

УДК 504.054

В.Р. Румянцев ⁽¹⁾, доцент, к.т.н.Н.Ю. Якубин ⁽²⁾, начальник лабораторииЕ.А. Левенцова ⁽¹⁾, студент

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ В УСЛОВИЯХ ПАО «ЗАПОРОЖКОКС»

⁽¹⁾ Запорожская государственная инженерная академия,

⁽²⁾ ПАО «Запорожжкокс», г. Запорожье

Запропоновано метод підвищення ефективності нейтралізації ароматичних вуглеводнів за умов ПАТ «Запоріжжкокс». Його особливість полягає у використанні озону для інтенсифікації та зниження енергоспоживання під час каталітичного знешкодження токсичних викидів до навколишнього середовища.

Ключові слова: виробництво коксу, ароматичні вуглеводні, навколишнє середовище, каталітична нейтралізація, озон

Предложен метод повышения эффективности нейтрализации ароматических углеводородов в условиях ПАО «Запорожжкокс». Его особенность заключается в использовании озона для интенсификации и снижения энергопотребления при каталитическом обезвреживании токсичных выбросов в окружающую среду.

Ключевые слова: производство кокса, ароматические углеводороды, окружающая среда, каталитическая нейтрализация, озон

A method for increasing the efficiency of neutralization of aromatic hydrocarbons in the terms of PJSC «Zaporozhcoke». Its feature consists at the use of ozone for intensification and reduce energy consumption at the catalytic sterilization of toxic emissions into the environment.

Keywords: production of coke, aromatic hydrocarbons, environment, catalytic neutralization, ozone

Введение. В настоящее время на Украине одним из основных источников загрязнения окружающей среды является металлургическая промышленность, при этом существенную долю вредных выбросов вносит коксохимическое производство.

Известно, что газы, образующиеся при производстве кокса на смолотермических заводах, имеют многокомпонентный состав. Однако существующий уровень технологии производства кокса не позволяет в полном объеме использовать получаемые химические соединения, что приводит к загрязнению окружающей среды [1].

Анализ публикаций. Выбор метода очистки газовых выбросов, прежде всего, зависит от концентрации загрязняющих веществ и возможности утилизации улавливаемых продуктов.

В настоящее время для нейтрализации аналогичных выбросов применяются адсорбционный и абсорбционный методы; метод термического дожигания, а также каталитический метод.

Адсорбционный метод очистки является одним из самых распространенных средств защиты окружающей среды. Его суть заключается в поглощении твердыми, в основном пористыми, телами вредных примесей. Основным адсорбен-

том, применяемым в металлургической промышленности, служит активированный уголь [2]. Авторы работы [3] в качестве адсорбентов предлагают использовать минеральные и органические сорбенты с последующим каталитическим окислением токсичных веществ после регенерации сорбента. Данный метод позволяет вернуть в производство ряд ценных соединений. Однако, небольшая скорость очистки, отсутствие возможности очищения запыленных газов, а также высокая энергоемкость, являются вескими недостатками указанного метода.

Абсорбционный метод очистки применяют для выбросов, загрязнители которых хорошо растворяются в абсорбенте, при этом концентрация загрязняющего вещества в газовом потоке должна быть больше 1,0 %. Абсорбцию применяют для очистки выбросов от сероводорода, других сернистых соединений, паров серной и соляной кислот, цианистых соединений, органических веществ (фенола, формальдегида и др.) [1]. Наиболее часто абсорбентом служит вода, также применяются растворы щелочи, сульфата натрия, мочевины и другие органические жидкости. Недостатками данного метода являются высокая стоимость очистки, дополнительные затраты на регенерацию абсорбента, необходимость выделения значительных произ-

водственных площадей для организации процесса газоочистки.

Метод термического дожигания представляет собой нейтрализацию газов путем термического окисления различных вредных веществ, главным образом органических, в практически безвредные или менее вредные соединения: преимущественно в диоксид углерода и влагу. Температура дожигания для большинства соединений находится в пределах 750...1200 °С [4]. Применение такого метода позволяет достигнуть высокой степени очистки. Также его преимуществами служат небольшие габариты установок и простота их эксплуатации. Недостатками термического дожигания отходящих газов являются образование оксидов азота в процессе высокотемпературного горения и значительный расход топлива.

Каталитические методы газоочистки отличаются универсальностью, то есть позволяют освобождать газы от оксидов серы и азота, различных органических соединений, монооксида углерода и других токсичных примесей. Указанные методы позволяют преобразовывать вредные примеси в безвредные, менее вредные или легко удаляемые из газа соединения [5]. Они позволяют перерабатывать многокомпонентные газы с малой начальной концентрацией вредных примесей, добиваться высокой степени их очистки при непрерывном осуществлении процессов, а также избежать образования вторичных загрязнителей. Применение каталитических методов чаще всего ограничивается сложностью поиска и изготовления достаточно дешевых катализаторов, пригодных для длительной эксплуатации.

Постановка задачи. Задачей данной работы служит модернизация существующей на ПАО «Запорожжкокс» системы очистки отходящих промышленных газов от ароматических углеводородов с целью снижения себестоимости данного процесса при сохранении существующей его эффективности.

Основная часть исследований. В настоящее время в отделении дистилляции смолы ПАО «Запорожжкокс» для нейтрализации ароматических углеводородов применяют каталитический метод.

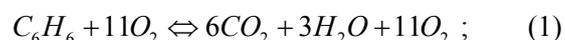
Каталитический процесс дожигания ароматических углеводородов протекает при малых концентрациях и характеризуется достаточно высокой эффективностью очистки,

Усредненный состав веществ перед очисткой и веществ, удаляемых в окружающую среду, представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Состав основных выбросов отделения дистилляции смолы ПАО «Запорожжкокс» до и после очистки

Наименование вещества	Концентрация вещества, мг/м ³ :	
	перед очисткой	после очистки
Бензол	257,5	25,75
Нафталин	661,1	66,10
Фенол	7,66	0,77
Сероводород	221,97	22,20

Процесс окисления ароматических углеводородов происходит по следующим реакциям:



При использовании в реакторе алюмопалладиевого катализатора (ПК-3Ш) температура нейтрализации токсичных примесей должна составлять 400...450 °С. Температуру, которая необходима для ведения процесса дожигания, обеспечивают при помощи трубчатого электронагревателя, состоящего из трех секций общей мощностью 59 кВт. С целью поддержания постоянного уровня температуры в реакторе работа секций электронагревателя, как правило, осуществляется поочередно. В среднем потребление электроэнергии одной установкой каталитического дожигания достигает 320...350 кВт в сутки, в зависимости от вида катализатора.

Применяемый вариант очистки является достаточно затратным и энергоемким из-за дороговизны катализатора и больших расходов электроэнергии (13,5 кВт за час работы) на подогрев газа в трубчатом электронагревателе перед слом катализатора.

На рис. 1 представлена схема существующего аппарата каталитического дожигания.

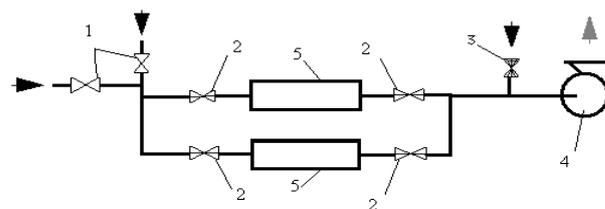


Рисунок 1 – Схема установки каталитического дожигания 1 - клапан ДХО-150; 2- клапан ДХО-200; 3- клапан ДХО-350; 4- тягодутьевое устройство; 5 - контактный аппарат (реактор) КР1-3У-01

На основании анализа работы существующей газоочистной установки предложено усовершенствование системы нейтрализации отходящих газов путем использования химически активного озона. Озон служит более мощным окислителем по сравнению с кислородом, что позволяет эффективно выполнять нейтрализацию токсичных составляющих газовых выбросов даже при температуре окружающего воздуха.

Исходя из существующего состава выбросов, для их полной нейтрализации расчетным путем установлено, что в установку необходимо подавать в среднем 896 г озона в час, при этом получение озона предлагается выполнять в озонаторах, работающих с использованием барьерного разряда [7].

Как отмечалось выше, применение озона позволит исключить существующий в настоящее время затратный электрический нагрев га-

зовой смеси перед слоем катализатора. При этом экономия потребляемой энергии достигает около 5 кВт за час работы одного реактора, то есть энергопотребление одной установки в течение года можно снизить на 87600 кВт, что в денежном выражении составит ~ 140 000 грн.

Заключение. Существующие методы обезвреживания газовых выбросов от ароматических углеводородов имеют ряд существенных недостатков, в частности, характеризуются высоким энергопотреблением. Предложен метод, который позволяет снизить себестоимость очистки путем использования химически активного озона, получаемого с применением барьерного разряда. Его реализация в условиях ПАО «Запорожжкокс» позволит получить значительный экономический эффект от снижения энергопотребления на установках каталитического дожигания.

Бібліографічний список

1. **Rumiantsev, V.** Analysis of the neutralization methods of gas emissions leaving from the resin storehouse of Joint-stock company «Zaporozhzhcoкс» [Text] / V. Rumiantsev, N. Yakubin, K. Bielokon', E. Matukhno, C. Leventsova // Metallurgical and Mining. Industry. – 2015. – Vol. 105. – P. 79-82. – Bibliog.: p. 82.
2. **Денисов, С. И.** Улавливание и утилизация пылей и газов [Текст] : Учеб, пособие / С. И. Денисов. – Киев : Вища школа, 1992. – 333 с. – Библиогр.: с. 331-332. – 1500 экз.
3. **А. с. 1378900 СССР, МПК В 01 D 53/86, В 01 D 53/75, В 01 D 53/72, В 01 D 53/02.** Способ очистки отходящих газов от фенола [Текст] / Е. В. Мумин, А. Ф. Мазанко, З. П. Инжакова. – № 4035211/24-26; заявл. 10.03.86; опубл. 07.03.88. Бюл. № 9.
4. **Тищенко, Н. Ф.** Охрана атмосферного воздуха : расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе [Текст] / Н. Ф. Тищенко. – Справочник. – М. : Химия, 1991. – 362 с. – Библиогр.: с. 360-362. – 1600 экз.
5. **Власенко, В. М.** Каталитическая очистка газов [Текст] / В. М. Власенко. – Киев, Техника, 1973. – 199 с. – Библиогр.: с. 191-198. – 2000 экз.
6. **Шретер, В.** Химия [Текст] / В. Шретер, К.-Х. Лаутеншлегер, Х. Бибрак и др. – Справочник; пер. с нем. 2-е изд. – М. : Химия, 2000. – 648 с. – Библиография в конце разделов. – 300 экз.
7. **Гарбаускас, Г. К.** Озонная очистка газовых выбросов от фенола и формальдегида [Текст] / Г. К. Гарбаускас, В. И. Кержулис, Б. В. Праскявичус и др. // Строительные материалы. – 1989. – № 6. – С. 17-18. – Библиогр.: с. 18.

Стаття надійшла до редакції 28.12.2015 р.
Рецензент, проф. В.І. Сокольник

Текст даної статті знаходиться на сайті ЗДІА в розділі Наука
<http://www.zgia.zp.ua>