

ЭНЕРГЕТИКА. ЭНЕРГОРЕСУРСЫ КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

doi: 10.51639/2713-0576_2023_3_2_108

УДК 66.074.82

ГРНТИ 87.53.13

Термическое обезвреживание выбросов химической промышленности в топке котла

* Корсаков Д. Э., Кудряшов Н. И., Марченко А. В.

УлГТУ, 432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец 32

email: * den.korsakov.2000@mail.ru, msnikolay73rus@mail.ru, al-marchenko@yandex.ru

В статье рассматривается термическое обезвреживание газовых выбросов химической промышленности в России. Актуальность этой темы обусловлена уходом с рынка компаний, занимающихся очисткой газов, и усиления нормативных требований к уровню выбросов вредных веществ. Описываются методы высокотемпературного сжигания газов и схемы термической нейтрализации, а также факторы, влияющие на выбор оптимальной схемы. Химическая промышленность выделяет опасные вещества, такие как сернистый ангидрид, оксиды азота, углеводороды и токсичные металлы. Процесс термического обезвреживания может быть применен для производства безопасных продуктов, таких как вода и углекислый газ. Процесс дожигания контролируется блоком автоматического управления и регулирования. При проектировании устройств термического окисления важны время, температура и турбулентность. Термическое обезвреживания газовых выбросов в топках котлов может значительно снизить вредное воздействие на окружающую среду и создать более безопасные условия для работников и общества в целом, а также повысить экономическую эффективность использования топлива в связи с утилизацией в топках котлов теплоты отходящих выбросов.

Ключевые слова: термическое обезвреживание, химическая промышленность, топка котла.

Газоочистное оборудование может быть очень дорогостоящим, особенно если оно разработано для очистки больших объемов газовых выбросов, сложным в использовании и требовать профессиональных знаний и навыков. Кроме того, необходимо регулярное техническое обслуживание для нормальной эксплуатации установок. Если обслуживание не выполняется вовремя, то может возникнуть риск выхода оборудования из строя. Некоторые типы газоочистного оборудования потребляют большое количество энергии для своей работы, что может привести к повышению затрат на электроэнергию для предприятий. Это может создать значительные проблемы для предприятий, которые не могут себе позволить высокие инвестиционные затраты.

В связи с этим тема высокотемпературного сжигания газов остается актуальной для России, особенно в связи с уходом с рынка компаний, занимающихся производством и эксплуатацией установок по очистке газов. Это может привести к снижению качества и эффективности обезвреживания выбросов газов и, как следствие, ухудшению экологической ситуации в регионах, где действуют предприятия химической, нефтехимической и других отраслей промышленности.

Более того, в связи с постоянно ужесточающимися нормативными требованиями к уровню выбросов вредных веществ в атмосферу, в России возрастает потребность в разработке и

внедрении новых технологий высокотемпературного сжигания газов, которые позволят повысить эффективность обезвреживания выбросов и сделать производство более экологически чистым.

Суть метода заключается в окислении горючих токсичных веществ до менее токсичных при наличии свободного кислорода и высоких температурах газовой смеси. Он используется при больших объёмах выбросов и высокой концентрации вредных веществ в количестве более 300 л/млн.

Метод высокотемпературного сжигания применим для выбросов, включающих токсичные компоненты органического происхождения, но не содержащие галогены, серу и фосфор [1]. Газовые выбросы могут быть термически нейтрализованы с помощью трех схем - прямого сжигания в пламени, термического окисления и каталитического сжигания. Прямое сжигание и термическое окисление происходят при температурах от 600 до 800°C. Выбор подходящей схемы термической нейтрализации зависит от состава загрязняющих веществ, их концентрации, начальной температуры выбросов, объемного расхода и предельных допустимых норм выброса веществ.

Химическая промышленность может выделять широкий спектр различных веществ, которые могут быть опасными для окружающей среды и здоровья людей. Среди них могут быть вещества, представленные в табл. 1.

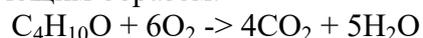
Таблица 1

Температура разложения органических выбросов химической промышленности

1.	Органические соединения, включая бензол, толуол, ксилолы и другие ароматические углеводороды, которые могут вызвать раздражение глаз, кожи и дыхательных путей, а также являются потенциально опасными для окружающей среды.	свыше 900°C
2.	Диоксины и фураны, которые могут быть образованы при сжигании отходов и являются очень токсичными.	свыше 850°C
3.	Формальдегид, который является канцерогеном и может вызывать раздражение глаз и дыхательных путей.	200-400°C
4.	Фенолы могут быть разложены термически при высокой температуре и образовании более безвредных соединений.	600-900°C

Высокая температура пламени, достигающая 1300°C, является одной из проблем, которая мешает осуществлению прямого сжигания. Если длительность сжигания при высокой температуре сопровождается достаточным количеством воздуха, то это может вызвать появление оксидов азота, что делает процесс сжигания источником загрязнения воздуха другими вредными веществами. В итоге одни загрязняющие вещества могут быть устранены, но появление других загрязняющих веществ останется актуальным.

Примером процесса термического обезвреживания является сжигание бутанола (C₄H₁₀O). В процессе термического обезвреживания бутанола происходит разложение этого соединения на более простые компоненты, такие как вода (H₂O) и углеродный диоксид (CO₂). Реакция разложения бутанола протекает при высоких температурах, обычно в диапазоне от 800 до 1200°C, в присутствии кислорода (O₂). Уравнение реакции термического обезвреживания бутанола можно записать следующим образом:



Таким образом, при термическом обезвреживании бутанола в выбросах образуются безопасные продукты, такие как углеродный диоксид и вода, которые могут быть дальше обработаны и утилизированы в соответствии с местными законодательными требованиями и экологическими стандартами.

Существуют определённые решения, которые используют прямое сжигание вредных примесей в камере. Для построения таких камер требуется создание высокой степени

турбулентности газового потока и поддержание времени пребывания его в камере в диапазоне от 0,2 до 0,7 с. Камерные дожигатели с открытым пламенем широко применяются для обезвреживания газов, которые образуются в лакокрасочных цехах, отходах газовых печей и оксидах азота, которые возникают во время процесса нитрирования.

На кафедре «Теплогасоснабжение и вентиляция им. В. И. Шарапова» были разработаны технические решения потермическому обезвреживанию газовых выбросов в топке котла.

Вентиляционные выбросы поступают через вытяжные зонты 1 в сборный воздухопровод 2, через всасывающий воздухопровод вентилятора 4 поступают в котлоагрегат 5. В котлоагрегате осуществляется термическое обезвреживание при температурах 1200...1500 °С. Далее с помощью дымососа 6 очищенные газы поступают в дымовую трубу 7 и выбрасываются в атмосферу (см. рис. 1) [2].

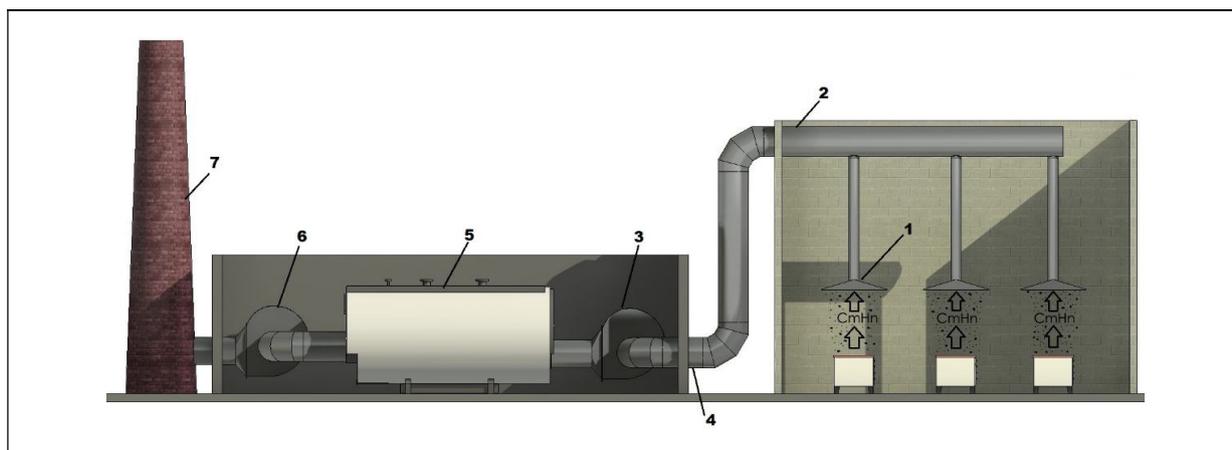


Рис. 1. Схема транспорта промышленных вентиляционных выбросов, содержащих летучих органических соединений, в топку котлоагрегатов через вытяжной воздухопровод системы производственной вентиляции: 1 – вытяжные зонты; 2 – сборный воздухопровод вытяжной вентиляции; 3 – дутьевой вентилятор; 4 – всасывающий воздухопровод вентилятора; 5 – котлоагрегат; 6 – дымосос; 7 – дымовая труба

Термическое обезвреживание используется в двух случаях: когда выбросы газов имеют высокую температуру, но недостаточное количество кислорода для сгорания, или когда концентрация горючих компонентов настолько низка, что не обеспечивает подачу тепла для поддержания пламени. При проектировании устройств термического окисления важны три фактора: время, температура и турбулентность. Время должно быть достаточным для полного сгорания горючих компонентов и составляет обычно от 0,3 до 0,8 с. Турбулентность характеризует степень механического перемешивания, необходимого для эффективного контактирования кислорода и горючих компонентов. Рабочие температуры зависят от характера горючих компонентов. Например, для окисления углеводородов рациональный интервал температур составляет 500...760 °С, для окисления оксида углерода – 680...800 °С, а для устранения запаха посредством окисления – 480...680 °С.

Перед началом процесса окисления некоторых отходящих газов необходимо повысить их температуру, чтобы активировать процесс горения. Для этого газы подают в теплообменник, где их нагревают до требуемой температуры, а затем пропускают через рабочую зону, где сгорание происходит с помощью природного газа. В этом случае горючие компоненты отходящих газов становятся достаточно нагретыми, чтобы сгореть под воздействием кислорода, который обычно добавляют в поток загрязненного газа при помощи вентилятора [3].

Одно из основных преимуществ термического окисления заключается в низкой температуре процесса, что позволяет сократить затраты на создание камеры сжигания и предотвратить значительное образование оксидов азота.

Для осуществления термического обезвреживания в топках котлов теплогенерирующих установок предприятий не требуется установка дорогостоящего газоочистного оборудования, чаще всего импортного, поставки которого в настоящее время затруднительны. Необходимо подвести воздухопровод к входному патрубку дутьевого вентилятора для подачи вредных веществ в топку котла.

Термическое обезвреживание в топках котлов может позволить утилизировать теплоту вентиляционных выбросов, повысить экологическую безопасность окружающей среды, создать более безопасные условия труда для работников на предприятии. Кроме того, термическое обезвреживание может обеспечить более высокую эффективность очистки вредных выбросов, поскольку в отличие от стандартных газоочистных устройств, которые могут работать только при определённых условиях (температуре, давлении, содержании определённых веществ), термическое обезвреживание может работать при различных условиях и обеспечивать полное разложение вредных веществ.

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

Список литературы

1. Амиров, ЯгафарСуфиянович. Защита атмосферного воздуха. Ч. 1. - Уфа: Уфим. гос. нефтяной техн. ун-т, 1995. - 276 с.: ил. - (Технико-экономические аспекты промышленной экологии. [Учеб. пособие для вузов]. Я. С. Амиров, Р. Н. Гимаев, Н. Р. Сайфуллин).; ISBN 5-7831-0064-1: Б. ц.
2. Марченко, А.В. Технологии регенерации низкопотенциальной теплоты вентиляционных выбросов на теплогенерирующих установках / А.В. Марченко, В.И. Шарапов // Российская академия наук. Труды Академэнерго. Издание исследовательского центра проблем энергетики Казанского научного центра Российской академии наук (Академэнерго) – 2011. – № 1. – С. 64 - 80.
3. Безопасность жизнедеятельности: Учебник для вузов/ БЗ9 С.В. Белов, А.В. Ильницкая, А.Ф. Козьяков и др.; Под общ. ред. С.В.Белова. 7-е изд., стер.— М.: Высш.шк.,2007.— 616с.:ил. ISBN 978-5-06-004171-2

Thermal neutralization of chemical industry emissions in the boiler furnace

* Korsakov D. E., Kudryashov N. I., Marchenko A. V.

UIGTU, 432027, Russia, Ulyanovsk, st. North Crown 32

The article deals with the thermal neutralization of gas emissions from the chemical industry in Russia. The relevance of this topic is due to the exit from the market of gas treatment companies and the strengthening of regulatory requirements for the level of emissions of harmful substances. Methods for high-temperature combustion of gases and schemes for thermal neutralization are described, as well as factors influencing the choice of the optimal scheme. The chemical industry releases hazardous substances such as sulfur dioxide, nitrogen oxides, hydrocarbons and toxic

metals. The thermal decontamination process can be applied to produce safe products such as water and carbon dioxide. The afterburning process is controlled by an automatic control and regulation unit. When designing thermal oxidation devices, time, temperature, and turbulence are important. Thermal neutralization of gas emissions in boiler furnaces can significantly reduce the harmful impact on the environment and create safer conditions for workers and society as a whole, as well as increase the economic efficiency of fuel use due to the utilization of waste heat in boiler furnaces.

Key words: thermal neutralization, chemical industry, boiler furnace.