

УДК 544.42.032

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ГАЗОВ, СОСТАВА КАТАЛИЗАТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ УГОЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ОТ $\text{NO}_x$ и $\text{SO}_x$

<sup>1,2</sup> М.О.Пилин, ассистент каф. УПиИЗ, магистрант  
ХПм-151, II курс

<sup>1,2</sup> З.Р.Исмагилов, член-корреспондент Российской академии наук,  
д.х.н., профессор

<sup>1</sup> Т.Н. Теряева, д.т.н., профессор

<sup>1</sup> Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.  
Горбачёва

<sup>1,2</sup> Институт углекислого и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО  
РАН  
г. Кемерово

Одним из следствий техногенного влияния на окружающую среду в ряде стран в настоящее время является заметное ухудшение состояния атмосферного воздуха. Сжигание топлива на электростанциях и в котельных приводит к выбросу в атмосферу чрезвычайно токсичных веществ:  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , твёрдых частиц и ртути. Данные вещества опасны как для окружающей среды из-за разрушения озонового слоя, выпадения кислотных осадков, пагубное влияние на гидросферу, так и для здоровья людей и животных. Следует отметить также, что из-за высоких токсикологических характеристик оксидов азота и серы в последние годы и в Европейских странах, и в США проводится политика на постепенное ужесточение экологических нормативов по выбросам оксидов азота и оксидов серы на промышленных объектах. Одним из основных методов очистки дымовых газов является каталитическая очистка, позволяющая удалить из дымовых газов до 90-95 %  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ .

Существующие методы каталитической очистки газов от оксидов азота и серы основаны на восстановлении  $\text{NO}_x$  и  $\text{SO}_x$  такими соединениями, как аммиак, углеводороды, монооксид углерода, синтез-газ и др. Надо отметить, что каталитические процессы восстановления протекают при температурах 300-450°C и малых временах контакта, в качестве активных компонентов используют благородные металлы – Pt, Pd, Rh, Ru, Ir, оксиды V, Cr, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, Cu, Mo, Nb, W и различные их комбинации [1]. Объекты исследования:

Модельные газовые смеси:  $\text{NO}$  (5 об. %) +  $\text{N}_2$ ,  $\text{SO}_2$  (5 об. %) +  $\text{N}_2$ ;

Газы селективного каталитического восстановления (СКВ):  
 $\text{NH}_3$  (5 об. %) +  $\text{N}_2$ , 33%  $\text{CO}$  + 67%  $\text{H}_2$

Катализатор «Шоколадка» - прямоугольные блоки 75x75x100 мм, канал 3 мм. Удельная поверхность 15-35 м<sup>2</sup>/г, фазовый состав – твёрдый раствор на основе структуры корунда, близкого к (Fe<sub>0,6</sub>Cr<sub>0,4</sub>)<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; твёрдый раствор на основе структуры шпинели, близкого к FeCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, но параметр решётки меньше 8,339Å, что связано с присутствием в растворе Zn.

В данной работе на рис. 1 представлена полупромышленная установка, предназначенная для исследования процессов очистки смесей в максимальной степени моделирующих газы выбросы тепловых электростанций.

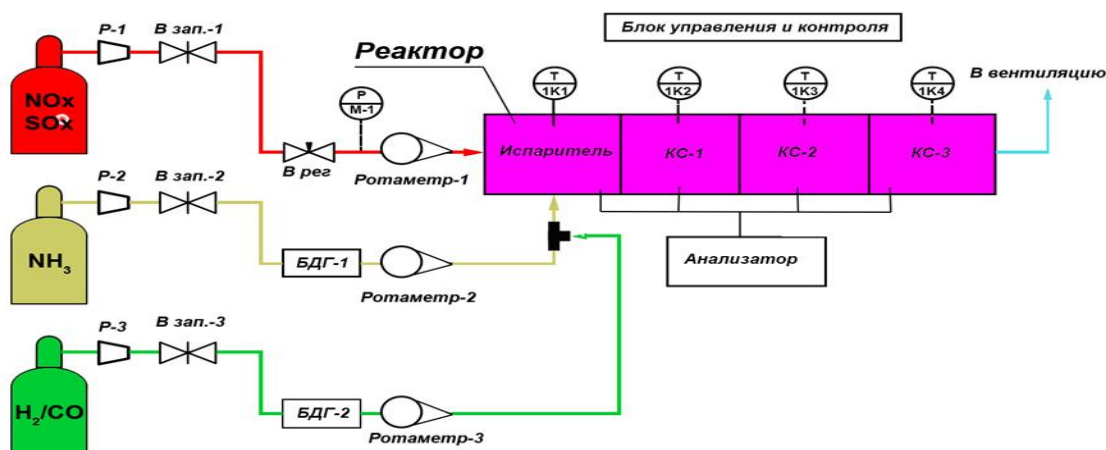


Рисунок 1– Общая принципиальная схема полупромышленной установки селективного каталитического восстановления (СКВ) оксидов азота и серы.

Контроль за концентрациями NO, NH<sub>3</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO+H<sub>2</sub> осуществлялся путем измерения концентраций веществ с помощью анализатора газов атмосферного давления QMS300. После калибровки газов при комнатных температурах, реактор нагрели до 300°С и проводили анализ состав газовой смеси после реактора при разных скоростях подачи газа.

Полученные результаты экспериментов влияние скорости подачи газа на активность катализатора представлены в таблицах 1-2.

Таблица 1

Объёмная скорость (x), ч-1	Парциальное давление NO, торр	Степень превращения NO (Y <sub>1</sub> ), %
78	0,718	72
52	0,605	77
39	0,624	76
26	0,579	78
13	0,502	81

Таблица 2

Объёмная скорость (x), ч-1	Парциальное давление SO <sub>2</sub> , торр	Степень превращения SO <sub>2</sub> , (Y <sub>2</sub> ), %
65	0,106	76
39	0,0336	92
13	0,03	93

Как следует из данных таблицы 1, с увеличением скорости подачи газа степень превращения NO снижается. Полученные данные с достаточной точностью аппроксимируются уравнением

$$Y_1 = 81,946 - 0,1237x$$
$$R^2 = 0,8942$$

Из данных таблицы 2, с увеличением скорости подачи газа степень превращения SO<sub>2</sub> снижается. Полученные данные с достаточной точностью так же аппроксимируются уравнением

$$Y_2 = -0,3269x + 99,75$$
$$R^2 = 0,794$$

Изменение степени превращения NO и SO<sub>2</sub> в исследованном интервале объёмных скоростей подачи газа находится в пределах требований технического задания.

### Список использованной литературы:

1. Попова Н.М. Катализаторы очистки газовых выбросов промышленных производств / Н.М.Попова – Алма-Ата: Наука, Каз.ССР, 1991 – 176 с.
2. Yun-sang Feng, Shao-guang Liu, Cheng-wu Chen, He-yong Zhao, Yu-song Xu Research Progress of Low-temperature SCR DeNO<sub>x</sub> Catalysts / Yun-sang Feng, Shao-guang Liu, Cheng-wu Chen, He-yong Zhao, Yu-song Xu. – Applied Mechanics and Materials, 2013 – 629–638с.
3. Flytzani-Stephanopoulos M. Ceria-based catalysts for the recovery of elemental sulfur from SO<sub>2</sub>-laden gas streams / M. Flytzani-Stephanopoulos, T. Zhu, Y. Li –Catal. Today. – 2000. – Vol. 62. – P. 145-158с.

Работа выполнена при финансовой поддержке государства в лице Минобрнауки России в рамках реализации Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы», по Соглашению № 14.583.21.0004 о предоставлении субсидии от 16 июля 2014г. Уникальный идентификатор научных исследований (проекта) RFMEF158314X0004.