

22. Пат. 48026 Укр., МПК⁸ В 09 С 1/00. Спосіб очищення ґрунту від нафти і нафтопродуктів графітовим сорбентом / Б.І.Бондаренко, О.П. Кожан, В.М.Дмітрієв та ін. — Опубл. 10.03.10, Бюл. № 5.
23. Пат. 83180 Укр., МПК⁸ В 09 С 1/00, С 02 F 1/28. Спосіб очищення ґрунту від нафтопродуктів графітовим сорбентом / Б.І.Бондаренко, О.П. Кожан, В.М.Дмітрієв та ін. — Опубл. 25.06.08, Бюл. № 12.

Поступила в редакцию 23.07.10

Reservoirs and Ground Surface under Emergency Oil and Petroleum Products Spills Clearing by Thermal Expanded Graphite Basis Sorbent

Dmitriev V.M., Kozhan A.P., Ryabchuk V.S., Bondarenko O.B., Hohulya I.M.

The Gas Institute of NASU, Kiev

The processes of preliminary processing and preparation of a sorbent on thermal expanded graphite basis intended for emergency oil spills consequences, petroleum products and other hydrophobic organic liquids on reservoirs and ground surface elimination are investigated. It is displayed that complex problem of oil and petroleum products spills can be successfully solved by appropriate apparatus for emergency spills on reservoirs surface, on riverside and soil by thermal expanded graphite basis sorbent elimination.

Key words: umineral oil, petroleum products, emergency spills, sorbents, thermal expanded graphite.

Received July 23, 2010

УДК 660.67.412

Каталитические композиции пространственной конфигурации на металлических носителях в реакции окисления СО кислородом воздуха (Обзор)

Денисов А.А.

Институт газа НАН Украины, Киев

Рассмотрены варианты и технологические приемы получения нанесенных катализаторов, применяемых в разных каталитических процессах, с использованием металлосодержавших носителей различной пространственной конфигурации. Проведена оценка достоинств и недостатков каталитических композиций. Композиции для экспериментов изготовливались на основе металлического сетчатого носителя с нанесением на его поверхность каталитически активных компонентов — оксидов благородных или чистых металлов. Предложен оригинальный вариант расположения в каталитическом реакторе пакета сеток, состоящего из каталитически активных и достаточно нейтральных по активности сеток в определенной последовательности.

Ключевые слова: металлический носитель, пакет сеток, оксид углерода, конверсия.

Розглянуто варіанти та технологічні прийоми отримання нанесених каталізаторів, що застосовуються у різних каталітичних процесах, із використанням металовмісних носіїв різноманітної просторової конфігурації. Проведено оцінку переваг та недоліків каталітичних композицій. Композиції для експериментів виготовлялись на основі сітчастого металевго носія з нанесенням на його поверхню каталітично активних компонентів — оксидів благородних сполук або чистих металів. Запропоновано оригінальний варіант розміщення у каталітичному реакторі пакету сіток, що складається з каталітично активних та досить нейтральних за активністю сіток у визначеній послідовності.

Ключові слова: металевий носій, пакет сіток, оксид вуглецю, конверсія.

В последнее десятилетие наметились определенные успехи в различных отраслях химической промышленности, связанных с использованием катализаторов, которые достигаются за счет использования новых нанесенных эффективных контактов, с применением нетрадиционных носителей пространственной конфигурации на основе керамических носителей и с использованием носителей на металлической основе. К таковым относятся сотовые структуры на основе керамики или металлического сплава, металлические сетки произвольного состава, металловолокнистые композиции, пространственная структура, состоящая из сетки и гофрированной фольги, скомпонованная в виде объемной пространственной конфигурации, стеклотканые и металлотканые носители, а также металлосодержащие пористые композиции пеноячейистой пространственной структуры и др. [1–5].

Катализаторы пространственной конфигурации. Катализаторы сетчатого типа представляют собой металлическую сетку из термостойкого сплава, как правило, с нейтральными каталитическими свойствами, на которую активные компоненты могут быть нанесены электронно-лучевым напылением или лазерным лучом, плазменным напылением в вакууме и пр. Указанные методы довольно дорогостоящие, однако благодаря малым количествам активных компонентов на сетке (в сравнении с массивными или нанесенными контактами) имеется возможность наносить чистые металлы (или их оксиды), а также микроколичества благородных металлов в любой их комбинации и последовательности. Эффективность нанесения активных компонентов такими методами очень низка и не превышает 3–5 %, однако имеется дополнительная возможность многократного использования основной части исходного активного ингредиента (сплав или чистый металл). Газодинамическое сопротивление пакета таких сеток-катализаторов сопоставимо с блочной керамикой сотовой структуры равного объема. Однако, такие металлические контакты имеют недостаточно устойчивую адгезию нане-

сенного материала по отношению к носителю, и каталитическая композиция на сетке быстро теряет свои свойства, особенно при больших линейных скоростях течения газов.

Для устранения этого недостатка необходима специальная дорогостоящая обработка материала сетки специальными растворами. Такая процедура заключается в нанесении на исходную сетку достаточно инертного металла (подложка — вторичный носитель) с развитой поверхностью, который выполнял бы роль связующего металла с основным активным каталитическим компонентом. Кроме того, можно варьировать последовательность расположения сеток различного состава или их конфигурации [6–8]. Тонкостенная металлическая фольга также может служить в качестве основы (носителя) при создании катализаторов произвольного состава. Для этого на фольгу методом алитирования предварительно наносится вторичный носитель (обычно расплав алюминия), который после серии дополнительных операций (химическая или электрохимическая обработка, окисление и пр.) служит основой для нанесения основных каталитических ингредиентов обычно электрохимическим методом. Такая фольга обычно гофрируется и сворачивается в виде свитка (рулона) для создания пространственной конфигурации необходимого размера, аналогичной сотовой структуре. При этом возможно последовательное чередование и сетки, и металлической ленты [8]. Такая металлическая композиция требует мягких условий эксплуатации, то есть без больших скачков температуры.

В качестве носителя для каталитических процессов могут также использоваться пенометаллы, получаемые методом прессования пористых металлов (или их оксидов) с последующими операциями выщелачивания балласта, нанесения на металлический носитель порообразующей подложки и последовательно соответствующих активных компонентов, которые после финальной прокатки превращаются в катализатор пространственной конфигурации, близкой по основным свойствам к сотовой структуре [9,

10]. Известны варианты получения металлических отливок в виде композиции, пронизанной сквозными отверстиями по длине металлического тела, образующего пространственную структуру, при этом существенную трудность составляет комплекс процедур для формирования каталитически активной поверхности металлического катализатора пространственной конфигурации. Это сопровождается серией последовательных операций, а именно: первичной кислотной или щелочной обработки внутренней поверхности каналов сот для ее разрыхления и увеличения поверхности; нанесения вторичной подложки (обычно активный оксид алюминия) с последующим нанесением на подложку основных каталитических компонентов. В некоторых случаях необходима дополнительная операция восстановления активных компонентов катализатора в соответствии с направленностью протекания химической реакции [11–21].

Пеноячейчатые композиции (ПЯМ) представляют собой пространственную структуру, которую получают пропиткой пористого полимера (типа поролона) с определенными ячейками раствором солей, содержащим активные компоненты. При этом ячейки (пустоты) в поролоне выполняют функцию поглотителя раствора, а после сушки и прокалывания образуется каркас пеноячейчатой структуры, представляющий собой хаотичное скопление сквозных каналов произвольной формы [10]. При сравнении такой структуры с блочной керамикой сотовой структуры (БНСС) очевидны существенные различия, а именно: газодинамическое сопротивление ПЯМ меньше сопротивления эквивалентного по высоте слоя сферического катализатора, но больше, чем у блочного носителя сотовой структуры. По этому показателю они занимают промежуточное положение за счет сопротивления при турбулизации газового потока в лабиринтах связанных каналов ячейчатой структуры, что в определенных случаях является положительным моментом при протекании некоторых реакций, в частности, многомаршрутных. Прочностные показатели пеноячейчатой структуры несколько ниже, чем у блочной керамики сотовой структуры, за счет малой толщины стенки единичного элемента, а также неравномерной толщины перегородок такой структуры, хаотичности геометрических размеров каналов ячеек и более низкой температуры обжига ПЯМ [10].

В качестве носителя для каталитических процессов могут также использоваться пенометаллы, получаемые методом прессования пористых металлов (или их оксидов) или металличе-

ской стружки с последующими операциями выщелачивания балласта, нанесения порообразующей подложки и последовательно соответствующих активных компонентов с превращением в катализатор пространственной конфигурации, близкой по основным свойствам к сотовой структуре. При этом существенную трудность составляет процедура равномерного нанесения подложки на металлическую основу [12–21].

Известна комбинация каталитически активной металлической сетки, выполненной в виде плотного пакета сеток или сетки, свернутой в плотный рулон типа свиток, что образует пространственную конфигурацию, которую можно использовать в каталитическом реакторе при большой скорости течения газов (нейтрализатор токсичных автомобильных выбросов) [6]. Известна также пространственная комбинация, получаемая из нитей термостойкой проволоки диаметром до 0,08 мм, спрессованной в тонкую объемную пластину, с хаотичным расположением нитей толщиной около 10 мм. Высокотемпературная обработка такой пластины с дополнительным прессованием этой массы сопровождается сваркой нитей проволоки в местах их контакта с образованием единичного элемента механически прочной конструкции пространственной конфигурации [22].

Окисление оксида углерода. Для приготовления катализатора использовали металлическую термостойкую сетку с ячейкой 0,6 мм при диаметре нитей 0,25 мм (до 60 отверстий на 10 см²). Технические подробности электронно-лучевого нанесения подложки и активных компонентов подробно изложены в [6]. На сетку в качестве подложки (связующего) предварительно наносили оксид алюминия или оксид циркония, стабилизированный оксидом иттрия (до 8 % (мас.)) — стандарт для увеличения адгезии основных компонентов. Основным каталитическим компонентом такого сетчатого контакта был оксид палладия в количестве 0,0016–0,0020 % (мас.). Толщина слоя активных металлов или их оксидов в экспериментах составляла 10–60 мкм. В отдельных экспериментах в качестве активных компонентов использовали традиционно известные металлы: медь, железо, кобальт или хром [6], нанесенные на подложку вышеозначенным способом. Носитель и активные компоненты наносились на обе стороны сетчатого носителя.

Активность всех образцов испытывали в установке проточного типа (реактор выполнен из термостойкого стекла (внутренний диаметр реактора 24 мм)) в реакции окисления оксида углерода кислородом воздуха при стандартных

условиях испытаний [23], где базой сравнения служил стандартный катализатор сферической формы ШПАК-0,5, содержащий 0,5 % (мас.) оксида палладия на сферическом алюмооксидном носителе ШН-2 [24]. При этом варьировали форму и последовательность загрузки металлического сетчатого катализатора (условные названия: пакет сеток, рулон-свиток, гирлянда сеток) в реактор.

Отдельно проведена серия экспериментов с использованием в качестве активных компонентов металлов (железо, кобальт, хром, медь), нанесенных методом электронно-лучевого напыления металлической сетки с подложкой в виде циркония, промотированного добавкой иттрия. Особенность этого метода всерного напыления заключалась в одновременном нанесении на сетку двух различных металлов таким образом, что на одном краю сетки было 100 % металла А и 0 % металла Б, а середина сетки имела одновременно по 50 % каждого металла А и Б, равномерно перемешанных между собой в процессе напыления.

Условия каталитических испытаний: температурный интервал 120–580 °С, концентрация СО в гелии около 1 % (об.), объемная скорость течения газа 36–72 тыс.⁻¹ (стандарт Института катализа РАН), линейная скорость течения газа 0,23–0,46 м/с. Анализ реагентов реакции осуществляли с помощью автоматических газоанализаторов типа ФА-120 А и ФА-102 на СО и СО₂. Время быстрого действия аналитической аппаратуры от момента пуска газовой смеси на анализ не превышало 10 с.

Изначально выяснено, что сетчатые контакты в виде плотного пакета сеток из 15 шт., содержащие до 0,002 % (мас.) оксида палладия в виде активной фазы, являются наиболее продуктивными в температурном интервале 180–235 °С и уступают стандартному базовому катализатору ШПАК-0,5 (при равных условиях сравнения) в среднем только на 7–9 %. В интервале достаточно высоких температур 290–310 °С активность такого контакта несколько уступает активности (до 5–6 %) базового катализатора ШПАК-5. При этом в обоих случаях имеет место положительный гистерезис, характерный для большинства газофазных реакций при окислении СО [1] на таких или аналогичных контактах. Экспериментально установлено увеличение температуры газа на выходе из пакета сеток на 40–85 °С в сравнении с температурой на входе в слой сетчатого катализатора, что является подтверждением экзотермичного характера реакции окисления СО. Предварительно установлено, что в процессе каталитиче-

ской реакции имеет место процесс обтекания газовым потоком материала сетки (проволока) с обеих сторон. Этот факт установлен в результате переворота на 180° стандартного пакета сетчатого катализатора, содержащего активный компонент только с одной стороны. В этом случае его активность составляла 58–62 % активности такого же пакета, но содержащего активные компоненты с обеих сторон.

Отмечается резкий температурный скачок активности (так называемая вспышка), который реализуется при 195–240 °С в зависимости от вида упаковки сетчатого катализатора и характерен для контактов, содержащих соединения благородных металлов. При варьировании количества сеток контакта в плотном пакете установлено, что максимум активности пакета при окислении СО и стандартной объемной скорости сравнения 36 тыс.⁻¹ наблюдается в случае 20–25 шт. сеток. Вариант сетчатого катализатора в виде рулона характеризуется максимальной активностью (степень окисления СО) порядка 52–55 % при достаточно высокой температуре (310–330 °С), что является следствием проскока реакционной смеси вдоль оси такой упаковки катализатора. Поэтому наше внимание было обращено на варианты пакет сеток и гирлянда.

В табл.1 приведены показатели активности сетчатых катализаторов (степень окисления СО) с привязкой к конкретной температуре (на выходе из пакета сеток) в зависимости от вида упаковки сеток с варьированием их количества в пакете от 2 до 35 шт. (левая часть таблицы). Для пакетов из 25 и 35 шт. отмечается одинаковая активность при равной температуре выходящего газа из реактора. Для упаковки сеток в виде гирлянды равные показатели активности характерны для пакетов из 10 и 15 шт.

Необходимо обратить внимание на необычную компоновку сетчатых дисков в виде пакета, когда между каталитически активной сеткой имеется зазор по высоте, равный 4–5 отсутствующим сеткам по толщине (компоновка — гирлянда). Каталитическая активность такой пространственной конфигурации при стандартных условиях испытаний 90–92 % активности базового катализатора сравнения ШПАК-0,5 [24], а в области 245–260 °С они практически равны. С увеличением количества сеток в плотной их упаковке увеличивается степень окисления СО, что напрямую связано с уменьшением объемной скорости потока через слой катализатор при постоянной линейной скорости течения газа за счет полного контакта газа с полной внешней поверхностью сетчатого катализатора.

Таблица 1. Показатели активности сетчатых катализаторов

п, шт.	Пакет сеток				Упаковка сеток в виде гирлянды				
2	435/33,1	465/45,0	475/46,1	490/50,5	–	–	–	–	–
3	455/43,9	475/47,6	482/48,0	495/50,3	–	–	–	–	–
5	390/51,2	445/59,3	500/71,5	593/85,7	370/24,5	410/44,5	475/36,4	575/72,8	620/82,4
7	435/40,8	482/55,7	500/57,2	515/60,5	–	–	–	–	–
10	369/24,5	480/68,2	552/83,0	575/90,1	326/25,0	390/45,2	48,5/78,1	560/91,3	620/95,4
15	392/49,2	450/58,5	502/77,4	520/79,2	410/62,3	497/85,6	545/91,6	600/95,6	642/98,5
25	458/75,2	498/83,3	520/89,1	–	–	–	–	–	–
35	427/75,3	447/84,5	520/90,2	565/97,2	–	–	–	–	–

Примечание. В числителе – температура после слоя пакета сеток (°С), в знаменателе – степень окисления СО (%).

Исходя из технологических требований непрерывности каталитической массы катализатора в процессе газофазной реакции, предлагается необычный вариант расположения каталитических сеток с чередованием сеток нейтральной активности (исходная сетка промышленного производства), которые располагают между активными сетками. Такой вариант компоновки с добавлением сеток нейтральной активности уплотняет пакет и устраняет турбулизацию потока газа между сетками, сохраняя при этом большее время контакта газа с каталитической массой без изменения в целом каталитической активности всей пространственной конфигурации.

Экспериментами установлено, что такая определенная последовательность сеток в общем пакете (без нарушения стандартных условий по объемной скорости течения газовой смеси, содержащей монооксид углерода и кислород) позволяет достичь высоких степеней окисления СО. Установлено, что оптимальная последовательность активных сеток полностью отвечает правилу Фибоначчи, когда их ряд по отношению к направлению потока газа имеет номера 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34... При этом в общем пакете сетчатого катализатора диски с нейтральной активностью имеют номера 4, 6, 7, 9,

10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22. При расчете на пакет из 20 комбинированных сеток, расположенных по правилу Фибоначчи, имеется каталитически активных 7 сеток, инертных 13 сеток, то есть доля активных в среднем составляет 34,2 %, инертных – 65,8 %. При этом активность такой нестандартной композиции находится на уровне 93–94 % активности полноразмерной пространственной комбинации типа гирлянда [6].

Если поток газа направить на торцевую часть, где первой будет инертная по активности сетка 22, то поток реакционной смеси контактирует с активными сетками в нарастающей их последовательности. Такой вариант приемлем для медленно протекающих каталитических газофазных реакций. В случае контакта газового потока с активными сетками 1, 2, 3 каталитический процесс протекает очень быстро за счет концентрации количества активных сеток на небольшом участке (5 сеток из общего их количества 8 шт.) [24]. Аналогичное свойство катализатора с переменным составом активных компонентов (микроколичества соединений благородных металлов) по длине катализатора характерно и для катализатора пространственной конфигурации в виде керамики сотовой структуры [25].

Отсюда вывод: комбинированное расположение активных и нейтральных сеток является экономически целесообразным, технологически реальным вариантом каталитического процесса при окислении монооксида углерода кислородом воздуха.

В табл.2 приведены результаты испытания на активность сетчатых катализаторов в реакции окисления монооксида углерода кислородом воздуха, в которых активные компоненты нанесены на стандартную подложку (оксиды циркония и иттрия) в виде чистых металлов (Со, Сг, Fe, Cu) в различных соотношениях.

Наибольшую активность показала бинарная смесь Со : Сг = 1 : 1. Установлено, что процесс окисления СО на таких сетчатых катализаторах последовательно проходит окисление металла ка-

Таблица 2. Активность пакетов сеток, содержащих активные компоненты в виде металлов

	Fe	Co	Cr	Cu
Fe	–	(4:1) 522/69,8	–	–
Co	(4:1) 510/87,5	–	(1:1) 474/88,0	–
Cr	(1:1) 580/34,2	(1:1) 598/36,8	–	(1:1) 590/40,0
Cu	–	–	(1:4) 548/35,6	–

Примечание. В скобках – соотношение металлов в бинарной смеси на поверхности сетчатого катализатора, в числителе – температура после слоя пакета сеток (°С), в знаменателе – степень окисления СО (%).

тализатора с последующим его частичным восстановлением до оксида металла более высокой валентности, что зафиксировано изменением цвета оксидов и характерно для металлов переменной валентности. Этот факт хорошо согласуется с известной теорией попеременного восстановления-окисления поверхности металлического катализатора в процессе окисления СО.

Отдельно нами кратко рассмотрена реакция окисления смеси СО и метана на катализаторах последней серии. Наибольшую активность продемонстрировал контакт состава $\text{Co} : \text{Fe} = 2 : 1$. Так, при температуре газовой смеси около 450°C , поступающей на стандартный пакет секток (15 шт.), и при соотношении $\text{O}_2/\text{CH}_4 = 2,6\text{--}2,8$ степень окисления СО составила 72,4, а метана 95 %, а при 425°C эти значения соответственно 69,6 и 89 %.

Необходимо отметить также достаточно высокую активность нанесенных металловолоконистых катализаторов, получаемых пропиткой носителя, в виде микропроволоки на основе никеля, железа и хрома растворами, содержащими палладий и платину в количестве по 0,04 % (мас.) каждый в пересчете на их оксид. Катализатор представлял собой блок-кассету сотовой структуры, загружаемый в каталитический конвертор, и использовался в качестве нейтрализатора реального промышленного объекта по очистке отработанных газов бензиновых двигателей. Установлена каталитическая активность (степень очистки) такой композиции: по оксиду углерода 94,7–98,6 %; по оксидам азота 86,7–91,4 % [26].

Выводы

Анализ литературных данных и результаты наших экспериментов позволяют сделать вывод о реальности практического использования композиций пространственной конфигурации в качестве носителя для катализатора, активного в реакциях окислительного и восстановительного характера.

Список литературы

1. Денисов А.А., Макаренко В.А., Шамрай А.А. Керамические блочные носители и катализаторы сотовой структуры (Обзор) // Экологические технологии и ресурсосбережение. — 1997. — № 1. — С. 24–31.
2. Raisanen H., Keiski R.L., Harkonen M. et al. Metal substrated zeolite catalysts for NO_x abatement in lean exhaust conditions // Abstr. Intern. sem. MHSAC-4, St-Peterburg; Novosibirsk, 1995. — Pt. 2. — P. 13–140.

3. Gryaznov V.M. Monolith membrane catalysts // Ibid. — P. 175–176.
4. Барелко В.В. Новые блочные каталитические системы на основе стеклотканых и металлотканых носителей // Там же. — Ч. 1. — С. 118–119.
5. Онуцин С.А., Фазлеев М.П. и др. Модель процессов тепломассопереноса в сотовом катализаторе при протекании химической реакции // Тр. I Всесоюз. науч.-техн. конф. «Блочные носители и катализаторы сотовой структуры» (Пермь, 1990 г.). — Пермь : Изд-во АН СССР, 1990. — С. 25–27.
6. Денисов А.А., Пятничко А.И., Ветров Б.Т. и др. Нейтрализация ОГ бензиновых ДВС на катализаторах, полученных осаждением в вакууме на металлических носителях // Проблемы спецэлектротехнологии. — 1996. — № 3. — С. 24–29.
7. Обушенко Т.И., Сердюк Г.Н., Цыбулев П.Н. и др. Катализаторы сетчатого типа для окисления СН и СО // Экологические технологии и ресурсосбережение. — 1995. — № 3. — С. 52–54.
8. Водянкин А.Ю., Галанов С.И., Курина Л.Н. Окислительные катализаторы окисления СО и СН, нанесенные на металлические сетки // Тр. Междунар. семинара «Блочные носители и катализаторы сотовой структуры». — СПб. : СО РАН, 1995. — Ч. 1. — С. 62–63.
9. Аршинов Н.А., Корольков В.В., Павлычев А.Н. и др. Металлоблок — носитель для очистки ОГ ДВС // Там же. — С. 20–22.
10. Леонов А.Н., Сморгыга О.Л., Шелег В.К. Высокопористая проницаемая пенокерамика // Информ. Минчермета Беларуси. — Минск, 1995. — 20 с.
11. Молина С.Е., Мухина Л.П., Севостьянов В.П. Блочный катализатор для очистки технологических газов и ОГ автотранспорта от оксидов азота и углерода // Там же. — С. 34–35.
12. Сокольский Д.В., Алексеева Г.К., Корнеев Л.И. и др. Металлические пористые катализаторы в высокотемпературных реакциях окисления и восстановления // Материалы III Всесоюз. конф. «Каталитическая очистка газов». — 1985. — Ч. 2. — С. 34–37.
13. Скарченко В.К., Соловьев Г.И., Новомлынский Н.А. и др. Целнометаллический катализатор полного окисления органических веществ // Там же. — Ч. 1. — С. 57–60.
14. Коваленко О.Н., Цирульников П.Г., Поповский В.В. Приготовление и исследование катализаторов дожига на пористых металлических носителях // Там же. — С. 53–56.
15. Арикин Ю.М., Друзь С.В., Закарин Н.А. Блочные катализаторы на основе металлических ПСК // Тр. I Всесоюз. науч.-техн. конф. «Блочные носители и катализаторы сотовой структуры». — Пермь : Изд-во АН СССР, 1990. — С. 37.
16. Коваленко О.Н., Цирульников П.Г., Поповский В.В. Приготовление и исследование катализаторов дожига на пористых металлических носителях // Там же. — Ч. 1. — С. 53–56.

17. Закумбаева Г.Д., Нигметова Д.Т., Урумбаева Ш.У. и др. Блочные биметаллические катализаторы в реакциях окисления СО и углеводородов // Сб. Блочные носители и катализаторы сотовой структуры. — Новосибирск : СО РАН, 1992. — С. 45–50.
18. Пахомов Н.А., Буянов Р.А. Закономерности формирования нанесенных биметаллических платиновых катализаторов дегидрирования низших парафинов // Тез. докл. III конф. по научным основам приготовления и технологии катализаторов РФ и стран СНГ. — Ярославль; Новосибирск : Изд-во СО РАН, 1996. — С. 50–53.
19. Осипова Н.А., Курина Л.Н., Дозморов С.В. и др. Металлические пористые катализаторы, полученные методом СВС, для глубокого окисления СО и углеводородов // Там же. — С. 116–119.
20. Закарина Н.А., Юсупова М.К. Блочные катализаторы на металлической основе для очистки газовых выбросов автотранспорта // Там же. — С. 96–100.
21. Пестряков А.Н., Юрченко Э.Н., Феофилов А.Е. Каталитическая нейтрализация выхлопных газов на носителях из пенометаллов // Тр. Междунар. семинара «Блочные носители и катализаторы сотовой структуры». — С.-Петербург : СО РАН, 1995. — Ч. 1. — С. 14–15.
22. Соловьев Г.И., Климаш А.А., Гончаров В.В. Каталитический нейтрализатор с металловолоконистым катализатором для очистки выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания // Энерготехнологии и ресурсосбережение. — 2008. — № 5. — С. 44–49.
23. Промышленные катализаторы газоочистки. Рекламный проспект. — Новосибирск : Изд-во СО АН СССР, 1981. — Вып. 1. — 34 с.; Вып. 2. — 112 с.
24. Пат. 93572 Укр., МПК⁹ В 01 J 23/54. Спосіб одержання сітчастого металевого катализатора для окиснення монооксиду вуглецю киснем повітря / О.О.Денисов. — Опубл. 25.02.11, Бюл. № 4.
25. Пятничко А.И., Денисов А.А., Гриненко С.Б. Некоторые аспекты технологии неравномерного нанесения активных компонентов по высоте керамического блочного носителя // Тр. Междунар. семинара «Блочные носители и катализаторы сотовой структуры». — СПб. : Изд-во СО РАН, 1995. — Ч. 1. — С. 115–117.
26. Соловьев Г.И., Гончаров В.В., Климаш А.А. Изучение кинетики гетерогенно-каталитического окисления метана на платино-палладиевом катализаторе // Экологические и ресурсосбережение. — 2008. — № 3. — С. 41–44.

Поступила в редакцию 10.02.11

Catalytic Three-Dimensional Compositions on Metal Carriers in CO Oxidation by Air Oxygen Reaction (Review)

Denisov A.A.

The Gas Institute of NASU, Kiev

The variants and processing methods of coated catalysts for various catalytic processes manufacture with metallic carriers of different three-dimensional shape application are considered. The catalytic composition advantages and disadvantages are conducted. The experimental compositions are manufactured by deposition of catalytic active components on the metallic cell carrier surface such as noble and pure metals oxides. The original variant of cell package order in catalytic reactor is proposed. The package consists of certain sequence catalytically active and neutral cells.

Key words: metallic carrier, cell package, carbon oxide, conversion.

Received February 10, 2011