

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамович, Г. Н. Теория турбулентных струй. – М.: Физматгиз, 1960. – 288 с.
2. Павлов, Н. В., Левин, А. Н. Пласт. массы, 1967, № 3, С. 27 – 31.
3. Дытнерский Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии, ч. 1. – М.: Химия, 1992. – С. 148 – 150.

□ Автор статьи:

Журавлев
Владимир Александрович
– канд. техн. наук, доц. каф.
технологии основного органическо-
го синтеза

УДК 62-782.222.2:542.943.7

Ю. Н. Тюрин

НАНЕСЕННЫЕ НА МЕТАЛЛОКЕРАМИКУ КАТАЛИЗАТОРЫ ОЧИСТКИ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ

Число работ по каталитической очистке выбросов в промышленности и на транспорте заметно увеличилось, в которых были предложены, как правило, нанесённые катализаторы платиновой группы и катализаторы, активным компонентом которых были оксиды и соединения металлов переменной валентности.

В качестве носителей для таких катализаторов были использованы как традиционные носители с большой удельной поверхностью: оксид алюминия, алюмосиликат, природные глины, так и отхо-

ды некоторых производств: металлическая стружка, металлургические шлаки, зола сгорания каменных углей и др.

В данной работе мы исследовали нанесённые катализаторы в модельной реакции окисления оксида углерода (табл. 1). В качестве носителя для этих катализаторов была взята металлокерамика (МК), которая обладает достаточной механической прочностью и ей можно придать любую геометрическую форму.

Активность катализаторов определяли в реак-

Таблица 1.Краткая характеристика исследованных катализаторов

№ катализатора	Состав катализаторов	Примечание
1	Носитель МК	Исходный образец
2	NiO – 1%, CuO – 2%, МК – ост.	Пропитка носителя МК раствором нитратов никеля, меди и кобальта
3	NiO – 1%, CuO – 0,2%, CoO – 0,5, МК – остальное	
4	Pt – 2%, Al ₂ O ₃ – 1,2%, МК – ост.	Предварительное прокаливание МК и однократная пропитка
5	Pt – 0,5%, Al ₂ O ₃ – 2,16%, МК – остальное	Без предварительного прокаливания МК и 2-х кратная пропитка
6–14	Pt – 0,5–2,3%, Al ₂ O ₃ – 3,0–4,5%, МК – остальное	Без предварительного прокаливания носителя МК

Таблица 2.Окисление оксида углерода (CO = 1 об. %) на таблетке носителя МК

Параметры \ ^t	350	400	450	500	550	600	650	650	650	650	600	600
W · 10 ⁻³	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,9	6,4	10,7	2,9	7,2
x	0	1,8	4,6	9,2	12,2	18,8	37,9	30,9	16,6	9,9	17,8	7,0

* t – температура процесса, °C; W – удельная объёмная скорость, час⁻¹; x – степень превращения оксида углерода, %.

Таблица 3.Окисление оксида углерода (CO = 1 об. %) при 400 °C на таблетках катализаторов

Параметры	Катализатор №2					Катализатор №3				
	W · 10 ⁻³	6	12	19	27	42	12	19	21	29
x	99,5	97,2	92,3	84,7	72,9	92,8	86,2	83,1	72,6	71,5

ции окисления оксида углерода на проточной установке, состоящей из узла подачи исходной смеси, реакционного узла и аналитической части.

Концентрированный оксид углерода получали разложением муравьиной кислоты при 30–40 °С концентрированной серной кислотой, собирали и хранили в газометре. Исходную смесь (0,3 и 1,0 об.% СО в воздухе) готовили в металлическом баллоне емкостью 40 л. Для этого сначала в баллон передавливали из газометра 0,3 или 1,0 л концентрированного оксида углерода, затем подавали от компрессора воздух до избыточного давления 0,25 МПа, контролируемого по образцовому манометру.

Таблица 4. Окисление оксида углерода ($\text{CO} = 0,3 \text{ об. \%}$) на фракции катализаторов №№ 11, 12

Температура процесса, °С	Степень окисления оксида углерода, % при разных W и t			
	$W = 22000$		$W = 55000$	
	K – 11	K – 12	K – 11	K – 12
250	14,2	1,5	1,6	0
300	97,8	86,2	83,3	58,6
350	99,8	98,6	99,2	90,1
400	99,9	99,4	99,7	96,4
450	99,9	99,9	99,7	98,2

* K – 11 K – 12 – катализаторы №№ 11, 12

Исходная смесь через вентиль тонкой регулировки и реометр подавали в металлический (для испытания таблеток катализатора) или в стеклянный (для испытания фракции катализатора 0,25–2,0 мм) реактор, помещённый в трубчатую печь. Температура в реакторе регулировалась с точностью ± 3 °С и контролировалась по прибору КВП1–503. После реактора абгазы через гидрозатвор выбрасывались в вытяжной шкаф.

Анализ исходной смеси и абгазов на содержание оксида углерода проводили на хроматографе «Газохром 3101» с комбинированным детектором, порог чувствительности которого был не более 0,001 об. % оксида углерода.

Испытание исходного носителя МК (табл. 2) показало, что его активность в реакции окисления оксида углерода очень мала. Даже при высоких температурах 600–650 °С и сравнительно низких удельных объёмных скоростях (до 10000 час⁻¹) степень превращения оксида углерода не превышала 40 %.

С целью увеличения активности катализаторов носитель был обработан растворами нитратов никеля, меди и кобальта. Результаты испытаний этих катализаторов приведены в табл. 3

Нанесение оксидов переходных металлов на носитель МК заметно увеличило активность катализаторов: при 400 °С и удельной объёмной скорости 6000–19000 час⁻¹ степень окисления оксида углерода составила более 85 %.

Образцы №№ 6–14 представляют собой платиновые катализаторы, основой которых является носитель МК, на который сначала нанесён оксид алюминия, а на последний нанесена мелкодисперсная платаина. Эти катализаторы отличаются способом приготовления и содержанием платины и оксида алюминия.

С повышением активности платиновых катализаторов влияние проскока газа при испытании

образцов в виде таблеток становится существенным, поэтому их активность определена при окислении 0,3 или 1,0 об. % оксида углерода в стеклянном реакторе на фракции катализатора 0,25–2,0 мм.

Полученные результаты показывают, что независимо от способа получения и состава все исследованные платиновые катализаторы имеют общие характеристики: во-первых, их активность до температуры 250 °С практически равна нулю (исключением является катализатор № 11), с повышением температуры процесса степень превращения оксида углерода увеличивается скачкообразно при достижении определённой температуры, характерной для каждого катализатора; во-вторых, при повышенных температурах степень превращения слабо зависит от удельной объёмной скорости, что может свидетельствовать о протекании реакции в диффузационной области.

Из исследованных платиновых катализаторов наибольшую активность показали образец №11: Pt – 0,98 %, Al_2O_3 – 3,6 %, МК – остальное и образец № 12: Pt – 0,53 %, Al_2O_3 – 4,50 %, МК – остальное. Результаты определения активности этих катализаторов приведены в табл. 4.

□ Автор статьи:

Тюрин
Юрий Николаевич
– канд. хим. наук, доц. каф.
технологии основного органического
синтеза