

**Авторы:** З.М. Боброва, О.Ю. Ильина, Т.Ю. Тюрина

**Описание:** Предлагаются различные способы улавливания диоксида серы из отходящих газов.

**Источник:** Промышленная экология. Научно-техническая интернет-конференция

## **ИЗУЧЕНИЕ СПОСОБОВ УЛАВЛИВАНИЯ ДИОКСИДА СЕРЫ В ОТХОДЯЩИХ ГАЗАХ**

З.М. Боброва, О.Ю. Ильина, Т.Ю. Тюрина

ГОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический  
университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия

Металлургический комплекс России является одной из базовых отраслей российской экономики, его доля в ВВП промышленности составляет около 5 %. Доля металлургического комплекса в промышленном производстве России составляет 16 %, в том числе 10 % черная металлургия и 6 % – цветная. Доля в экспорте – около 18 %. Доля металлургического комплекса в налоговых платежах во все уровни бюджетов составляет 9 %.

В то же время черная металлургия остается одной из наиболее экологически неблагоприятных отраслей российской промышленности.

Черная металлургия – одна из ведущих отраслей промышленности Южного Урала. Доля черной металлургии в суммарной техногенной нагрузке на окружающую среду в Челябинской области весьма велика.

Среди газообразных веществ, загрязняющих атмосферный воздух, одно из главных мест занимает сернистый ангидрид (диоксид серы). В обычных условиях это бесцветный газ с резким раздражающим запахом.

Оксиды серы при малом содержании (0,001 %) вызывают раздражение дыхательных путей, при содержании 0,01 % происходит отравление людей за

несколько минут. Смесь  $\text{SO}_2$  с другими газообразными примесями при длительном воздействии вызывает нарушение генетической функции организма.

Применяемые методы очистки газов могут быть разделены на следующие основные группы:

Механическая (сухая) очистка, при которой осаждение частиц проходит под действием механической силы: силы тяжести или центробежной силы.

Мокрая очистка путём пропускания газа через слой жидкости или орошения его жидкостью.

Фильтрация газов через пористые материалы, не пропускающие частиц, взвешенных в газе.

Электрическая очистка газов путём осаждения взвешенных в газе частиц в электрическом поле высокого напряжения.

Основным источником загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы являются отходящие газы агломерационного производства металлургического комплекса.

Важной частью агломерационной машины является система пылегазоочистки. Наиболее распространён способ, когда очистку от  $\text{SO}_2$  проводят абсорбционным методом в скруббере, орошаемом известковым молоком. Однако применение этого метода не всегда обеспечивает необходимую очистку газов до санитарных норм.

Был проведён патентный поиск способов очистки газов от диоксида серы. Разработанные за последние 10 лет способы были сгруппированы следующим образом:

Переработка сульфит-бисульфатных растворов в присутствии аммиака или другого щелочного раствора. Дымовые газы пропускают через противоточный скруббер с абсорбционной жидкостью на основе водного раствора аммиака для получения сульфата аммония, проводят окисление сульфита аммония в сульфат, затем одну часть отходящего после окисления абсорбционного раствора смешивают со свежим водным раствором аммиака и направляют на

очистку дымовых газов, а другую на утилизацию, окисление проводят кислородом дымовых газов в указанном скруббере при добавке в абсорбционную жидкость инициатора окисления в виде азосоединения.

Абсорбция водой – варьирование температур. Например,  $\text{SO}_2$  извлекают абсорбцией водой, раствор охлаждается до 0-10 °С,  $\text{SO}_2$  извлекают из раствора нагревом до 5-45 °С.

Очистка газов от сероводорода и диоксида серы абсорбцией их поглотительным раствором хромата щелочного металла, при этом с целью повышения степени очистки, в поглотительный раствор дополнительно вводят гидроксид хрома в количестве 20-160 г/л.

Абсорбция влажным свежесажённым марганцевым концентратом, полученным обработкой раствора сульфата марганца аммиаком и воздухом, обработку водного раствора марганца проводят при pH 8-8,5 и температуре 40-50 °С, влажный осажённый марганцевый концентрат используют в виде пульпы  $\text{MnO}_2$ , пульпу заливают в реактор, снабженный барбатером для пропускания через неё очищенных газов, и температуру пульпы поддерживают в пределах 40-70 °С.

Также в качестве абсорбционных средств могут выступать –  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ .

В качестве поглотителя отходящих серосодержащих газов используют губчатое железо, получаемое в процессе восстановления железной руды.

Для санитарной очистки слабосернистых промышленных газовых выбросов может быть применен диоксид свинца в качестве поглотителя диоксида серы.

Электрическая очистка дымовых газов от окислов серы с помощью импульсных электронных пучков облучением потока смеси дымовых газов с водяными парами электронным пучком в направлении, перпендикулярном потоку, облучение осуществляют импульсно-периодическим электронным пучком.

Практическое использование вышеперечисленных способов достаточно сложно с технической точки зрения, поэтому наиболее часто применяется абсорбция различными поглотительными растворами.

С целью оптимизации работы сероулавливающих установок (СУУ) были проведены исследования по определению закономерности движения капель раствора известкового молока в скруббере при абсорбции диоксида серы.

Образующиеся при распылении жидкости капли имеют значительную начальную скорость, соответствующую скорости струи, из которой они образовались. Постоянная скорость падения капли (скорость витания):

$$u_{\text{внт}} = \sqrt{\frac{4gd(\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{г}})}{3\zeta\rho_{\text{г}}}}$$

где  $d$  – диаметр капли;  $\rho_{\text{ж}}$  и  $\rho_{\text{г}}$  – плотности жидкости и газа;  $z$  – коэффициент сопротивления.

Из литературы известно, что при плотности орошения в абсорбере 20-45 м/ч можно принимать  $z = 1,5 - 1,65$ . Тогда скорость витания частиц будет колебаться в пределах от 0,25 до 2,9 м/с.

При использовании форсунок грубого распыла образуются капли диаметром 0,3-1,0мм. Диаметр капель абсорбента 0,6 - 1,0 мм.

Чем меньше диаметр капель, тем меньше скорость их осаждения. С увеличением диаметра капель скорость их осаждения возрастает, но при этом меньше коэффициент массопередачи.

Следовательно, допустимая скорость капель составляет 1,45-2,42 м/с.

Таблица

Диаметр частиц $d$ , мм	0,1	0,3	0,5	0,6	1	1,2
Скорость витания $u$ , м/с	0,242	0,725	1,209	1,451	2,418	2,901

Скорость подачи газа не должна превышать скорости движения жидкости, т.к. при этом будет меняться направление движения капель на обратное, что увеличит каплеунос. Поэтому оптимальная скорость газа не должна превышать 2,42 м/с.

Протекание химической реакции в процессе абсорбции приводит к тому, что часть компонента переходит в связанное состояние и концентрация свободного компонента в жидкости понижается. Такое понижение приводит к увеличению концентрационного градиента и ускорению абсорбции в жидкой фазе. Это ускорение тем больше, чем выше скорость химической реакции. Рассмотрение закономерностей на модели показывает, что при этом скорость реакции может быть достаточно велика. Реакция между сернистым ангидридом и щелочным раствором относится к мгновенной реакции, когда реакция происходит на поверхности, т.е. на границе раздела фаз, где концентрация компонентов максимальна.

Таким образом, для увеличения эффективности работы СУУ рекомендуется установить оптимальную скорость газа не более 2,42 м/с.

Из вышеизложенного видно, что предлагаются различные способы улавливания диоксида серы из отходящих газов. Однако, выбор конкретных метода, реагента – абсорбента или адсорбента, устройства или аппаратов остается сложной задачей, так как зависит от технических и материальных возможностей предприятия.