

*М.М. Гаглошвили, Н.П. Козлова, Ю.Б. Рылов\**

## **ОЦЕНКА ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ТИТАНО-СИЛИКАТНЫХ ЦЕОЛИТОВ НА ПРИМЕРЕ РАЗЛОЖЕНИЯ ПАРОВ АММИАКА**

Жизнедеятельность человека при работе в чрезвычайных условиях связана с длительным пребыванием в атмосфере, содержащей значительное количество вредных для здоровья веществ. Безопасность деятельности человека в таких условиях требует постоянного изучения, разработки и реализации современных средств защиты человеческого организма от воздействия вредных веществ.

В связи с этим необходимо разрабатывать и внедрять в практику новые регенерируемые системы очистки воздуха в гермообъемах. Одним из перспективных вариантов решения этой проблемы можно считать фотокаталитическую очистку воздуха с применением различных фотокатализаторов.

Фотокаталитическая очистка является предметом научного и коммерческого интереса большого числа исследователей. За последние несколько лет на отечественном рынке стали появляться изделия фотокаталитической очистки фирм Daikin, Degussa AG. По данным зарубежной печати активную техническую политику в области создания новых самоочищающихся фотокаталитических материалов ведет Natick Solidier Center, США.

В настоящее время существует значительное количество фотокатализаторов, способных разрушить токсичные для организма человека вещества до малотоксичных или нетоксичных соединений. Одними из перспективных фотокатализаторов могут являться титано-силикатные цеолиты (TS-цеолиты).

В данной работе рассматривается синтез TS-цеолитов и оценка их фотокаталитической активности на примере разложения паров аммиака в замкнутом пространстве.

Сущность фотокаталитического окисления состоит в разложении и окислении токсичных примесей на поверхности фотокатализатора под воздействием ультрафиолетового излучения или видимого света [1]. Реакции протекают при комнатной температуре, при этом примеси не накапливаются, а разрушаются до безвредных компонентов, причем фотокаталитическое окисление не делает разницы между токсинами,

---

\* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, профессора ФГБОУ ВПО «ТГТУ» Н.Ц. Гагаповой; канд. техн. наук ОАО «Корпорация «Росхимзащита» Н.П. Козловой.

вирусами или бактериями – результат один и тот же – их уничтожение. На сегодняшний день фотокатализ является одним из наиболее эффективных и экономичных методов молекулярной очистки воздуха от вредных примесей.

Синтез TS-цеолитов для проведения исследований их фотокаталитической активности осуществлялся следующим образом [2].

Соединения кремния (силикат щелочного металла), трихлорид титана, щелочь и минерализатор (раствор фторида калия) смешивались до образования геля, который интенсивно перемешивался роторной мешалкой со скоростью 500 об/мин. Кристаллизация проводилась автоклавным способом при аутогенном давлении. На ход процессов кристаллизации цеолитов большое влияние оказывают такие параметры, как соотношение  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2$ , pH, тип катиона и его относительное содержание, длительность процесса кристаллизации, концентрация компонентов, температура.

Автоклав помещался в печь с заданной температурой, которая поддерживалась на постоянном уровне и измерялась с помощью термомпары. Кристаллизация проводилась при температуре 225 °С в течение 5 суток. Степень кристаллизации определялась рентгеноструктурным анализом дифрактометре ДРОН-6. Характер кристаллизации оценивали по интенсивности дифракционных линий. Далее смесь отжималась на фильтре, промывалась слегка подщелаченной водой (pH = 9), фильтровалась и сушилась при температуре 100 °С в течение 8 часов.

Были синтезированы два образца TS-цеолитов с соотношением  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2 = 3,7$  (TS-1) и  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2 = 5,17$  (TS-2), 20%-ные растворы которых при помощи пулвеллизатора наносились на хлопчатобумажную ткань.

Исследование работы фотокатализаторов на поглощение вредных примесей производилось в герметичной камере, представляющей собой бокс объемом 75 дм<sup>3</sup>, состоящий из корпуса, внутри которого помещена УФ-лампа.

Хлопчатобумажная ткань с нанесенным на нее фотокатализатором помещалась в бокс и укладывалась на держатель вокруг лампы.

Подача вредных примесей и забор проб производились через штуцер на крышке бокса.

Оценка фотокаталитических свойств материалов производилась под действием ультрафиолетового излучения (облучение УФ лампами с мощностью падающего излучения 10...20 мВт/см<sup>2</sup>).

Образец ткани с нанесенным на нее фотокатализатором помещался в бокс и укладывался на держатель вокруг лампы.

Камера проверялась на герметичность. Для этого внутри бокса создавалось избыточное давление 245 Па ± 49 Па (25 мм вод. ст. ± ± 5 мм вод. ст.), которое контролировалось по мановакуумметру, под-

соединенному к штуцеру. Падение давления не превышало 49 Па (5 мм вод. ст.) в течение 3 мин, откуда следовало, что камера герметична.

До начала испытаний производилась предварительная световая подготовка образца. Для этого образец ткани с нанесенным на нее фотокатализатором освещался лампой в течение 3 часов. По истечении установленного времени лампу выключали.

Аммиак дозировали в камеру с помощью микрошприца до достижения требуемой начальной концентрации  $40 \text{ мг/м}^3$ .

При помощи воздушного вентилятора, расположенного внутри камеры, создавалось равномерное распределение концентрации аммиака по объему бокса.

Началом испытания считался момент включения УФ лампы после введения в камеру вредной примеси.

Забор проб газовой смеси (ГВС) из бокса для анализа осуществлялся каждые 20 минут в течение первого часа и далее каждые 30 минут.

Анализ проб ГВС проводился на газовом хроматографе «Кристалл 2000М» с пламенно-ионизационным детектором (ПИД) и программным обеспечением «Хроматэк Аналитик». Время проведения испытаний 6 часов.

Эффективность очистки ( $\Theta$ ) от аммиака на фотокатализаторах рассчитывалась по формуле

$$\Theta = C_{\text{кон}} / C_{\text{нач}} \cdot 100\%,$$

где  $C_{\text{кон}}$  – конечная концентрация аммиака в камере,  $\text{мг/м}^3$ ;  $C_{\text{нач}}$  – начальная концентрация аммиака в камере,  $\text{мг/м}^3$ .

Результаты испытаний представлены на рис. 1.

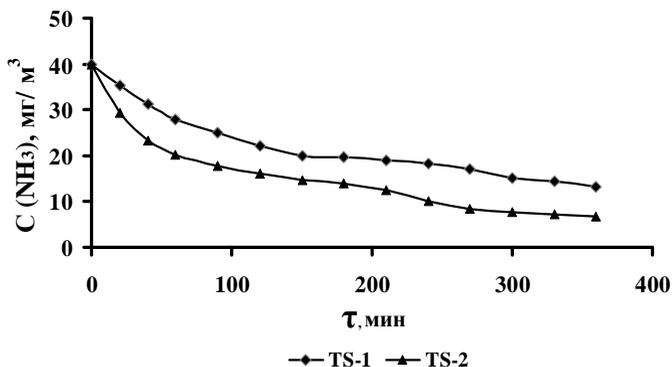


Рис. 1. Изменение концентрации аммиака во времени

Эффективность очистки от аммиака на фотокатализаторах TS-1 составляет 65,84%, TS-2 – 74,3%.

По результатам проведенных исследований синтезированных образцов TS-цеолитов установлено, что цеолит с соотношением  $\text{SiO}_2/\text{TiO}_2 = 5,17$  (TS-2) обладает лучшей фотокаталитической активностью и может использоваться при очистке воздуха замкнутых объектов от аммиака.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пармон, В.Н. Фотокатализ: Вопросы терминологии // Фотокаталитическое преобразование солнечной энергии / В.Н. Пармон ; под ред. К.И. Замараев. – Новосибирск : Наука, 1991. – С. 7 – 17.
2. Козлова, Н.П. Разработка регенерируемого патрона и неорганического сорбента для очистки воздуха в замкнутом объеме скаффандра : дис. ... канд. техн. наук, 05.26.02 / Н.П. Козлова. – СПб., 2006. – С. 20.

*Кафедра «Технологические процессы и аппараты»  
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»*