

М. Ю. Лазарев, И. А. Махоткин, Ф. Ш. Шарафисламов

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАТАЛИЗАТОРА ИЗ ОТХОДОВ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ ДЛЯ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ДИОКСИДА СЕРЫ

*Ключевые слова: катализатор, отходы производств, скорость газа, очистка газов от диоксида серы.*

*Разработан катализатор из отходов металлообрабатывающего производства для процесса очистки газовых выбросов от диоксида серы. Исследована эффективность данного катализатора в диапазоне от 300 °С до 500 °С для процесса очистки газовых выбросов от диоксида серы. Установлено, что на стружке из углеродистой стали протекает не только каталитическое окисление  $SO_2$  в  $SO_3$ , но и химическая реакция с металлом.*

*Keywords: catalyst, waste production, gas velocity, gas cleaning of sulfur dioxide.*

*Developed a catalyst for the production of metal waste treatment process gases from sulfur dioxide. The efficiency of the catalyst in the range of from 300 °C to 500 °C. Process for purifying gases from sulfur dioxides. It is established that that carbon steel shavings takes place not only the catalytic oxidation of  $SO_2$  to  $SO_3$ , but a chemical reaction with the metal.*

В настоящее время процесс каталитической очистки газовых выбросов от диоксида серы ведут на ванадиевых катализаторах. Несмотря на свою эффективность данные катализаторы не лишены недостатков. Ванадиевые катализаторы подвержены отравлению контактными ядами, физическому износу вследствие истирания и действию температуры, а также они остаются довольно дорогими [1]. В этой связи разработка эффективного, надежного и дешевого катализатора для процесса очистки газовых выбросов от диоксида серы является актуальной научно-технической задачей.

Для реакции окисления  $SO_2$  в  $SO_3$  ряд активности металлов в качестве катализаторов выглядит следующим образом [2]:

Pt,  $V_2O_5$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $WO_3$ , CuO,  $As_2O_5$ ,  $TiO_2$ ,  $MoO_3$ ,  $SnO_2$ ,  $Mn_2O_3$ .

Из этого ряда видно, что оксиды  $V_2O_5$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$  являются эффективными катализаторами для реакции окисления  $SO_2$  в  $SO_3$ . Оксиды железа в большом количестве содержатся в отходах металлообрабатывающих производств [3].

В связи с высокой эффективностью  $Fe_2O_3$  в качестве катализаторов окисления  $SO_2$  в  $SO_3$  нами проведено экспериментальное исследование эффективности каталитической очистки газов от  $SO_2$  с применением стружки из углеродистой стали. Стружка из углеродистой стали, является отходом металлообрабатывающих производств. При обработке такой стружки различными окислителями на ее поверхности образуется слой ржавчины, в виде  $Fe_2O_3$  [4]. Данное соединение проявляет хорошие каталитические свойства по отношению к реакции окисления  $SO_2$  в  $SO_3$ , поэтому нами было принято решение изготовить на основе стружки из углеродистой стали катализатор для процесса окисления  $SO_2$  в  $SO_3$ .

Катализатор изготавливался следующим образом [5]:

Использовалась стружка из углеродистой стали толщиной 0,3 мм. Поверхность металла обрабатывали кислородом во влажной среде для образования ржавчины. Фотография стружки после обработки представлена на рис. 1.



Рис. 1 – Стружка из углеродистой стали

На фотографиях рис. 2 и рис. 3 показано, что на поверхности металла после обработки стружки кислородом воздуха во влажной среде образуется густой слой ворсинок ржавчины. При этом суммарная величина поверхности ржавчины значительно больше величины геометрической площади самой стружки.

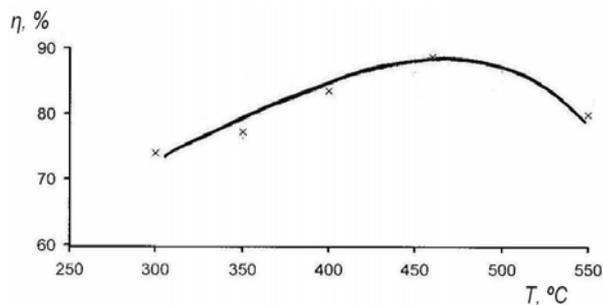


**Рис. 2 – Поверхность стружки из углеродистой стали (приближение 7X) до обработки**



**Рис. 3 – Поверхность стружки из углеродистой стали (приближение 7X) после обработки**

На рис. 4 представлена зависимость эффективности очистки газов от  $\text{SO}_2$  стальной стружкой из углеродистой стали.



**Рис. 4 – Зависимость эффективности очистки газов от  $\text{SO}_2$  от температуры стружкой из углеродистой стали при времени контакта 1 секунда**

Эффективность очистки газов довольно высокая. При температуре  $480^\circ\text{C}$  степень превращения  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  достигает 90 %. Однако исследование состава продуктов реакции показало, что на стружке из углеродистой стали протекает не только каталитическое окисление  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$ , но и

химическая реакция с металлом. При этом на поверхности стали образуются сульфаты железа. Реакция образования солей железа объясняется присутствием в газе паров воды с образованием в газе паров серной кислоты. Поэтому при применении стружки из углеродистой стали в качестве катализатора окисления  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  требуется предварительная осушка газов от паров воды[5].

Катализатор из отходов металлообрабатывающего производства для процесса очистки газовых выбросов от диоксида серы как видно из проведенных исследований является эффективным. Его дешевизна, обусловленная тем, что исходным сырьем для катализатора являются металлические отходы, а также стойкость к контактным ядам и температурным воздействиям делают катализатор на основе стружки из углеродистой стали доступным и перспективным катализатором.

### Литература

1. Лазарев М. Ю. Исследование кинетики реакции каталитического окисления  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  на новом и регенерированном катализаторе СВД / М.Ю. Лазарев, Ф.Ш. Шарафисламов, И.А. Махоткин // Вестник Казанского технологического университета. -2012. – Т.15, № 5.- С.32-35.
2. Лазарев М.Ю. Исследование процесса каталитического окисления  $\text{SO}_2$  в  $\text{SO}_3$  кислородом воздуха на катализаторе из шламовых отходов теплоэлектростанций / М.Ю. Лазарев, Ф.Ш. Шарафисламов, И.А. Махоткин// Вестник Казанского технологического университета. -2012. – Т.15, № 5.- С.38-40.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2010 году». – М.: 2011.
4. Мухленов, И.П. Технология катализаторов / И.П. Мухленов [и др.]. – под ред. проф. И.П. Мухленова. – Л.: Химия, 1979. – 328 с.
5. Лазарев М.Ю. Очистка отходящих газов от диоксида серы на основе катализатора из отходов производств. Дисс... канд. техн. наук: Казань, КНИТУ. 2012. - 168с.

© М. Ю. Лазарев – канд. техн. наук, доцент каф. ОХЗ, КНИТУ, kek.ml@bk.ru; И. А. Махоткин – канд. техн. наук, доцент той же кафедры; Ф. Ш. Шарафисламов – канд. техн. наук, зав. лабораторией той же кафедры.

© M. Lazarev – Ph.D., assistant professor. OHZ, KNRTU, kek.ml@bk.ru; I. A. Makhotkin – Ph.D., associate professor in the same department; F. Sh. Sharafislamov – Ph.D., Head. laboratory in the same department.