

УДК 681.51

АБСОРБЕР ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ТЕПЛОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

**Ильин В.А.,
Федюн Р.В., доцент, к.т.н., доцент,
Попов В.А., доцент, к.т.н., доцент**

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, РФ

Выполнен анализ абсорбера очистки дымовых газов тепловой электростанции как объекта управления. Осуществлена формализация объекта управления, в результате которой получены схема материальных потоков абсорбера очистки дымовых газов и схема взаимосвязи между информационными переменными. Определены управляемые переменные, управляющие и возмущающие воздействия абсорбера очистки дымовых газов.

Ключевые слова: Абсорбер, дымовые газы, очистка газов, объект управления, управляемые переменные, управляющие воздействия, возмущающие воздействия.

The analysis of the flue gas cleaning absorber of a thermal power plant as a control object was carried out. The formalization of the control object was carried out, as a result of which a diagram of the material flows of the flue gas cleaning absorber and a diagram of the relationship between information variables were obtained. Controlled variables, control and disturbing effects of flue gas cleaning absorber are determined.

Keywords: Absorber, flue gases, gas purification, control object, controlled variables, control actions, disturbing actions.

Основное загрязнение атмосферного воздуха во всем мире связано со сжиганием различных видов органического топлива, особенно – угля и мазута. Тепловые электростанции (ТЭС), теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), а также отдельные котельные, потребляя большое количество органического топлива (чаще всего каменного угля и мазута), оказывают значительное влияние на загрязнение воздушного пространства, как отдельного региона, так и земного шара в целом. Основные типы загрязнения, выделяющиеся в процессе горения различных видов топлива [1]: летучая зола; оксид серы (SO_2); оксиды азота (NO и NO_2); тяжелые металлы.

В настоящее, на тепловых электростанциях применяется отдельная система очистки дымовых газов: отдельное технологическое оборудование для очистки от оксидов серы и отдельное технологическое оборудование для

очистки от оксидов азота. Для местных тепловых электростанций (Старобешевская ТЭС, Зуевская ТЭС), работающих на каменноугольном твердом топливе с большим содержанием серы, вопрос очистки дымовых газов от оксидов серы является очень актуальным.

Диоксид серы SO_2 (сернистый газ) – бесцветный газ с резким запахом, который и определяет запах дымовых газов. Производство тепловой и электрической энергии является основным антропогенным источником оксидов серы, поступающих в воздушное пространство земного шара. Общее количество оксида серы от промышленной деятельности человека в развитых странах превышает количество природного сернистого газа SO_2 в 20–30 раз.

Количественное содержание в выбросах тепловых электростанций диоксида серы SO_2 , так же, как пыли и оксидов азота, зависит от вида топлива и его характеристик. Количество поступающего диоксида серы SO_2 в атмосферу земного шара определяется состоянием и эффективностью процесса очистки дымовых газов тепловых электростанций от оксидов серы.

Для очистки дымовых газов тепловой электростанции от оксидов серы могут применяться три основных технологии: мокрая очистка, мокросухая очистка и сухая очистка [1,2]. Основой каждого из перечисленных способов очистки дымовых газов является принцип сорбции – оксиды серы вступают в реакцию и соединяются с каким-либо активным веществом, образуя при этом безвредное вещество или осадок.

Сульфатно-аммиачная технология сероочистки дымовых газов тепловой электростанции основана на связывании оксидов серы (SO_2 и SO_3) водным раствором аммиака с последующим окислением образовавшихся продуктов взаимодействия до стабильного вещества – сульфата аммония. Основными химическими реакциями в рассматриваемой технологии сульфатно-аммиачной сероочистки являются:

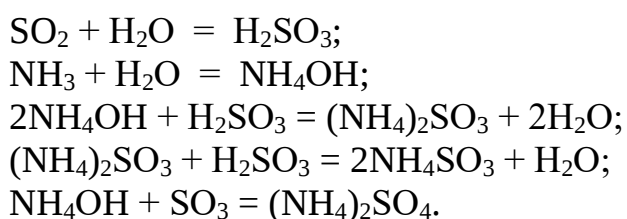


Схема установки, реализующей сульфатно-аммиачную технологию сероочистки дымовых газов, приведена на рисунке 1 [2]. В состав установки входят следующие элементы (рис.1): абсорбер 1 с контуром промывки дымовых газов и брызгоуловителем 2; устройство подогрева очищенных газов 3; емкость свежего абсорбента 4; насос подачи свежего абсорбента 5; насос откачки отработанного абсорбента 6; узел получения сухих отходов сероочистки 7; узел фасовки и упаковки сухих отходов сероочистки 8; хранилище водного раствора аммиака 9; испаритель аммиака 10.

Установка аммиачно-сульфатной сероочистки дымовых газов работает следующим образом. Предварительно очищенные от пыли дымовые газы

поступают в нижнюю часть насадочного абсорбера 1, где одновременно с улавливанием оксидов серы SO_2 рабочий раствор упаривается теплом дымовых газов до насыщения жидкости сульфатом аммония. Основная абсорбция оксидов серы SO_2 из дымовых газов происходит в средней и верхней части насадочного абсорбера 1, орошаемых аммиачно-сульфитным раствором. Раствор свежего абсорбента из верхней части абсорбера самотеком подается в нижнюю его часть. Аммиак поступает в емкость свежего абсорбента 4. Газообразный аммиак получается в испарительной установке 10, куда подают водный раствор аммиака из хранилища 9. Для увеличения величины улавливания оксидов серы SO_2 и предотвращения возникновения сульфатно-аммиачных аэрозолей, уходящих вместе с очищенными газами, в нижней части абсорбера 1 происходит принудительное окисление сульфит-бисульфитных солей до сульфатных. Это дает возможность достичь высокой степени очистки дымовых газов от оксидов серы – в пределах до 98 – 99 %. Очищенные дымовые газы пропускают через брызгоуловитель 2 насадочного абсорбера 1, где из них удаляется капельная влага, после чего нагревают в устройстве подогрева очищенных газов 3 и выпускают в атмосферу. В данной технологической схеме предусмотрены два варианта использования отработанного абсорбента – насыщенного раствора сульфата аммония: отправка потребителю в жидком виде (предварительно разлив его в цистерны); дополнительное упаривание насыщенного раствора сульфата аммония и высушивание кристаллов сульфата аммония с последующей их фасовкой.

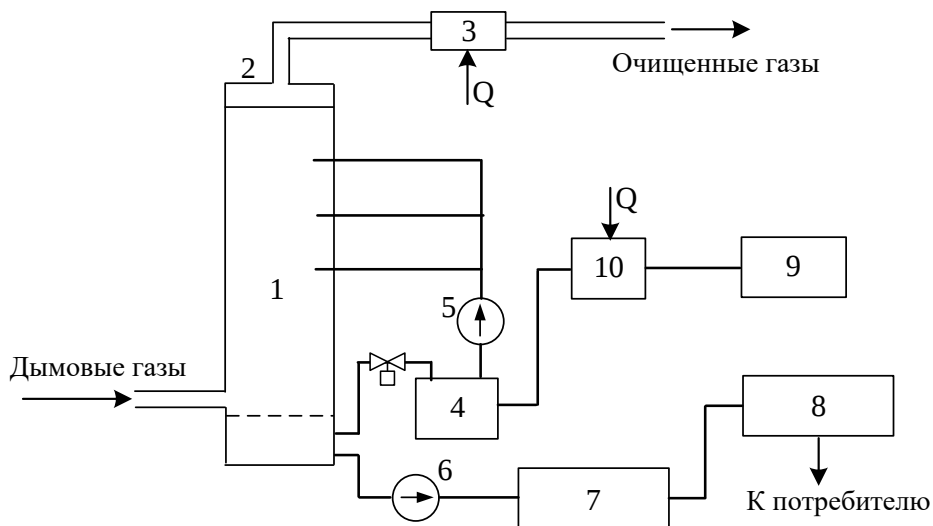


Рисунок 1 – Принципиальная схема технологии аммиачно-сульфатной сероочистки дымовых газов

Выполненный выше анализ процесса аммиачно-сульфатной сероочистки дымовых газов тепловой электростанции как объекта управления позволил получить схему материальных потоков основного технологического элемента – насадочного абсорбера (рис.2).

Входными материальными потоками абсорбера процесса очистки дымовых газов являются: дымовые газы и свежий абсорбент (рис.2).

Выходными материальными потоками абсорбера процесса очистки дымовых газов являются: очищенные газы и отработанный абсорбент (рис.2).

Входной материальный поток – дымовые газы характеризуется такими информационными переменными, как расход дымовых газов $F_{ДГ}$ и концентрация оксидов серы в дымовых газах $C_{ДГ}$ (рис.2). Обе переменные $F_{ДГ}$ и $C_{ДГ}$ могут изменяться в достаточно широких пределах и оказывают возмущающее воздействие на процесс очистки дымовых газов в абсорбере.

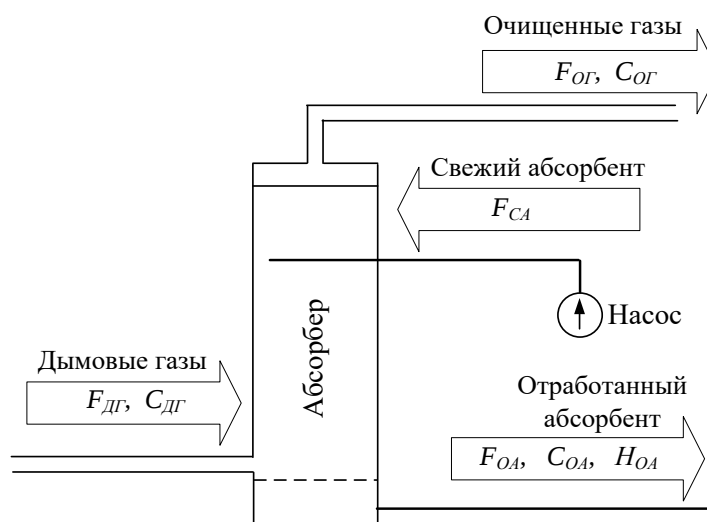


Рисунок 2 – Схема материальных потоков абсорбера процесса очистки дымовых газов

Входной материальный поток – свежий абсорбент характеризуется информационной переменной – расход свежего абсорбента $F_{СА}$ (рис.2). Данная информационная переменная $F_{СА}$ позволяет необходимым образом влиять на процесс очистки дымовых газов и является управляющим воздействием для данного объекта.

Выходной материальный поток – очищенные газы характеризуется такими информационными переменными, как расход очищенных газов $F_{ОГ}$ и концентрация оксидов серы в очищенных газах $C_{ОГ}$ (рис.2). Информационная переменная – концентрация оксидов серы в очищенных газах $C_{ОГ}$ показывает эффективность процесса очистки дымовых газов и является управляемой переменной. Информационная переменная – расход очищенных газов $F_{ОГ}$ существенного влияния на процесс очистки дымовых газов не оказывает.

Выходной материальный поток – отработанный абсорбент характеризуется такими информационными переменными, как расход отработанного абсорбента $F_{ОА}$, концентрация оксидов серы в отработанном абсорбенте $C_{ОА}$ и уровень отработанного абсорбента в абсорбере $H_{ОА}$ (рис.2). Информационная переменная – уровень отработанного абсорбента в абсорбере $H_{ОА}$ оказывает влияние на эффективность процесса очистки дымовых газов и является управляемой переменной. Информационная переменная – расход отработанного абсорбента $F_{ОА}$ позволяет необходимым образом влиять на

уровень отработанного абсорбента в абсорбере H_{OA} и является управляющим воздействием для данного объекта. Информационная переменная – концентрация оксидов серы в отработанном абсорбенте C_{OA} существенного влияния на процесс очистки дымовых газов не оказывает.

С учетом выполненного выше анализа материальных потоков получена схема информационных переменных абсорбера процесса очистки дымовых газов, которая приведена на рисунке 3.

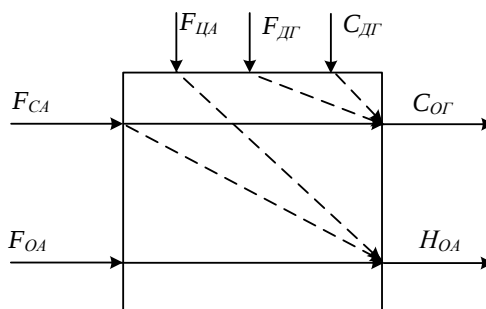


Рисунок 3 – Схема информационных переменных абсорбера процесса очистки дымовых газов

Управляемыми переменными абсорбера процесса очистки дымовых газов являются:

- концентрация оксидов серы в очищенных газах C_{OG} ;
- уровень отработанного абсорбента в абсорбере H_{OA} .

Управляющими воздействиями абсорбера процесса очистки дымовых газов являются:

- расход свежего абсорбента F_{CA} ;
- расход отработанного абсорбента F_{OA} .

Возмущающими воздействиями абсорбера процесса очистки дымовых газов являются:

- расход дымовых газов F_{DG} ;
- концентрация оксидов серы в дымовых газах C_{DG} ;
- расход циркулирующего отработанного абсорбента F_{CA} .

Таким образом, произведен анализ процесса очистки дымовых газов тепловой электростанции от оксидов серы при использовании аммиачно-сульфатного способа как объекта управления. Выполненный анализ позволил осуществить формализацию данного объекта управления, в результате которой получены схема материальных потоков основного технологического элемента – насадочного абсорбера, а также схема взаимосвязи между его информационными переменными.

Список источников

1. Швыдкий, В.С. Очистка газов. / В.С. Швыдкий, М.Г. Ладыгичев. Справочник. М.: Теплоэнергетик, 2002. – 640 с.
2. Аверкин, А.Г. Аппараты для физико-химической очистки воздуха. Учебное пособие в 2-х частях. Ч.1. Абсорберы. / А.Г.Аверкин – Пенза: ПГАСА, 2000. – 345 с.