

УДК 66.099.2.631

АКТИВИРОВАНИЕ КОНТАКТНЫХ МАСС ВОЗДЕЙСТВИЕМ ДАВЛЕНИЯ ВЗРЫВА

Проскин И. П., Борисенко А. С.

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, г. Дзержинск, ул. Гайдара, 49, E-mail: sekretar@dfngtu.nnov.ru

Рассмотрена актуальность проблемы загрязнения атмосферы отходящими газами. Выполнен анализ методов обезвреживания газовых выбросов, среди которых механохимическая активация (МХА) – перспективный способ повышения реакционной способности твердых веществ. Для повышения каталитической активности известных оксидных катализаторов осуществляли их дополнительную активацию воздействием давления взрывной волны, приводящей к разрушению и деформации первичной структуры, интенсивному разогреву порошка катализатора и, как следствие, плотному и прочному нанесению порошка на внутреннюю поверхность металлической трубки. В качестве эталонов сравнения использовали необжатые гранулированные образцы катализаторов того же состава и равной массы. Представлены сравнительные данные по применению активированных и гранулированных катализаторов в процессах газоочистки.

Ключевые слова: катализатор, каталитическая активность, давление взрыва, механохимическая активация.

ENABLING MASS OF THE EFFECTS OF CONTACT PRESSURE OF EXPLOSION

Proskin I. P., Borisenko A. S.

Nizhegorodsky State Technical University R. E. Alexeeva, Dzerzhinsk, Gaidar St. ,49, E-mail: sekretar@dfngtu.nnov.ru

We consider the urgency of the problem of air pollution exhaust gases. The analysis methods and abatement, including mechanochemical activation (MCA) – a promising way to increase the reactivity of solids. To enhance the catalytic activity of the known oxide catalysts carried out the complement activation by pressure blast effect, lead to the destruction and deformation of the primary structure, intensive heating of the catalyst powder and, as a result, a dense and durable powder coating on the inner surface of the metal tube. Not crimped granular catalyst samples of the same composition and equal masses were used for comparison. Comparative data on the use of activated and granular catalysts in gas purification were presented.

Key words: catalyst, catalytic activity, the pressure of the explosion, a mechano-chemical activation.

Введение

Одной из актуальных проблем современной науки является разработка средств очистки газовых выбросов с целью сохранения окружающей среды. Изменение состава земной атмосферы в результате поступления в нее агрессивных газов и твердых частиц, отходов промышленного производства и, как следствие, начавшееся и усугубляющееся ухудшение условий жизни и развития живых существ на Планете, делает эту проблему предметом обсуждения и исследования многих ученых по всему миру.

Самые широко распространенные поллютанты атмосферного воздуха – это оксиды азота и серы, являющиеся, согласно классификации вредных веществ по степени опасности и функциональному воздействию на организм человека, веществами второго и третьего класса опасности [1]. Концентрация этих оксидов в атмосфере и дальнейшее их превращение в диоксид или триоксид пагубно влияет на живые организмы, увеличивает

кислотность осадков, изменяет состав и температуру атмосферы, создает условия, неблагоприятные как для здоровья человека, так и для выживания других организмов.

Цель исследования

Поиск методов повышения активности недорогих и недефицитных контактных масс и создание на их основе установок эффективной очистки газовых выбросов.

Материалы и методы

Известными методами обезвреживания газовых выбросов оксидов азота и серы являются методы каталитической очистки, которые базируются на использовании дорогостоящих платино- или палладийсодержащих отечественных или импортных катализаторов, обеспечивающих в промышленных условиях 80–90 %-ную очистку обеспыленных газов [4]. Использование многоканальных блочных катализаторов для очистки запыленных газов связано либо с подготовкой дорогостоящих рецептур, либо с недостаточной степенью обезвреживания загрязненных оксидами газов. Исследование путей модернизации известных недефицитных недорогих контактных масс с целью повышения их активности в процессе очистки газов и разработка высокоэффективных газоочистных установок является актуальной технической и экологической задачей.

Мировое производство катализаторов оценивается многими сотнями тысяч тонн с ассортиментом, насчитывающим тысячи марок, а процессы с их использованием составляют основную часть химической промышленности. В производство катализаторов вовлечено более половины элементов периодической системы Д. И. Менделеева. В то же время производство катализаторов, адсорбентов и носителей для них является одним из наиболее экологически вредных. В связи с этим особый интерес представляет поиск новых способов активации твердых контактов и повышения их реакционной способности, не имеющих недостатков, присущих общепризнанным промышленным методам получения катализаторов, таких, как необходимость последующей утилизации или уничтожения, высокая энерго- и капиталоемкость, многостадийность процессов и т. д. Одним из таких новых способов является метод механохимической активации (МХА) [5]. В результате механохимической обработки каталитических масс генерируется большое количество протяженных и точечных дефектов структуры, дислокаций и границ зерен, выходящих на поверхность и приводящих к увеличению каталитической активности твердых тел.

Важными достоинствами метода МХА перед традиционными являются его простота и привлекательность с точки зрения экологии. При использовании метода МХА исключаются такие стадии процесса, как сосаждение, пропитка, сушка, прокаливание, используемые в традиционных промышленных технологиях. Происходит резкое

сокращение количества отходов, стоков загрязнённых вод и растворителей, значительно уменьшается время, необходимое для подготовки катализаторов.

В данном исследовании для усиления каталитической активности известных оксидных катализаторов осуществляли их дополнительную активацию воздействием давления взрывной волны, приводящей к разрушению и деформации первичной структуры, интенсивному разогреву порошка катализатора и, как следствие, плотному и прочному нанесению порошка на внутреннюю поверхность металлической трубки [3]. В качестве эталонов сравнения использовали необжатые гранулированные образцы катализаторов того же состава и равной массы.

Изучение каталитической активности обжатою описанным способом образца «каталитической трубки» проводили на поточной установке в процессах восстановления оксидов азота и окисления диоксида серы в триоксид. В каталитический реактор устанавливали трубчатый каталитический элемент с нанесёнными катализаторами известных марок [2].

Результаты исследования и их обсуждение

Реакцию восстановления NO монооксидом углерода проводили в проточном реакторе на обжатых контактах марок ГИАП-8, ГИАП-16, ГИАП-19 в температурном диапазоне 500–700 °С, отношении CO/NO от 0,9 до 5,5 и содержании NO 0,25–0,5 % (об.).

Экспериментальные данные показали, что степень восстановления монооксида азота при равных условиях на обжатых контактах значительно выше, чем на гранулированных. Так, при температуре 700 °С, содержании NO в исходном газе 0,5 % (об.), и 0,7 % (об.) монооксида углерода, на катализаторе ГИАП-8, нанесённом методом взрыва, степень восстановления NO составляет 84 %, в то время, как на гранулированном этот показатель не превышал 68 %. Для катализатора ГИАП-16, обжатою и гранулированного, степень восстановления составила соответственно 73,4 и 67 %, а для катализатора ГИАП-19 соответственно 78 и 40 %.

Исследован процесс селективного восстановления оксидов азота (II) аммиаком на обжатою катализаторе АВК-10М, где подтверждается преимущество обжатою контакта над гранулированными. Так, на катализаторе, обработанном методом взрыва, максимальная степень восстановления оксида азота составила 99,1 %, в то время как на гранулированном – только 97,0 %.

Значения константы скорости, порядка реакции по каждому из компонентов были установлены кинетическими исследованиями. Энергия активации взаимодействия оксида азота (II) с монооксидом углерода для гранулированного катализатора составляет 58,1 кДж/моль, на обжатою контакте АВК-10М этот показатель равен 50,5 кДж/моль.

Аналогичные исследования были выполнены при окислении диоксида серы в триоксид на обжатых и гранулированных катализаторах БАВ И СВД.

Результаты исследования катализатора БАВ показывают, что превосходством обладает обжатый катализатор, который позволяет даже при более низких температурах достичь более высокой степени превращения. Так, при температуре 400 °С и содержания диоксида серы в исходном газе $C_{SO_2}=0,5$ % степень превращения на гранулированном катализаторе составляет всего 75 %, тогда как на обжатом при аналогичной концентрации и температуре 350 °С степень окисления составила 82 %.

При исследовании катализатора СВД установлено, что степень окисления SO_2 на гранулированном катализаторе с ростом температуры от 350 до 500 °С и увеличением начальной концентрации диоксида от 0,1 до 0,5 % повышается от 63 до 83 %, в то время как на обжатом катализаторе стабильно находится на уровне не ниже 80–95 % в том же температурном интервале.

Энергия активации этой реакции на обжатом катализаторе СВД составила 81,5 кДж/моль, для гранулированного катализатора данный показатель равен 90 кДж/моль. Обжатые катализаторы этой марки позволили достичь равной степени окисления диоксида серы при более низких температурах, чем при использовании серийных гранулированных контактов.

Заключение

Показано превосходство обжатым давлением взрыва катализаторов над гранулированными того же состава в равных условиях. Рентгенографическим методом показано, что обработка взрывом приводит к повышению пористости, увеличению размера пор и, как следствие, значительному росту степени использования внутренней поверхности катализаторов.

Исследованные и прошедшие экспериментальную проверку образцы обжатым контактных масс могут быть успешно использованы в газоочистных установках для обезвреживания газовых выбросов химических, энергетических и других производств, а также для очистки отходящих газов двигателей внутреннего сгорания.

Список литературы

1. Глушко Я. М. Вредные неорганические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. Л.: Химия, 1987. 192 с.

2. Корнев М. В. Исследование каталитического восстановления оксидов азота на катализаторах, нанесенных методом взрыва: Автореферат дис. ... канд. техн. наук по специальности ВАК РФ: 05.17.01. Нижний Новгород: НГТУ им Р. Е. Алексеева, 2006.
3. Патент РФ №2036721 от 09.06.95. «Способ получения каталитической трубки».
4. Страус В. Промышленная очистка газов (пер. с англ.). М.: Химия, 1981. 616 с.
5. Широков Ю. Г. Механохимия в технологии катализаторов. 2005. 370 с.

Рецензенты:

Ким Павел Павлович, д-р техн. наук., профессор кафедры «Процессы и аппараты химических и пищевых производств», Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р. Е. Алексеева, г. Дзержинск.

Ульянов Владимир Михайлович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Машины и аппараты химических производств», Дзержинский политехнический институт НГТУ им. Р. Е. Алексеева, г. Дзержинск.