.УДК 621.182.94

А. К. АЖИБЕКОВ

ОЧИСТКА ДЫМОВЫХ ГАЗОВ ОТ ОКСИДОВ СЕРЫ ПРИ СЖИГАНИИ ТВЕРДОГО И ЖИДКОГО ТОПЛИВА

The problem of flue gas cleaning from sulfur oxides at thermoelectric power stations and boiler-rooms is discussed in the paper. The necessity of sulfur oxides clearing when using of “internal” reserves of production is justified. The analysis on qualitative and quantitative composition of sewage from the continuous blowing of boilers and filters when chemical and water clearing is given in the paper. Values of specific consumption of sewage, using as an admixture to basic spraying water in an absorber were calculated in the paper. The scheme of alkaline-containing solutions supply into the absorber when burning of solid and liquid fuel was given in the paper.

Проблема очистки дымовых газов на ТЭС и котельных от оксидов серы весьма актуальна. Для соблюдения экологических норм в районе действия этих производств при сжигании серосодержащих топлив необходима очистка отходящих дымовых газов. Известные в настоящее время абсорбционные методы очистки от оксидов серы обладают одним общим недостатком – большими капитальными затратами. Так, для достижения глубокой очистки до 95% и выше необходимы большие удельные расходы воды – примерно 10–13 л/м^3 и высокие концентрации растворов щелочных поглотителей, как правило, кальциевых соединений, до Ca/S > 2 и более [1, 2]. Большие расходы воды приводят к недопустимому снижению температуры и значительному увлажнению дымовых газов. Достижение высокой концентрации щелочных компонентов обусловливает сооружение дополнительных громоздких заводов по приготовлению известково-известняковых суспензий.

Это обстоятельство побуждает поиск путей и способов как увеличения эффективности очистки по возможности с малыми затратами, так и повышение надежности работы оборудования, чему и посвящена эта статья.

Для роста поглотительной способности орошающей воды в системе сероочистки можно использовать, например, при сжигании жидкого топлива стоки от непрерывной продувки котлов (а) и стоки от химводоочистки (б), при сжигании твердого топлива дополнительно – воду после золоотвала (в) и после бака выщелачивателя при применении щелочных свойств золы (г) [3, 4].

Анализ качественного состава сточных и оборотных вод на ТЭС показал, что общая щелочность для случая (а) может изменяться от 4,2 до 195 мг-экв/л, при этом щелочность по NaOH может составлять от 3 до 195 мг-экв/л, а по Na_2CO_3 – от 1,2 до 19,6 мг-экв/л. Общее количество продувочной воды для котлов производительностью от 25 до 320 т/ч

может колебаться от 2,5 до 3,2 т/ч соответственно [3]. Необходимые щелочные компоненты могут содержаться также в потоках от регенерации натрий-хлор-ионитных и анионитных фильтров (схема частичного химического обессоливания) – случай (б). Щелочность стоков от натрий-хлор-ионитных фильтров может достигать 75 мг-экв/л при расходе сточной воды от 0,208 до 13,3 т/ч для котлов производительностью от 25 до 320 т/ч соответственно. Основной вид щелочности – бикарбонат натрия ($NaHCO_3$) [3].

Общая щелочность сбрасываемой воды от анионитных фильтров может достигать 40 мг-экв/л при мощности от 0,3 до 0,86 т/сут [6] для котлов производительностью от 25 до 320 т/ч соответственно [3]. Щелочность воды после золоотвала (в), которая используется как основная орошающая вода, не превышает 10–15 мг-экв/л [5]. Щелочность воды после бака выщелачивания (г) имеет тот же уровень, что и для случая (в) [4].

Оценим возможность использования щелочесодержащих стоков от непрерывной продувки котлов (а) и сбросов химводоочистки (б) при сжигании мазута и твердого топлива. В табл. 1 приведены величины плотности орошения абсорбера при использовании стоков от непрерывной продувки паровых котлов.

Таблица 1. Плотность орошения абсорбера от непрерывной продувки котлов

№ п/п	Производительность котла Д, т/ч	Расход дымовых газов при нормальных условиях V_o, тыс.·м^3/ч	Расход продувочной воды $G_{пр} \approx Д_{пр}$, т/ч	Удельный расход $q = \frac{G_{пр}}{V_o}$, л/м^3 газа
1	25	24,7/28,8	2,5	0,1/0,08
2	50	62,9/73,2	2,5	$4\cdot10^{-2}/3{,}4\cdot10^{-2}$
3	75	91,1/104,4	3,75	$4{,}1\cdot10^{-2}/3{,}6\cdot10^{-2}$
4	160	188/192	3,2	$1{,}7\cdot10^{-2}/1{,}7\cdot10^{-2}$
5	320	361/349	3,2	$8{,}9\cdot10^{-3}/9{,}2\cdot10^{-3}$

Примечание. В числителе – для мазута, в знаменателе – для угля.

Из табл. 1 следует, что удельный расход орошающей воды может изменяться от $8{,}9\cdot10^{-3}$ л/м^{3}газа для котлов мощностью 320 т/ч до 0,1 для котлов 25 т/ч. Эти данные позволяют заключить, что использование продувочной воды от котлов недостаточно для системы сероочистки.

Очевидно, потребуется дополнительное количество щелочесодержащей воды, в качестве которой можно использовать стоки от фильтров химводоочистки. Анализ стоков позволяет рекомендовать наиболее приемлемые с точки зрения качественного и количественного состава воды, необходимые для сероочистки. Таковыми являются стоки от натрий-хлор-ионитных и анионитных фильтров

В табл. 2 приведены величины плотности орошения абсорбера стоками натрий-хлор-ионитных фильтров. В табл. 3 представлены величины плотности орошения абсорбера стоками анионитных фильтров. Результаты расчетов, приведенные в табл. 1–3, получены на основе справочных данных [6].

Качественный состав щелочных стоков от непрерывной продувки и химводоочистки:

продувка от котлов – Na_2CO_3 и NaOH;

стоки ХВО – $NaHCO_3$.

При смешивании потоков от непрерывной продувки и ХВО можно считать, что общая щелочность образуется из едкого натра (NaOH) и соды (Na_2CO_3). Бикарбонат натрия в баке-сборнике потоков переходит в Na_2CO_3 и NaOH, при этом общая щелочность практически не меняется [6].

Общая щелочность при смешивании потоков от непрерывной продувки котлов и натрий-хлор-ионитных фильтров изменяется от 79,2 до 270,6 мг-экв/л.

Таблица 2. Плотность орошения абсорбера стоками натрий-хлор-ионитных фильтров

№ п/п	Производительность котла, Д т/ч	Расход дымовых газов при нормальных условиях V_o, тыс.·м^3/ч	Часовой расход сточной воды от фильтров Q, м^3/ч	Удельный расход $q = \frac{Q}{V_o}$, л/м^{3}газа
1	25	24,7/28,8	0,208-1,04	$8{,}4\cdot10^{-3}$-$4{,}2\cdot10^{-2}$
				$7{,}2\cdot10^{-3}$-$3{,}6\cdot10^{-2}$
2	50	62,9/73,2	0,42-2,08	$6{,}7\cdot10^{-3}$-$3{,}3\cdot10^{-2}$
				$5{,}7\cdot10^{-3}$-$2{,}85\cdot10^{-2}$
3	75	91,1/104,4	0,625-3,125	$6{,}7\cdot10^{-3}$-$3{,}4\cdot10^{-2}$
				$6\cdot10^{-3}$-$3\cdot10^{-2}$
4	160	188/192	1,3-5,83	$6{,}9\cdot10^{-3}$-$3{,}1\cdot10^{-2}$
				$6{,}9\cdot10^{-3}$-$3{,}0\cdot10^{-2}$
5	320	361/349	2,67-13,3	$7{,}4\cdot10^{-3}$-$3{,}7\cdot10^{-2}$
				$7{,}4\cdot10^{-3}$-$3{,}8\cdot10^{-2}$

Примечание. В числителе – данные по мазуту, в знаменателе – данные по углю.

При смешивании потоков непрерывной продувки и анионитных фильтров величина общей щелочности изменяется от 44,2 до 235,6 мг-экв/л для котлов производительностью от 25 до 320 т/ч. Удельный расход воды колеблется при этом от 0,024 до 0,197 л/м^{3}газа. Удельный расход воды тем больше, чем меньше паропроизводительность котла.

Таблица 3. Плотность орошения абсорбера стоками анионитных фильтров

№ п/п	Производительность котла Д, т/ч	Расход дымовых газов при нормальных условиях, V_o, тыс.·м^3/ч	Расход продувочной воды $G_{пр} \approx Д_{пр}$, т/ч	Удельный расход $q = \frac{G_{пр}}{V_o}$, л/м^3 газа
1	25	24,7/28,8	2,4	$9{,}7\cdot10^{-2}/8{,}3\cdot10^{-2}$
2	50	62,9/73,2	4,74	$7{,}5\cdot10^{-2}/6{,}5\cdot10^{-2}$
3	75	91,1/104,4	7,1	$7{,}8\cdot10^{-2}/6{,}8\cdot10^{-2}$
4	160	188/192	15,2	$8{,}1\cdot10^{-2}/7{,}9\cdot10^{-2}$
5	320	361/349	30,4	$8{,}4\cdot10^{-2}/8{,}7\cdot10^{-2}$

Примечание. В числителе – мазут; в знаменателе – уголь.

На ТЭС или котельной возможны использование суммарных потоков либо непрерывная продувка + стоки натрий-хлор-ионитнных фильтров, либо непрерывная продувка + стоки анионитных фильтров, так как одновременно в системе ХВО фильтры 1-го и 2-го типа не устанавливаются [6].

В традиционной схеме очистки от оксидов серы при использовании известково-известняковой суспензии обязательно сооружение специального завода по приготовлению поглотительного раствора, что значительно удорожает очистку. В предлагаемой схеме исключается узел по приготовлению раствора и тем самым минимизируются затраты на очистку.

Таким образом, использование только «внутренних резервов» котельной без сооружения специальных заводов по приготовлению известково-известняковых суспензий позволит в большинстве случаев обеспечить требуемую степень очистки в абсорбере. Кроме того,

щелочные поглотители на основе натрия обладают большей емкостью по сравнению с соединениями кальция [1, 2, 5].

При сжигании мазута предложена схема подачи воды на орошение сероулавливающей установки (рис. 1, вариант 1). Схема подачи воды на орошение абсорбера при сжигании твердого топлива предусматривает также очистку от летучей золы (рис. 2, вариант 2).

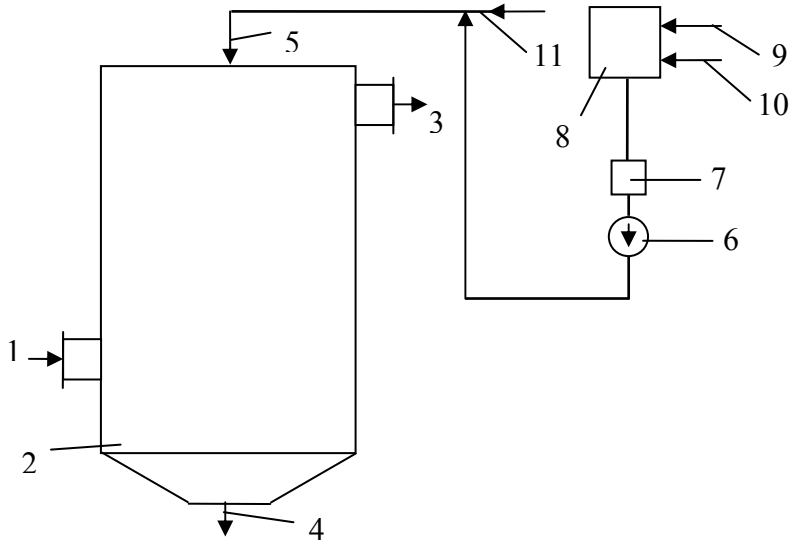
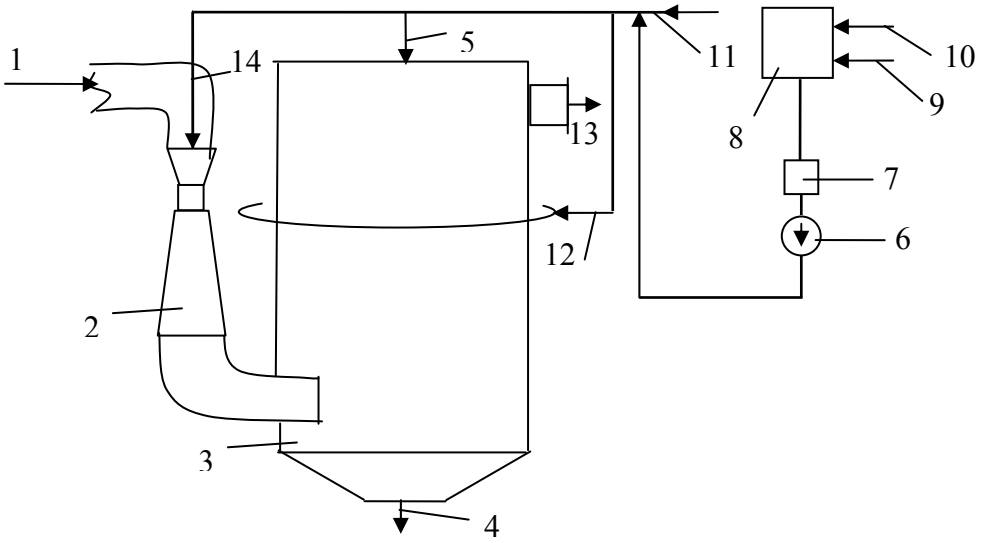


Рис. 1. Вариант 1. Схема подачи воды на орошение сероулавливающей установки. *1* – газ на очистку; *2* – скруббер-абсорбер; *3* – очищенный газ; *4* – слив; *5* – вода на орошение скруббера; *6* – насос; *7* – фильтр очистки от твердых примесей; *8* – бак-накопитель стоков; *9* – продувочная вода от котла; *10* – щелочь, содержащая стоки от водоподготовки; *11* – техническая вода

Вода от непрерывной продувки котла *9* и от фильтров ХВО *10* подается в бак-накопитель стоков, где происходит смешение щелочных вод и формирование раствора определенного состава. Насосом *6* вода из бака-накопителя подается в систему орошения абсорбера, где смешивается либо с технической водой *11* (см. рис. 1), либо с оборотной водой *11* при сжигании твердого топлива (см. рис. 2). Так как во втором случае наряду с сероочисткой происходит пылеулавливание, то орошающий раствор дополнительно подается на орошение стенок абсорбера *12* и в трубу

Вентури *14*. При сжигании жидкого топлива из нижней части абсорбера отводятся продукты улавливания сернистых соединений через сливную трубу *4*. При сжигании твердого топлива дополнительно через слив *4* отводится уловленная зола. В отличие от схемы по варианту 1 (см. рис. 1), ввод газов в абсорбер *3* (см. рис. 2) осуществляется тангенциально, что улучшает сепарацию твердых частиц летучей золы на внутренней стенке абсорбера.



.

Рис. 2. Вариант 2. Схема подачи воды на орошение сероулавливающей установки.
1 – газ на очистку от оксидов серы и летучей золы;
2 – труба Вентури; *3* – абсорбер; *4* – слив; *5* – вода на орошение абсорбера; *6* – насос; *7* – фильтр очистки от твердых примесей; *8* –бак-накопитель стоков; *9* – продувочная вода от котла; *10* – стоки от ХВО; *11* – оборотная вода на орошение системы сероулавливания; *12* – вода на орошение стенок абсорбера; *13* – очищенный газ; *14* – орошение трубы Вентури

Размеры абсорбера (высота Н и диаметр Д) выбираются таким образом, чтобы время контакта дымовых газов и орошающего щелочного раствора

было оптимальным, т.е. чтобы в достаточной степени происходил процесс абсорбции диоксида серы и при этом не было сильного охлаждения и увлажнения дымовых газов после газоочистки. Очищенный газ отводится из верхней части абсорбера. Следует заметить, что оптимальный размер абсорбера для каждого вида топлива подбирается расчетным путем по специальной программе, разработанной автором.

Использование данных установок позволит сэкономить расходы на сероочистку по сравнению с традиционным вариантом очистки от оксидов серы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Рамм В.М.* Абсорбция газов. М.: Химия, 1976. 656 с.
2. *Мотыль Д.Н.* Математическое моделирование абсорбционных процессов очистки газов. Пром. и санит. очистка газов. Серия ХМ-14. ЦНИТИХИМнефтемаш, 1986. 29 с.
3. *Ажибеков А.К., Тогабаев Е.Т.* Повышение щелочности воды в аппаратах сероулавливания // Мат-лы межд. науч.-практ. конф. «Региональные проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности». Алматы: КазГАСА, 2002. С. 126-130.
4. *Ажибеков А.К.* Повышение поглотительной способности раствора за счёт щелочных свойств золы // Мат-ы 7-й межд. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы безопасности жизнедеятельности». Алматы: КазНТУ, 2005. С. 94-98.
5. *Кропп Л.И., Харьковский М.С.* Мокрое золоулавливание в условиях оборотного водоснабжения. М.: Энергия, 1980. 110 с.
6. *Лифшиц О.В.* Справочник по водоподготовке котельных установок. М.: Энергия, 1976. 287 с.

Файл: 8_Ажибеков.doc
Каталог: C:\Documents and Settings\Санду\Мои документы
Шаблон: C:\Documents and Settings\Санду\Application Data\Microsoft\Шаблоны\Normal.dotm
Заголовок: УДК 621
Содержание:
Автор: КазГАСА
Ключевые слова:
Заметки:
Дата создания: 05.11.2009 9:17:00
Число сохранений: 5
Дата сохранения: 05.11.2009 9:33:00
Сохранил: а
Полное время правки: 19 мин.
Дата печати: 07.12.2012 16:25:00
При последней печати
страниц: 7
слов: 1 757 (прибл.)
знаков: 10 017 (прибл.)