

43
серия ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ

1

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік
университетінің ғылыми журналы
Научный журнал Павлодарского государственного
университета имени С. Торайғырова

1997 жылы құрылған
Основан в 1997 г.



С. Торайғыров
атындағы ПМУ-дің
академик С.Бейсембағи
атындағы ғылыми
КІТАПХАНАСЫ

ПМУ
ХАБАРШЫСЫ
ВЕСТНИК ПГУ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СЕРИЯ

2 2011

Теруге 11.12.2011 ж. жіберілді. Басуға 12.12.2011 ж. қол қойылды.
Форматы 70x100 1/16. Кітап-журнал қағазы.
Көлемі шартты 6,10 б.т. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.
Компьютерде беттеген М.А. Ескожинова
Корректорлар: Б.Б. Әубәкірова, М.А. Джумадиева, А.Р. Омарова
Тапсырыс №1625

Сдано в набор 11.12.2011г. Подписано в печать 12.12.2011 г.
Формат 70x100 1/16. Бумага книжно-журнальная.
Объем 6,10 ч.-изд. л Тираж 300 экз. Цена договорная.
Компьютерная верстка М.А. Ескожинова
Корректоры: Б.Б. Аубакирова, Б.В. Нургожина, А.Р. Омарова
Заказ №1798

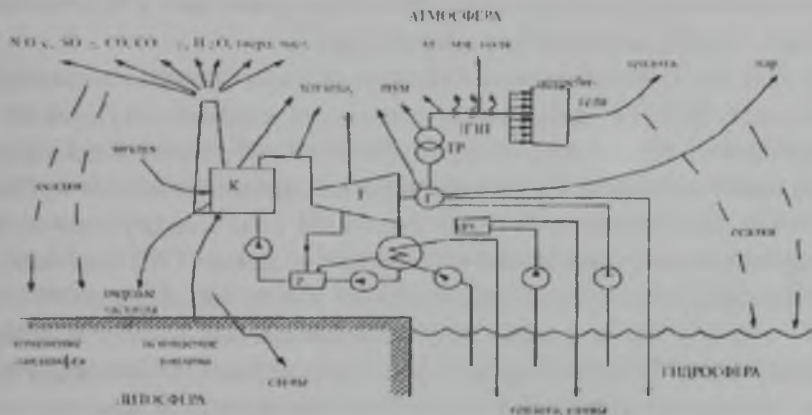
«КЕРЕКУ» баспасы
С. Торайғыров атындағы
Павлодар мемлекеттік университеті
140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.
67-36-69
E-mail: publish@psu.kz
kereku@mail.ru

**А.И. ГЛАЗЫРИН, С.А. ГЛАЗЫРИН,
А.К. МЕРГАЛИМОВА, А. ҚЫРЫҚБАЙ**
**СОСТОЯНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ОЧИСТКИ УХОДЯЩИХ
ГАЗОВ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Современная технократическая цивилизация в процессе своего развития меняет облик Земли, и это обстоятельство не может не обратить на себя внимание. Увеличение глобальных катастроф в виде кислотных дождей и утонения озонового слоя и другие подобные явления заставляют человека пристальнее взглянуть как на среду обитания, так и на свою деятельность в ней. Ведь человек в процессе своей жизнедеятельности вступает в непосредственный контакт с окружающей природой. При этом участие и вмешательство человека в природу не всегда благотворно сказывается как на природе, так и, подчас, на самом человеке. В этой связи взаимодействие человека с окружающей средой (средой обитания) представляет непосредственный интерес.

В целом же влияние человека на окружающую среду, которая характеризуется совокупностью физических, химических и биологических факторов, способных при определенных условиях оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на деятельность или здоровье человека, удобнее всего рассмотреть на примере

практической деятельности человека. То есть на примере его активного и целенаправленного воздействия на окружающую среду, ведь человек - это активная часть природы. Добиваясь своих целей, он использует природу, воздействует на нее, преобразует ее и себя. На рисунке 1 представлена укрупненная схема взаимодействия тепловой электрической станций (ТЭС) с окружающей средой.



К – котел; Т – турбина; Г – электрогенератор; Р – регенерационная система; МО – маслоохладители; ТР – трансформаторные подстанции; ЛЭП – линии электропередач

Рисунок 1- Укрупненная схема взаимодействия ТЭС с окружающей средой

Дымовые газы являются основным источником загрязнения от действия ТЭС. Содержание вредных веществ в них определяет не только состояние атмосферы, но во многом и состояние почвы и водного бассейна, влияет на жизнь флоры и фауны и, конечно, человека. Именно через атмосферные выбросы вокруг крупных городов существуют значительно нарушена структура почв, растительности, био- и микроценозов.

Из всей гаммы токсичных веществ, находящихся в дымовых газах, наибольшую опасность представляют зола, двуокись серы (SO_2) и окислы азота (NO_x). Выбросы именно этих веществ регламентируются жесткими нормами. Существуют разные способы и системы очистки дымовых газов. Часто (для золы всегда) это аппараты, устанавливаемые после конвективных поверхностей нагрева котлов.

В производстве используются различные очистки дымовых газов от оксидов серы. При сжигании серосодержащего топлива образуется два вида оксида серы: сернистый ангидрид (SO_2) и серный ангидрид (SO_3). Оксиды серы, а также образующиеся при соединении в атмосфере с водяным паром кислоты (H_2SO_3 и H_2SO_4) оказывают вредное воздействие на здоровье людей.

являются причиной гибели хвойных лесов, плодовых деревьев, снижения урожайности сельскохозяйственных культур, закисления водоемов. Кроме того, оксиды серы являются причиной коррозии стальных конструкций и разрушения различных строительных материалов.

Мировой опыт показывает, что ни одна из технологий сероулавливания не может быть успешно внедрена без опытной проверки в условиях реальной ТЭС. Поэтому длительное отставание с сооружением в нашей стране опытно-промышленных сероулавливающих установок усложняет и без того тяжелое положение с сероулавливанием в энергетике.

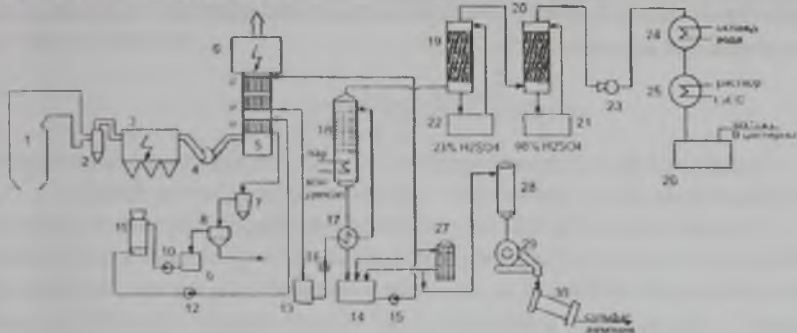
На сегодня можно говорить лишь о нескольких опытно-промышленных установках (ОПУ). В стадии освоения находится установка на Дорогобужской ТЭС производительностью 1 млн. м³/ч газа работающая по аммиачно-циклическому методу и опытно-экспериментальная установка Губкинской ТЭС, производительностью 106 тыс. м³/ч газа эксплуатирующая по мокрому известняковому способу. Введена и испытана ОПУ на Молдавской ГРЭС, использующая аммиачно-озонный метод одновременной очистки газов от окислов азота и серы производительностью 10 тыс. м³/ч газа. На Северодонецкой ТЭС испытывалась установка по магнезитово-циклическому методу. На рисунке 2. приведена схема установки очистки дымовых газов по аммиачно-циклическому методу (Дорогобужская ТЭС)

Установка выполнена в виде двух параллельных блоков (ниток), рассчитанных на очистку 1000000 м³/ч от четырех котлов ПК-20.

Один из блоков выполнен по схеме с предварительным охлаждением дымовых газов до 28 °С водой специального цикла, включающего в себя бак нейтрализатор, осветлитель, двухсекционную вентиляционную градирню и насосное оборудование.

Нейтрализация закисленной в результате контакта с дымовыми газами охлаждающей воды осуществляется известковым молоком.

Во втором блоке охлаждение дымовых газов перед подачей их для абсорбции SO₂ до 65 °С происходит за счет испарения части циркулирующего раствора (блок без охлаждения).



1 - котел; 2 - циклоны; 3 - сухой электрофильтр; 4 - дымосос; 5 - абсорбер; 6 - мокрый электрофильтр; 7 - нейтрализатор; 8 - осветлитель; 9 - бак осветленной воды; 10, 12, 15, 16 - насосы; 11 - градирня; 13 - сборник насыщенного раствора; 14 - сборник регенерированного раствора; 17 - теплообменник; 18 - десорбер; 19, 20 - сушильная башня; 21, 22 - сборник серной кислоты; 23 вакуум-насос; 24, 25 - теплообменник; 26 - танк жидкого сернистого ангидрида; 27 - фильтр; 28 - выпарной аппарат; 29 - центрифуга; сушильный барабан

Рисунок 2- Схема установки очистки дымовых газов по аммиачно-циклическому методу (Дорогобужская ТЭЦ)

Следует рассмотреть некоторые зарубежные методы «мокрой» сероочистки по методу «Хемико» с конечным продуктом - «на выброс». Дымовые газы после котла очищаются от золы в электрофильтре и дымососом направляются в абсорбер, причем перед абсорбером дымовые газы разделяются на два потока: 80% поступает в абсорбер, а 20% по байпасу поступает в газоход после абсорбера. Сделано это для того, чтобы нагреть очищенные газы, так как они охлаждаются в процессе очистки до температуры точки росы, увеличивая коррозии хвостовых поверхностей нагрева котла.

Метод Саарберг-Хельтер-Лурги (СХЛ) установки сероочистки разработанные фирмами Саарберг-Хельтер Умвельттехник и Лурги (Германия) является типичным мокрым абсорбционным способом сероочистки второго поколения с получением в качестве конечного продукта товарного гипса. В качестве сорбента применяется известняк (CaCO_3) или гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Существуют и другие методы сероочистные разработки Японской фирмы «Хитачи». Сухие методы сероочистки разработанные фирмой «Бергбау-Форшунг», «УОП-Шелл» и некоторые другие.

Достаточно широко используется сухой аддитивный метод сероочистки, который заключается в том, что тонкоразмолотый и известняк вводится в топку

котла. При этом известняк обжигается (кальцинируется) с образованием окиси кальция и углекислоты



Процесс «Лифак», финская фирма «Гампелла» разработала по совмещенный сухой аддитивный и полусухой метод сероулавливания (метод Лифак).

Озонный метод очистки достаточно эффективный и сущность озонного метода заключается в следующем. Дымовые газы после очистки от золы подаются в абсорбционный аппарат, где вступают в контакт с жидкостью, насыщенной озоном. Содержащиеся в дымовых газах низшие окислы серы (SO_2) и азота (NO_x) окисляются до высших (SO_3 и N_2O_5), растворяются в воде и образуют смесь слабоконцентрированных серной и азотной кислот. Очищенные газы освобождаются от влаги в каплеуловителе и выбрасываются в дымовую трубу.

Основные недостатки озонного метода: высокая энергоемкость производства озона, достигающая 6...10% мощности энергоблока и коррозионная агрессивность смеси серной и азотной кислот.

Следует методы и технологии очистки дымовых газов от оксидов азота. Важность проблемы защиты атмосферы от выбросов NO_x , стимулировала увеличение объема исследований, направленных на изучение механизмов образования оксидов азота при сжигании топлива и разработку методов снижения их эмиссии. Несколько позднее начаты исследования по разработке методов очистки дымовых газов от NO_x , пригодных для энергетических котлов.

Все методы очистки дымовых газов от оксидов азота - процессы денитрификации, как и процессы десульфуризации - можно разделить на сухие и мокрые. Особенностью первых является то, что в большинстве случаев они предназначены для избирательной очистки газов только от NO_x с образованием конечного экологически чистого - молекулярного азота.

К основным методам удаления NO_x с помощью сухой очистки относятся:

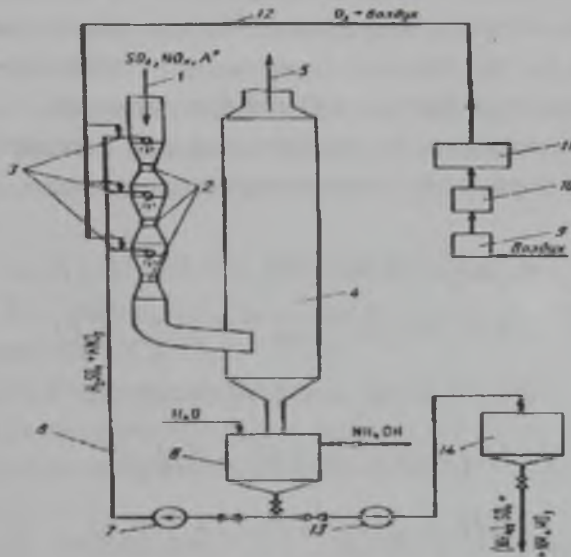
- селективное каталитическое восстановление аммиаком (СКВ);
- селективное высокотемпературное (некаталитическое) восстановление аммиаком;
- неселективное каталитическое восстановление;
- адсорбция.

В основе методов удаления NO_x , а также NO_x и SO_2 с помощью мокрой очистки, лежат следующие процессы:

- окисление-адсорбция;
- адсорбция- окисление;
- адсорбция-восстановление, а также сочетание первого с последним.

Различными фирмами ведущих в этой области стран: Германии, Японии, США - создано более 50 разновидностей процессов сухой и мокрой очистки дымовых газов. Наибольшее число фирменных разработок приходится на

долю процессов сухой очистки, особенно селективного восстановления с помощью аммиака.



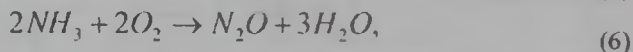
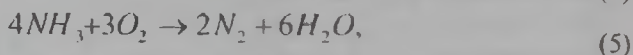
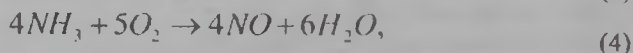
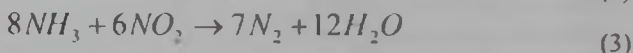
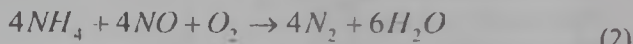
1-подача дымовых газов; 2- трехступенчатый коагулятор Вентури; Рисунок 3-Принципальная схема-опытно промышленной установки (ОПУ) для очистки дымовых газов озонным методом

Общий недостаток, характерный для всех технологий основанных на методах сухой очистки дымовых газов, заключается в том, что на всех стадиях технологической цепочки приходится иметь дело с большими объемами очищаемого газа (1 млн. м³/ч газа и более). Вследствии этого используются крупногабаритные аппараты, требующие больших капитальных вложений. При использовании жидкофазных методов очистки аппараты больших объемов необходимы только на стадии промывки газа, на последующих стадиях, связанных с утилизацией извлекаемых из дымовых газов продуктов, - относительно небольших объемов.

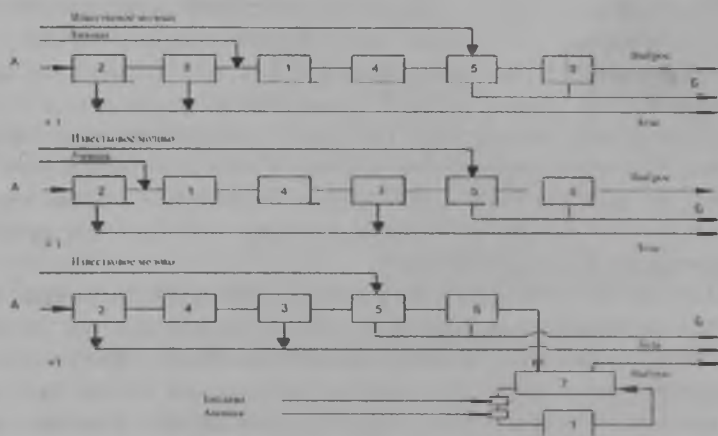
Один из методов селективного каталитического восстановления (СКВ) получило в последние годы наибольшее распространение для очистки газов от NO_x. Особенностью этого процесса является взаимодействие используемого восстановителя с оксидами азота в присутствии кислорода. Таким восстановителем оксидов азота, широко применяемым в промышленных условиях, является аммиак. Помимо газообразного аммиака в процессах СКВ могут использоваться также аммиакобразующие реагенты. Это растворы аммиака: аммиачная вода, распыляемая в потоке горючего газа, после чего капли находятся в контакте с газом 2...10с до попадания на слой катализатора или просто жидкий аммиак. Аммиак может быть получен также непосредственно перед слоем катализатора за счет конверсии метана. Для

селективного восстановления NO_x предложено применять также сероводород. Количество вводимого восстановителя зависит от концентрации оксидов азота и необходимой степени очистки. Кроме того, иногда аммиак вводят в значительном избытке по отношению к NO_x (это имеет место при очистке горячих дымовых газов), чтобы одновременно связать присутствующий в газах диоксид серы в сульфат и (или) сульфит аммония.

Основными реакциями, протекающими при восстановлении оксидов азота в кислородсодержащей среде являются следующие:



Для эффективной организации процесса очистки газов используются данные по кинетическим зависимостям скорости восстановления NO_x от различных параметров.



- 1 - реактор; 2 - котел; 3 - электрофильтр; 4 - воздухонагреватель;
 5 - десульфуризационная установка; 6 - рукавный фильтр;
 7 - теплообменник;

Рисунок 4 - Размещения реакторов СКВ в газовом тракте котельной установки

На практике наиболее широко используется схема размещения реактора СКВ после экономайзера (рисунке 4,б). В этом случае высокая температура позволяет обойтись без дополнительного подогрева газов, однако значительное количество пыли и диоксида серы создает трудности для реализации процесса очистки. Наличие в отходящих дымовых газах SO_2 приводит к дезактивации катализатора в результате блокировки активного компонента сульфатами аммония. Высокая запыленность дымовых газов ведет к эрозионному износу катализатора и его механическому разрушению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Брылов С.А., Грабчак Л.Г., Комашенко О.П. и др. Охрана окружающей среды. М.: Высшая школа, 1986г. - 272 с.
- 2 Иванов Б.А. Инженерная экология. Л.: ЛГИ, 1989г.
- 3 Инструкция по проектированию мероприятий для защиты атмосферы от выбросов рудников и ГОКов Минчермета СССР.: (вторая редакция). Л.: Гипроруда, 1986 г.
- 4 Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология.: Справочное пособие/Под общ. ред. И.И. Мазура. М.: «Высшая школа», 1996г. - 665 с.
- 5 Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии: Учебник для студ. вузов/ Под ред. И.И. Мазура. М.: «Высшая школа», 1999г. - 447 с.
- 6 Шешко О.Е. Некоторые вопросы охраны окружающей среды в СНГ и зарубежных странах/ Экологические проблемы горного производства (тезисы докладов конференции). М.: Изд-во МГУ, 1993г.

Павлодарский государственный университет имени С.Торайгырова, г.Павлодар. Материал поступил в редакцию 11.12.2011.

А.И. ГЛАЗЫРИН, С.А. ГЛАЗЫРИН, А.К. МЕРГАЛИМОВА,
Ә. ҚЫРЫҚБАЙ

ЖЫЛУ МЕХАНИКАЛЫҚ ЖАБДЫҚТАН КЕТЕТІН ГАЗДАРДЫ
ТАЗАРТУДЫҢ ПЕРСПЕКТИВАЛЫҚ КҮЙІ

A.I. GLAZYRIN, S.A. GLAZYRIN, A.K. MERGALIMOVA,
A. KYRYKBAY

STATE OF PROSPECT OF CLEANING OF WASTE GASES OF THE
TERMOMECHANICAL EQUIPMENT.

Түйіндеме

Жылу механикалық жабдықтың кететін газдарынан тазартуы перспективасы бойынша өзі таралған және жұмыс істейтін әдістер көрсетілген

ВВЕДЕНИЕ. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СЖИГАНИЯ В ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ АППАРАТАХ. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ СЖИГАНИЯ В ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИХ АППАРАТАХ.

Resume

The most widespread and operating methods are rotined on a prospect to cleaning of waste gases of the thermomechanical equipment.