 351 с.
7. Бесчетный, В. В. Утилизация теплоты продуктов сгорания для нагрева воды и воздуха в системах отопления и вентиляции [Текст] / В. В. Бесчетный, Н. Ю. Горлова // Матер. научно-практич. конф. «Строительство-2004» / Под ред. В. В. Бесчетный. – Ростов на Дону: РГСУ, 2004. – С. 174–176.

Получено 28.09.2013

Д. В. САВИЧ

ОЧИЩЕННЯ І УТИЛІЗАЦІЯ ДИМОВИХ ГАЗІВ НА ЧАСОВОЯРСЬКОМУ  
ВОГНЕТРИВКОМУ КОМБІНАТІ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Аналізується доцільність використання методу глибокої утилізації теплоти і очищення газів, що відходять, у технологічному процесі виробництва вогнетривких матеріалів Часовоярського вогнетривкового комбінату в контактному газоочисному теплообмінному апараті.

**димові гази, вторинні енергетичні ресурси, глибока утилізація, знепилювання**

DARYA SAVICH

CLEANING AND HEATUTILIZATION OF FLUE-GAS REFRACTORY PLANT OF  
CHASOVJAR

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The expediency and advisability of using the method of the deep heat recovery and purification of exhaust gases in the productions process of refractory materials of Chasovojarsky refractory plant in contact dedust the heat-exchange apparatus are analyzed.

**flue gases, secondary energy resources, deep disposal, dedusting**

**Савіч Дар'я Володимирівна** – аспірант кафедри теплотехніки, теплогазопостачання і вентиляції Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: енергоощадні технології.

**Савич Дарья Владимировна** – аспирант кафедры теплотехники, теплогазоснабжения и вентиляции Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: энергосберегающие технологии.

**Savich Darya** – a post-graduate student, Heat Engineering, Heat and Gas Supply and Ventilation Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: energy saving technology.