



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 170 140** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) МПК⁷ **B 01 J 21/18, 23/38, 23/70, 37/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 95113891/04, 08.08.1995
(24) Дата начала действия патента: 08.08.1995
(30) Приоритет: 12.08.1994 US 08/289,434
(43) Дата публикации заявки: 27.08.1997
(46) Дата публикации: 10.07.2001
(56) Ссылки: EP 0488716 A1, 03.06.1992. SU 643178 A, 29.01.1979. SU 1384323 A1, 30.03.1988. US 3886093 A, 27.05.1975. GB 2164327 A, 19.03.1986. EP 0120604 A1, 03.10.1984. DE 4215907 A1, 12.11.1993. DE 4104513 A1, 29.08.1991.
(98) Адрес для переписки:
193036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ",
Поликарпову А.В.

(71) Заявитель:
Корнинг Инкорпорейтед (US)
(72) Изобретатель: ГЭДКЭРИ Кишор Пурушоттам (US),
ДЮЗ Стивен Брюс (US), ПЭЙТИЛ
Малланагоуда Дьяманагоуда (US)
(73) Патентообладатель:
Корнинг Инкорпорейтед (US)
(74) Патентный поверенный:
Поликарпов Александр Викторович

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ КАТАЛИЗАТОРА, НАНЕСЕННОГО НА АКТИВИРОВАННЫЙ УГОЛЬ, И
КАТАЛИЗАТОР, ПОЛУЧЕННЫЙ ЭТИМ СПОСОБОМ

(57)
Группа изобретений относится к катализаторам, равномерно распределенным на поверхности активированного угля. Способ получения нанесенного на активированный уголь катализатора включает в себя смешение жидкой термоотверждаемой смолы в качестве углеобразующего вещества и образующего катализатор вещества, отверждение углеобразующего вещества при необходимости, карбонизацию

углеобразующего вещества и активацию угля с получением нанесенного на активированный уголь катализатора. Нанесенный равномерно на активированный уголь катализатор может иметь форму покрытия на основе порошка или монолитного изделия и имеет закрепленные на нем электроды для пропускания электрического тока. Достигается упрощение и повышение экономичности способа получения катализатора, а также усовершенствование получаемого катализатора. 2 с. и 10 з.п. ф-лы.



RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 170 140** ⁽¹³⁾ **C2**
(51) Int. Cl.⁷ **B 01 J 21/18, 23/38, 23/70,**
37/02

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 95113891/04, 08.08.1995
(24) Effective date for property rights: 08.08.1995
(30) Priority: 12.08.1994 US 08/289,434
(43) Application published: 27.08.1997
(46) Date of publication: 10.07.2001
(98) Mail address:
193036, Sankt-Peterburg, a/ja 24,
"NEVINPAT", Polikarpovu A.V.

(71) Applicant:
Korning Inkorporejted (US)
(72) Inventor: GEhDKEhRI Kishor Purushottam
(US),
DOZ Stiven Brjus (US), PEhJTIL Mallanagouda
D'jamanagouda (US)
(73) Proprietor:
Korning Inkorporejted (US)
(74) Representative:
Polikarpov Aleksandr Viktorovich

(54) **METHOD OF PREPARING CATALYST DEPOSITED ON ACTIVATED CARBON, AND THUS PREPARED CATALYST**

(57) Abstract:

FIELD: catalyst production. SUBSTANCE: group of inventions relate to catalysts homogeneously distributed across the surface of activated carbon. Method consists in mixing liquid thermosetting resin as carbon-forming substance with catalyst precursor, solidifying carbon-forming substance if necessary, carbonizing

carbon-forming substance, and activating carbon with deposited catalyst. Activated carbon with homogeneously distributed catalyst can be in the form of a supported coating, as powder, or as one-piece article and incorporates electrodes for passing current through its bed. EFFECT: simplified preparation procedure and improved quality of catalyst. 12 cl, 11 ex

RU 2 170 140 C2

RU 2 170 140 C2

Изобретение относится к способу получения катализатора, равномерно распределенного на основе из активированного угля. Предпочтительно вещество, образующее металлический катализатор, смешивают с веществом, образующим активированный уголь, которое затем наносят в виде покрытия на основу, после чего углеобразующее вещество подвергают карбонизации и активируют с образованием прочного покрытия из активированного угля, содержащего диспергированный на нем катализатор.

Во многих химических реакциях в качестве катализаторов используют металлы, например переходные металлы, в том числе благородные и основные металлы. Как правило, катализаторы увеличивают скорость химических реакций, что приводит к более высокой производительности промышленного процесса. Некоторые катализаторы также используют для проведения реакции по требуемому маршруту, т. е. в присутствии катализаторов образование одних веществ более энергетически выгодно, чем других.

Как правило, стоимость катализаторов велика, поэтому необходимо по возможности достичь максимального использования данного количества катализатора. Это осуществляют путем максимального увеличения площади поверхности катализатора, т.е. путем увеличения его дисперсности. Катализаторы используют в форме жидкостей или твердых веществ. Хотя твердые катализаторы можно использовать в виде порошков, как правило, их наносят на основу с большой площадью поверхности. В этих случаях свойства основы приобретают большое значение.

В качестве основы для металлических катализаторов, например, благородных металлов, используют активированный уголь ввиду его очень высокой площади поверхности. Такие катализаторы (в форме порошка или гранул) применяют в различных нефтехимических процессах. Обычно эти катализаторы получают путем диспергирования мелких частиц благородного металла на предварительно полученном активированном угле (метод первоначального смачивания).

Метод первоначального смачивания заключается в диспергировании порошка активированного угля в растворе соли металла. При этом порошок активированного угля пропитывается раствором. Порошок фильтруют, высушивают и нагревают до температуры, необходимой для разложения соли до требуемой формы катализатора - металла или оксида металла. Обычно требуется многократное повторение процедуры пропитки для получения необходимого количества катализатора на активированном угле. Свойства поверхности порошка активированного угля оказывают очень большое влияние на полученное распределение металлического катализатора. Для получения хорошего распределения металла на активированном угле необходимо тщательно контролировать содержание кислорода и pH поверхности порошка угля. Использование многочисленных стадий в этом способе приводит к очень высокой стоимости нанесенного на активированный уголь катализатора.

Другой способ получения нанесенных на активированный уголь катализаторов заключается в осаждении образующего металлический катализатор вещества с высокой упругостью паров на поверхность угля. В этом способе химия поверхности угля влияет на выбор образующих катализатор веществ. Для большинства требуемых катализаторов часто невозможно подобрать исходные вещества. В качестве примеров металлических катализаторов, которые не удается легко осадить из паров, можно привести щелочноземельные металлы, хром, марганец, медь и т. д., поскольку соединения этих металлов имеют низкую упругость паров. Другие металлы, такие как платина, палладий и кобальт, трудно осадить ввиду того, что летучие соединения этих металлов быстро разлагаются в паровой фазе. Помимо этого, многие из доступных летучих соединений высокотоксичны. Наконец, этот способ требует очень сложного, дорогостоящего оборудования для осаждения.

В патенте США 3886093 описан способ получения катализатора, нанесенного на активированный уголь, включающий совмещение углеобразующего вещества с образующим катализатор веществом в растворимой форме, карбонизацию углеобразующего вещества и активацию угля с получением нанесенного на активированный уголь катализатора, а также полученный таким способом катализатор в виде порошка из активированного угля с нанесенным на него каталитическим веществом. Указанный способ включает совмещение углеобразующего вещества (несульфированного водного раствора лигната) с образующим катализатор веществом в растворимой форме (раствором, содержащим соль переходного металла), карбонизацию углеобразующего вещества и активацию угля с получением нанесенного на активированный уголь катализатора. В результате получают порошок активированного угля, содержащего активные металлические центры.

Недостатками известного способа является необходимость работы с растворами, выделения осадка и сушки. Недостатком полученного катализатора является то, что он имеет форму порошка, который, как правило, неудобен в использовании и требует в дальнейшем нанесения его на основу. Кроме того, такой катализатор непригоден в тех случаях, когда требуется его нагревание с помощью электрического тока.

Задачей изобретения является создание более простого и экономичного способа получения катализатора на активированном угле, равномерно на нем распределенного и имеющего требуемую форму, а также катализатор, полученный таким способом.

Указанная задача решается тем, что в способе получения катализатора, нанесенного на активированный уголь, включающем совмещение углеобразующего вещества с образующим катализатор веществом в растворимой форме, карбонизацию углеобразующего вещества и активацию угля с получением нанесенного на активированный уголь катализатора, в качестве углесодержащего вещества используют жидкую термоотверждаемую смолу, катализатор распределен на частицах

активированного угля однородно и нанесен в виде покрытия на неорганическую основу или отформован в монолитное изделие.

В качестве образующего катализатор вещества можно использовать переходный металл, щелочной металл, щелочноземельный металл или их сочетания.

Металлический катализатор может быть выбран из группы, включающей Pt, Pd, Rh, Ag, Au, Fe, Co, Cr, Ni, Mn, Cu, Li, Mg, Ba или их сочетания, предпочтительно Pt.

В качестве образующего катализатор вещества можно использовать хлорплатинат аммония.

Совмещенные углеобразующее вещество и образующее катализатор вещество можно наносить в виде покрытия на неорганическую основу.

В качестве неорганической основы можно использовать соты. Преимущество основы в виде сот состоит в том, что она представляет собой готовый реактор для проведения непрерывного процесса в потоке.

Неорганическая основа может представлять собой керамику, стекло, стеклокерамику, металл или их сочетания. В частности, неорганическую основу можно изготавливать из кордиерита.

В качестве термоотверждаемой смолы можно использовать фенольную смолу.

После стадии отверждения углеобразующее вещество и образующее катализатор вещество могут быть размолоты в порошок, и/или после стадии совмещения углеобразующему веществу и образующему катализатор веществу можно придать форму монолитного изделия.

Указанная задача решается также тем, что в катализаторе, нанесенном на активированный уголь и полученном путем совмещения углеобразующего вещества с образующим катализатор веществом в растворимой форме, карбонизации углеобразующего вещества и активации угля с получением нанесенного на активированный уголь катализатора, в качестве углеобразующего вещества используют жидкую термоотверждаемую смолу, катализатор распределен на частицах активированного угля однородно и нанесен в виде покрытия на неорганическую основу или отформован в монолитное изделие.

Катализатор может иметь закрепленные на нем электроды для пропускания через него электрического тока.

Каталитический реактор в виде сот можно также оборудовать электродами и нагревать для достижения определенной температуры, необходимой для данной реакции.

В общем случае данный способ включает контактирование образующего катализатор вещества с образующим активированный уголь веществом с последующей карбонизацией углеобразующего вещества и активацией угля. Это называют нанесением катализатора при формировании активированного угля "in situ".

Этот одностадийный способ имеет ряд преимуществ перед более традиционными способами получения нанесенных на уголь катализаторов. Например, полученный катализатор представляет собой высокодисперсный металл на высокопористом активированном угле и при этом получен в одну стадию, т.е. путем предварительного

контактирования образующего катализатор вещества с углеобразующим веществом. Одностадийный процесс, предложенный в изобретении, более экономичен, чем известные способы, поскольку в нем отсутствует стадия или стадии нанесения катализатора на уголь.

Активированный уголь и катализатор может быть в форме тонкого порошка, гранул или монолитного изделия. Уголь может быть нанесен на частицы, хлопья, пластинки неорганического вещества, например глины, слюды, или на любые другие неорганические порошкообразные вещества или неорганические волокна, такие как оксид алюминия, муллит, стекло, стеклокерамика, SiC, Si₃N₄ и т.д. Уголь можно нанести на формованную основу, например в виде трубы, вспененных или многоячеистых материалов. Предпочтительной формой углеродных изделий или основ с нанесенным углем является многоячеистая структура, например соты.

Выбирают катализатор, пригодный для использования в требуемом процессе, например нефтепереработке, химическом синтезе, очистке от загрязнений, например автомобильных выхлопных газов, и т.д.

Образующее катализатор вещество, как правило, представляет собой соединение каталитически активного металла, например органической или неорганической соли, которое при нагревании разлагается до металла или оксида металла. В качестве неорганических соединений могут быть, например, оксиды, соли, такие как хлориды, нитраты, карбонаты, сульфаты, комплексные аммониевые соли и т.д. В качестве органических соединений можно использовать, например, металлоорганические соединения соответствующего типа.

Типичными каталитически активными металлами являются переходные, щелочные, щелочноземельные металлы или их сочетания. Предпочтительно каталитически активными металлами являются Pt, Pd, Rh, Ag, Au, Fe, Co, Cr, Ni, Mn, Cu, Li, Mg, Ba, Mo, Ru, Os, Ir или их сочетания. В качестве лишь некоторых возможных примеров каталитически активных металлов, не исчерпывающих их список, можно привести оксиды V, Co, Cu, Ni или Fe для превращения оксидов азота и серы; благородные металлы, Cu, Zn, Co, Ni, Mn, Cr, Fe для различных химических реакций и т.д.

Одним из особенно эффективно используемых катализаторов является платина. Обычно в этом случае проводят взаимодействие углеобразующего вещества с ее комплексной аммониевой солью, например хлорплатинатом аммония (NH₄)₂PtCl₄.

Под углеобразующим понимают вещество, содержащее углерод, которое превращается при нагревании в уголь с непрерывной структурой. Углеобразующим может служить любое жидкое или превращаемое в жидкость углеродсодержащее вещество. В качестве примеров подходящих углеобразующих веществ можно привести термопластичные смолы (например, поливинилиден, поливинилхлорид, поливиниловый спирт и т.п.), растворы сахара, фурфуроловый спирт и каменноугольный пек.

Предпочтительны углеобразующие

вещества с низкой вязкостью, (например, термоотверждаемые смолы), особенно если углеобразующее вещество и катализатор контактируют с основой, поскольку низкая вязкость способствует более глубокому проникновению углеобразующего вещества в пористую основу. Наиболее предпочтительны фенольные смолы ввиду их низкой вязкости, высокого содержания углерода, высокой степени сшивания при отверждении по сравнению с другими углеобразующими веществами, а также низкой цены. Из числа особенно хорошо пригодных для этой цели смол можно назвать фенольно-резольную (N 43290) и плиофен, производимые фирмой Occidental Chemical Co., Niagara Falls, N.Y.

Углеобразующая жидкость, используемая в данном способе, может представлять собой одно углеобразующее вещество или смесь двух и более углеобразующих веществ.

Углеобразующее вещество и образующее катализатор вещество совмещают путем их смешения друг с другом с образованием раствора или эмульсии.

После смешения углеобразующего и образующего катализатор веществ их подвергают обработке для карбонизации углеобразующего вещества и активации угля, при необходимости активации катализатора, и перевода активированного угля в необходимую физическую форму.

В соответствии с предпочтительным способом реализации осуществляют взаимодействие углеобразующего вещества и образующего катализатор вещества с соответствующей неорганической пористой монокристаллической основой с образованием на поверхности основы покрытия из углеобразующего вещества и катализатора.

Основа имеет внешнюю поверхность с уходящими внутрь пора́ми. Покрытие проникает внутрь и распределяется в порах основы, покрывая их поверхность.

Наиболее предпочтительная форма монокристаллической основы обладает способностью пропускать поток рабочей среды, т. е. имеет систему соединяющихся друг с другом пор, проходящих снаружи внутрь, и/или каналы, проходящие с одного края монокристалла до другого для прохождения через них потока рабочей среды, входящего с одной стороны и выходящего с другой.

Основа должна обладать достаточной для функционирования прочностью и выдерживать термообработку при температурах, необходимых для формирования покрытия из активированного угля.

Желательно, чтобы суммарное содержание открытых пор в основе составляло по меньшей мере 10%, предпочтительно - более 25%, наиболее предпочтительно - более 40%. В большинстве случаев желательна степень пористости от 45 до 55%. Предпочтительно, чтобы поры в материале основы образовывали открытую систему пор, в которой поры соединяются и/или пересекаются с другими пора́ми с образованием трехмерной пористой системы внутри основы.

К числу подходящих для использования в качестве основы пористых материалов относятся керамика, стеклокерамика, стекло и их сочетания. Под этими сочетаниями подразумевают физические или химические сочетания, например смеси, соединения или

композиты.

Некоторые материалы, особенно пригодные для использования в данном изобретении (хотя понятно, что изобретение ими не ограничивается), изготовлены из кордиерита, муллита, глины, талька, циркона, оксида циркония, цирконатов, цирконового шпинели, алюмосиликатов магнезия, шпинели, оксида алюминия, оксида кремния, силикатов, боридов, алюмосиликатов, например фарфора, алюмосиликатов лития, алюмокремниевых оксидов, полевого шпата, оксидов титана, плавного оксида кремния, нитридов, боридов, карбидов, например карбида кремния, нитрида кремния или их смесей. Предпочтительно использовать кордиерит, так как его коэффициент термического расширения сопоставим с коэффициентом термического расширения угля, что увеличивает прочность элемента, содержащего активированный уголь. Некоторые типичные керамические материалы для основы описаны в литературе (Пат. США N 4127961 и N 3885977). Подходящими металлическими материалами являются любые металлы, или сплавы, или интерметаллические соединения, которые обеспечивают надежную работоспособность структуры, при этом желательно, чтобы они не размягчались при температурах до 600 °C. Наиболее пригодны сплавы, большей частью состоящие из металла группы железа (т.е. Fe, Ni и Co), как содержащие углерод (например, стали, особенно нержавеющие или высокотемпературные), так и не содержащие углерод. Наиболее типичными из сплавов последнего типа для высокотемпературной эксплуатации являются сплавы, состоящие лишь из металла группы железа (предпочтительно железа) и алюминия. Особенно предпочтительны Fe, Al и Cr. Например, особенно пригодны порошки Fe5-20Al-5-40Cr, и Fe7-10Al10-20Cr с другими возможными добавками. Некоторые типичные композиции металлических порошков для формирования основы описаны в литературе (Пат. США N 3885977 и 4992233. Европ. заявка N 0488716). В литературе (Пат. США N 4992233 и N 4758272) описаны способы получения пористых спеченных изделий, состоящих из металлических порошков Fe и Al с возможными добавками Sn, Cu и Cr. В Европе. заявке N 0488716 описаны пористые агломерированные элементы, содержащие 5-40 мас.% Cr, 2-30 мас.% Al, 0-5 мас.% специального металла, 0-4 мас.% добавки оксида редкоземельного металла, остальное - металл группы железа и неизбежные примеси, причем предпочтительным металлом группы железа является железо. Если присутствует оксид редкоземельного металла, то специальный металл представляет собой по меньшей мере один из группы, включающей Y, лантаноиды, Zr, Hf, Ti, Si, щелочноземельные металлы, B, Cu и Sn. При отсутствии оксида редкоземельных металлов специальный металл представляет собой по меньшей мере один из группы, включающей Y, лантаноиды, Zr, Hf, Ti, Si и B с возможными добавками щелочноземельных металлов, Cu и Sn.

Основа предпочтительно представляет собой соты или матрицу из тонких стенок, образующих множество открытых ячеек, проходящих от одного края сот до другого.

В качестве примеров сот, полученных

предложенным способом, хотя и не ограничивающих объем изобретения, можно указать соты, имеющие около 172 ячеек/см² (1100 ячеек/дюйм²), около 94 ячеек/см² (600 ячеек/дюйм²), около 62 ячеек/см² (400 ячеек/дюйм²), около 47 ячеек/см² (300 ячеек/дюйм²), около 31 ячейки/см² (200 ячеек/дюйм²), около 15 ячеек/см² (100 ячеек/дюйм²), около 2,5 ячеек/см² (16 ячеек/дюйм²), или около 1,5 ячеек/см² (9 ячеек/дюйм²).

Толщина стенок (перегородок) в большинстве случаев обычно составляет от 0,1 до 1,3 мм (от 4 до 50 милей), хотя изобретение не ограничено этими интервалами. Наружные размеры и форма изделия зависят от области применения и не ограничены указанными выше параметрами. Например, могут быть использованы и другие сочетания плотности размещения ячеек и толщины стенок.

В качестве основы для нанесения активированного угля наиболее пригодны соты из кордиерита.

Контактирование осуществляют любым способом, обеспечивающим тесный контакт углеобразующего вещества и катализатора с неорганической основой. В качестве примеров таких способов можно привести погружение основы в раствор углеобразующего вещества и катализатора (или в соответствующую жидкость) или непосредственное напыление раствора углеобразующего вещества и катализатора (или жидкости) на основу.

Возможное количество угля (а также катализатора), образующееся на основе, зависит от количества углеобразующего вещества (а также образующего катализатор вещества), удерживаемого основой. Это количество может быть увеличено, например, путем неоднократного контактирования основы с углеобразующим веществом (и образующим катализатор веществом) с промежуточной сушкой основы после каждого контакта. Кроме того, количество удерживаемого основой углеобразующего вещества можно в случае пористой основы регулировать путем простого изменения общей пористости основы (например, с увеличением пористости возрастает количество удерживаемого основой углеобразующего вещества (и образующего катализатор вещества) и, соответственно, количество образующегося угля (и металлического катализатора)).

Далее основу с углеобразующим веществом (и катализатором) подвергают термообработке для превращения углеобразующего вещества в непрерывный слой угля (карбонизации). Затем полученную при этом основу с нанесенным слоем угля (и катализатора) подвергают термообработке с осуществлением активации угля и получением структуры, содержащей активированный уголь с диспергированным в нем катализатором.

Если углеобразующим веществом является термоотверждаемая смола, ее отверждают перед активацией, а чаще всего перед карбонизацией. Отверждение обычно проводят путем нагревания основы с покрытием до температуры от 100 до 200°C в течение от 0,5 до 5,0 ч. Как правило, отверждение проводят на воздухе при атмосферном давлении. При использовании

некоторых углеобразующих веществ (например, фурфуроливого спирта) отверждение можно проводить путем добавления катализатора отверждения, например, кислотного катализатора, при комнатной температуре.

Карбонизация представляет собой термическое разложение углеродсодержащего вещества, при котором выделяются вещества с низкой молекулярной массой (например, диоксид углерода, вода и т.д.) и образуется затвердевшая масса угля с остаточной пористостью.

Такое превращение, или карбонизацию, отвержденного углеобразующего вещества проводят обычно путем нагревания основы до температуры 600-1000°C в течение 1-10 часов в восстановительной или в инертной атмосфере (азот, аргон и т.д.).

После отверждения и карбонизации углеобразующего вещества поверхность основы полученной структуры полностью покрыта слоем не имеющего никаких разрывов угля, содержащего диспергированный катализатор. Это угольное покрытие закреплено в порах основы и поэтому прочно с ней связано. Наружная поверхность угольного покрытия представляет собой непрерывный слой из углерод-углеродных связей.

Как отмечено выше, если в основе имеется система взаимопроникающих пор, то внутри нее образуется взаимосвязанная угольная поверхность, что позволяет получить угольное покрытие с еще большей адгезией. Непрерывное угольное покрытие, нанесенное на наружную поверхность полученной основы, образует структуру, имеющую высокую адсорбционную способность, несмотря на сравнительно низкое содержание угля, а также высокую прочность и высокую температуру эксплуатации. Могут быть получены структуры, содержащие не более 50%, часто не более 30% угля от суммарной массы основы и угля.

Активацию проводят для существенного увеличения объема и диаметра микропор, образовавшихся в ходе карбонизации, и для образования новых пор. Активация создает большую площадь поверхности, что в свою очередь придает структуре высокую адсорбционную способность. Активацию проводят известными способами, например обработкой структуры окислителями, такими как пар, диоксид углерода, хлорид металла (например, хлорид цинка), фосфорная кислота или сульфид калия, при высоких температурах (например от 600 до 1000°C).

В описанной структуре слой активированного угля обладает высокой стойкостью к выкрашиванию и отслаиванию, имеет высокую прочность и термостойкость по сравнению с угольными покрытиями, получаемыми погружением основы в суспензию активированного угля в связующем. Кроме того, эти покрытия углем конструкции проявляют более высокие адсорбционные свойства, чем конструкции с экструдированным углем или конструкции с покрытием, изготовленным непосредственно из угля.

В другом варианте формирования катализатора, нанесенного на активированный уголь, осуществляют совместной переработкой углеобразующего вещества и образующего катализатор вещества с

образованием порошка, шариков, гранул или монолитного изделия. В этом случае углерод не наносят на пористую неорганическую основу. Однако обработка катализатора, нанесенного на уголь, сходна с обработкой основы с нанесенным активированным углем. Например, образующее катализатор вещество смешивают с углеобразующим веществом в количестве, достаточном для получения определенного содержания металлического катализатора (обычно от 0,1 до 10 мас.%). Затем углеобразующее вещество несколько раз подвергают термообработке для отверждения, при необходимости, углеобразующего вещества с последующим превращением его в слой непрерывного угольного покрытия путем карбонизации.

Получаемому катализатору на активированном угле придают форму порошка, шариков, гранул или монолитного изделия на стадии отверждения или карбонизации. Порошки можно получать путем размола отвержденного или карбонизированного материала или путем распылительной сушки раствора веществ, образующих уголь и катализатор, при температуре отверждения углеобразующего вещества (если проводят отверждение). Затем порошок карбонизируют и активируют с образованием высокопористого активированного угля. Монолит можно получать путем отливки углеобразующего и образующего катализатор веществ в форму с осторожным отверждением, карбонизацией и активацией формы. Шарик и гранулы можно получать из монолита с помощью размола или отливкой раствора или эмульсии исходных веществ в маленькие формы.

Карбонизированный катализатор в углеродсодержащем материале активируют одним из указанных выше способов для получения большой площади поверхности угля и создания доступа потоков реагентов к поверхности металлического катализатора.

Катализатор, нанесенный на активированный уголь в форме порошка, гранул, шариков или монолитных угольных изделий, имеет ряд преимуществ, характерных для покрытой активированным углем основы, а именно высокую дисперсность катализатора, высокую адсорбционную емкость, большой объем пор и большую площадь активной поверхности. Особым преимуществом, отличающим данный способ получения катализатора на активированном угле от других способов, является его экономичность, обусловленная получением высокодисперсных катализаторов в одностадийном процессе. Другие способы, такие как метод первоначального смачивания или осаждение из паровой фазы, требуют особого внимания к химии поверхности угля и многократного нанесения катализатора, и поэтому являются чрезвычайно дорогостоящими.

В одном из наиболее предпочтительных вариантов выполнения смешивают смолу, например фенольную смолу, с соединением платины в виде соли, например $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_4$, в количестве, например, от 0,5 до 5 мас.% металлической Pt от количества угля, образующегося после активации, и наносят смесь на основу, например, кордиерит в форме сот. Установлено, что размер кристаллитов платины и степень ее диспергирования на активированном угле

можно регулировать путем изменения температуры карбонизации и активации, как видно из приведенных ниже примеров.

В другом наиболее предпочтительном варианте выполнения смешивают соединения переходных металлов, например Fe, Cu, Ni, Cr в форме растворимых солей, таких как хлориды, с углеобразующим веществом, например фенольной смолой, и наносят в качестве покрытия на основу, например соты из кордиерита.

В ходе операций карбонизации и активации в условиях обжига различные соединения металлов превращаются в металлы или оксиды металлов в соответствии с их термодинамическим равновесием. В условиях восстановительной среды при карбонизации только металлы с высокими потенциалами окисления, например хром, образуют оксиды, металлы с невысокими потенциалами окисления выделяются в металлической форме. В мягких окислительных условиях активации металлы с умеренным окислительным потенциалом, например железо, и в меньшей степени никель, образуют оксиды, тогда как металлы со слабыми потенциалами окисления, такие как платина и медь, получают в форме металлических кристаллитов. Изобретение не ограничено теми катализаторами, которые образуются непосредственно на стадиях карбонизации и активации. Степень окисления и химическое состояние металлического катализатора можно менять путем соответствующей обработки после завершения стадии активации. Оксиды металлов могут быть восстановлены с помощью термообработки в присутствии водорода без какого-либо нарушения структуры активированного угля. Металлы можно превратить в оксиды без заметного окисления угольного носителя экспонированием на воздухе при температуре ниже 400°C . При необходимости получения другой химической формы катализатора, например сульфидной, можно использовать термообработку в атмосфере, содержащей H_2S , для превращения металлов из оксидов металлов в мелкодисперсные частицы катализатора - сульфида металла без заметного воздействия на структуру угля.

Карбонизацию можно проводить в инертной или восстановительной атмосфере при температурах от 500 до 1000°C в течение 1-10 ч, предпочтительно от 700 до 900°C . Активацию проводят при температуре от 400 до 1000°C , предпочтительно от 400 до 900°C . Конкретные температуры зависят от катализатора и исходных веществ.

В другом варианте выполнения изобретения на основу с покрытием из активированного угля и катализатора могут быть установлены электроды. Предпочтительно это осуществляют способом, описанным в EP-A-0684071.

Предпочтительной основой является основа в форме сот, наиболее предпочтительны соты из кордиерита.

В данном варианте использованы токопроводящие свойства угля. При прохождении электрического тока через уголь последний нагревается до определенной температуры, зависящей от сопротивления элемента и приложенного напряжения. В

конструкции элемента могут быть использованы такие величины сопротивления и напряжения, которые позволяют нагреть элемент до требуемой температуры.

Такие элементы, снабженные электрическими контактами для нагрева до требуемой температуры, с покрытием, содержащим равномерно диспергированный катализатор, могут служить реакторами непрерывного действия для проведения некоторых реакций. Для данной реакции готовят основу с активированным углем, содержащим требуемый катализатор, диспергированный в активированном угле. Такой элемент, имеющий электроды, нагревают до оптимальной температуры реакции. Реагенты пропускают через этот реактор для проведения необходимой реакции, например химического превращения.

Электропроводящие средства устанавливают таким образом, чтобы они могли проводить электрический ток через структуру или, в частности, через уголь с равномерным нагреванием угля. Реальное расположение проводящих средств зависит от типа устройства и от формы структуры, при этом изобретение не ограничено какими-либо специфическими видами проводящих средств, лишь бы только электрический ток вызывал равномерное нагревание структуры без локальных перегревов.

Как правило, проводящие средства должны обладать удельным сопротивлением по меньшей мере 0,001 Ом•см, но обычно оно составляет по меньшей мере 0,01 Ом•см, наиболее типично - не менее 0,1 Ом•см. Для решения задач данного изобретения удельное сопротивление может составлять от 0,10 до 25 Ом•см.

Для данного изобретения удельное сопротивление изделия описывается формулой:

$$\rho = \frac{R \cdot A}{L},$$

где ρ - удельное сопротивление, Ом • см,

R - сопротивление, Ом,

A - площадь проводящей поверхности, см²,

L - расстояние между двумя проходящими поверхностями, см.

Требования к напряжению и силе тока меняются в зависимости от применения, и удельное сопротивление можно при необходимости изменять в соответствии с данным уравнением. Например, если требуется нагреть изделие в кислородсодержащей атмосфере, в частности воздухе, при использовании в автомобиле, то напряжение и сила тока должны быть подобраны так, чтобы нигде в изделии не было локальных перегревов выше 350°C. Если же элемент нагревают в инертной или нерекционноспособной атмосфере, например в азоте, то напряжение и сила тока должны быть такими, чтобы нигде в элементе не было локальных перегревов выше 1000°C.

Некоторыми наиболее предпочтительными проводящими материалами являются такие металлы, как медь, серебро, алюминий, цинк, никель, свинец, олово и их сплавы, при этом предпочтительной является медь ввиду ее высокой проводимости и минимального сопротивления, а также дешевизны.

Электропроводящее устройство, как правило, представляет собой полосу

проводящего материала, или электрод, или покрытие из проводящего материала на монокристаллической структуре. В данном изобретении термин "проводящее покрытие" относится к покрытию, нанесенному на структуру с активированным углем и поэтому отличающемуся от угольного покрытия самой структуры.

При использовании электрода его можно установить с помощью прижима, например пружины. Кроме того, можно установить на структуре полосу электропроводящего металла с помощью электропроводящего адгезива, например серебросодержащих оксидов, таких как E-припой N 3012 и 3021 производства фирмы Acme Chemicals and Insulation Co.

Проводящее покрытие экономично и дает однородное сопротивление, что позволяет избежать локальных перегревов.

Одним особенно приемлемым вариантом является установка металлических проводников на противоположные поверхности изделия. Под противоположными подразумевают поверхности, расположенные в соответствии с формой изделия таким образом, что пропускание между ними электрического тока приводит к равномерному нагреванию угля.

Предпочтительной формой монолита являются соты, например соты, покрытые углем, полученным из углеобразующего вещества, прямоугольной формы с проводящим покрытием на двух противоположных сторонах.

Проводящие покрытия проходят внутри монокристаллической структуры и покрывают стенки ячеек вглубь на некоторую их длину. Глубина проникновения покрытия может быть различной, но она должна быть достаточной для равномерного распространения тока при прохождении через изделие.

Другими возможными формами изделий и вариантами покрытий могут быть соты прямоугольного или цилиндрического профиля с электропроводящим покрытием в форме полос вдоль закрытых сторон, или в виде колец вокруг сторон у открытых торцов, или на открытых торцах, или один контакт находится на всей наружной части структуры, а другой - внутри структуры, например в центре. Указанные примеры лишь иллюстрируют возможные варианты, но не ограничивают объем изобретения. Они зависят от области применения и таких факторов, как стоимость, размеры, температура и т.д. Необходимо обеспечить низкое сопротивление и высокую механическую прочность структуры.

Проводящее покрытие можно наносить любым подходящим известным способом, например соединением фриттованием, дуговым напылением, пламенным напылением, плазменным напылением, ультразвуковой сваркой, накрашиванием и т.д.

Изобретение не ограничено какой-либо толщиной покрытия. Толщина определяется природой покрытой поверхности и металлом, используемым для покрытия. Покрытие должно иметь толщину, достаточную для обеспечения низкого сопротивления проходящему току, и быть долговечным, т.е. стойким к окислению и коррозии, и иметь хорошую механическую прочность. Однако толщина покрытия не должна быть настолько

большой, чтобы оно отслаивалось или крошилось, и оно не должно быть чрезмерно дорогим.

Один из наиболее приемлемых способов нанесения электропроводящего покрытия на первом этапе заключается в придании гладкости поверхности, покрытой активированным углем. Это обычно осуществляют шлифовкой покрытой активированным углем поверхности, пока она не станет плоской и гладкой. Если поверхность грубая, ее шлифуют наждачной бумагой N 600. Затем на гладкое покрытие из активированного угля наносят электропроводящее покрытие. Ниже описаны некоторые практические методы нанесения электропроводящего покрытия.

Один из методов заключается в приготовлении смеси для покрытия, состоящей из порошка металлической меди и стеклянной фритты, при этом обычное массовое соотношение меди и фритты составляет от 10:1 до 2:1, чаще от 6:1 до 2:1. Например, типичные композиции меди и фритты имеют состав 70 мас.% меди и 30 мас.% фритты или 84 мас.% меди и 16 мас.% фритты. Затем покрытие подвергают обжигу.

Приемлемым методом также является дуговое напыление. Его производят с помощью пропускания двух металлических проводов через питающее устройство и пистолет дугового напыления. Электрический ток образует между проводами электрическую дугу. Дуга создает зону высокого нагрева, в которой плавятся провода, а струя сжатого воздуха напыляет расплавленный металл на соответствующую основу с образованием прочного покрытия.

Другим методом является приготовление припоя, например серебряного, никелевого или из другого подходящего электропроводящего покрытия, и его нанесение описанными выше способами, включая ультразвуковую сварку.

Изобретение иллюстрируется приведенными ниже примерами, не ограничивающими его объем. Все части, доли и проценты - массовые, если не указано иное.

Пример 1.

Платиновую соль $(\text{NH}_4)_2\text{PtCl}_4$ производства фирмы Englehard specialty chemicals Newark, N.J., растворяли в деионизированной воде с получением 33%-ного раствора. В качестве фенольной смолы использовали фенольно-резольную смолу (N 43290) производства фирмы Occidental Chemical Co., Niagara Falls, N.Y. Около 7,5 г раствора платиновой соли добавляли при перемешивании в фенольную смолу. Затем смесь наносили на основу из пористого кордиерита в виде сот, содержащих 62 ячейки/см² (400 ячеек/дюйм²) погружением в течение 1 минуты с последующей очисткой каналов от избытка смолы продувкой сжатым воздухом. Образцы нагревали от комнатной температуры до температуры около 150°C со скоростью 25°C в час для сушки и отверждения смолы. Покрытую отвержденной смолой сотовую основу далее нагревали в атмосфере азота при 500°C со скоростью 150 °C в час и выдерживали при этой температуре около 1 часа. Затем конструкцию нагревали до 900°C и выдерживали 6 часов для карбонизации смолы. Далее сотовый

элемент, покрытый карбонизированной смолой, активировали паром при 800°C в течение 1 часа при содержании в азоте около 30 мольных долей пара. Активированный этим способом образец был охлажден до комнатной температуры, извлечен и испытан по методу температурно-программируемого восстановления (ТПВ) водородом, методу температурно-программируемой десорбции (ТПД) и методу рентгеновской дифракции. Методом ТПД показано, что размеры кристаллитов Pt составляют около 100 Å.

Методом рентгеновской дифракции установлено, что кристаллиты платины не содержат или содержат мало PtO или PtO₂. Предполагается, что такая хорошо диспергированная платина может быть высокоактивным катализатором для различных химических реакций.

Температурно-программируемое восстановление (ТПВ) и температурно-программируемая десорбция (ТПД) - хорошо известные методы определения дисперсности катализатора. Образец содержащего катализатор угля сначала нагревают в аргоне до 300°C со скоростью продувания аргона 30 см³/мин для удаления любых адсорбированных частиц. Затем образец нагревают до 380°C в токе водорода (30 см³/мин) для восстановления металлов. Далее образец охлаждают до комнатной температуры и пропускают над ним поток водорода для его адсорбции. Адсорбированный водород десорбируют нагреванием образца и измеряют количество водорода, выделяемого при разных температурах. Измеренное количество водорода используют для расчета площади активной поверхности металлической платины, а из этой величины и известного количества катализатора в образце рассчитывают дисперсность (т. е. размер полученных кристаллитов платины). Этот метод является стандартным, и дисперсность частиц проверяют методом электронно-трансмиссионной микроскопии (ЭТМ). Средний размер кристаллитов, рассчитанных из результатов ТПВ, хорошо коррелирует с размером кристаллитов, измеренным методом ЭТМ. ЭТМ является методом электронной микроскопии, позволяющим увидеть детали при степени увеличения свыше 1 миллиона, что дает возможность прямого измерения дисперсных частиц.

Пример 2.

Повторяли операции примера 1, но активацию проводили в CO₂ при 900°C в течение 2 часов. Из результатов ТПВ установлено, что размер кристаллитов платины составляет около 170 Å. Методом

рентгеновской дифракции установлено наличие кристаллитов Pt, не содержащих или содержащих мало PtO или PtO₂, что предпочтительно, поскольку платина каталитически активна в форме металла, а не оксидов. Результаты показывают, что платина получена именно в форме металла, наиболее предпочтительной для катализа.

Пример 3.

Повторяли операции примера 2, но активацию угля проводили при 700 °C в

течение 2 часов в CO_2 . Размер кристаллитов платины в этом образце составил около $25 \text{ \AA}$. В этом случае дисперсность

значительно выше, чем в примерах 1 и 2.

Приведенные выше примеры ясно иллюстрируют возможности регулирования дисперсности платины путем изменения условий обработки угля. Очень высокая дисперсность, полученная в примере 3, близка к дисперсности в $20 \text{ \AA}$ катализаторов,

получаемых зародышевым методом.

Пример 4.

Получали растворы хлоридов железа, никеля, меди и хрома, содержащие примерно 2 части соответствующего металла на 5 - 10 частей воды. Раствор хлорида металла смешивали с таким объемом фенольной смолы, из которого образуется около 98 частей активированного угля. Полученную смесь хлорида металла и смолы отверждали при 150°C и карбонизировали при $700\text{--}900^\circ\text{C}$. Образцы активировали в CO_2 при 900°C в течение 1 часа. Методом рентгеновской дифракции установлено, что карбонизированные смеси смолы и солей Fe, Ni и Cu содержат металлы с нулевой степенью окисления (отсутствуют соли металлов или соединения, образующиеся в процессе карбонизации). Хром образует в угле фазу Cr_2O_3 , не содержащую нульвалентного металла. Карбонизированные при 900°C образцы активировали около 1,5 часов при 900°C и исследовали методом рентгеновской дифракции. Хром и железо образовывали оксиды, а никель присутствовал в форме сочетания NiO и металлического никеля. Медь присутствовала только в виде металла. Из этих результатов видно, что химическое состояние металла в активированном угле зависит от условий обработки и его поэтому можно регулировать и предсказывать. Иными словами, выбирая соответствующее вещество для катализатора и условия проведения процесса, можно получать катализатор в металлической или окисленной форме.

Одной из многих областей использования предложенных в данном изобретении изделий является разложение озона. Установлено, что озон, выделяющийся при работе лазерных принтеров и фотокопировальных аппаратов, создает в офисах концентрации, опасные для здоровья людей. Для адсорбции и разложения озона с последующим выделением кислорода в окружающую среду используют слой активированного угля. Проблема при использовании слоя активированного угля заключается в том, что охлаждающий внутренние рабочие части принтеров и копировальных устройств вентилятор должен преодолевать большое сопротивление, вызванное падением давления, при прокачке достаточного для охлаждения количества воздуха. Решением этой проблемы является использование активированного угля в форме сот. Недостатки формованных изделий с активированным углем обсуждались выше. Изделия, предложенные в данном изобретении, обладают высокими эксплуатационными качествами при разложении озона.

На приведенных ниже примерах показано, что предложенные сотовые элементы с

содержащим катализатор активированным углем хорошо применимы для разложения озона.

Пример 5.

Сотовый элемент из кордиерита, содержащий около 31 ячейки/см² (200 ячеек/дюйм²) с ячейками квадратного сечения размерами 0,3 мм (12 милей) покрывали плитофеновой фенольной смолой производства фирмы Occidental Chemical Co., Niagara Falls, N.Y. Затем смолу отверждали, карбонизировали в азоте при 900°C и активировали в CO_2 при той же температуре. Полученный уголь имел площадь поверхности около $753 \text{ м}^2/\text{г}$, измеренную методом БЭТ по адсорбции N_2 . Затем в сотовом элементе диаметром 2,54 см (1 дюйм) и длиной 2,54 см (1 дюйм) определяли адсорбцию озона при скорости потока воздуха 15,24 м/мин (50 футов/мин) и концентрации озона 0,60 млн.ч. (ppm) озона. Установлено, что адсорбционная способность составила 92%. Содержание угля в образце составляло 21 мас.% от массы сотового элемента.

Пример 6.

На образец кордиерита, содержащий около 59 ячеек/см² (380 ячеек/дюйм²) с ячейками треугольного сечения наносили покрытие, отверждали его, карбонизировали и активировали так же, как в примере 5. Этот образец испытывали на адсорбцию озона при скорости потока воздуха около 50 футов/мин и концентрации озона около 0,63 млн.ч. (ppm). В этом случае адсорбционная способность составила около 86%. Содержание угля в образце 19,8%.

Высокая адсорбционная способность в приведенных примерах демонстрирует эффективность данной структуры даже с очень низким содержанием угля. Как правило, на покрытую углем основу наносят катализаторы для увеличения адсорбционной способности и длительности службы.

Ниже приведены примеры нанесения на сотовые элементы различных оксидов переходных металлов в качестве катализаторов с помощью одностадийного способа, предложенного в данном изобретении.

Пример 7.

Растворяли 5,6 г $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ в 30 г дистиллированной воды. Затем этот раствор добавили к 187,5 г плитофеновой фенольной смолы. Смесь смолы и раствора наносили на сотовый элемент из кордиерита. Смолу отверждали и карбонизировали при 900°C в азоте и активировали при 900°C в течение 2 часов с получением сотового элемента с нанесенным in situ катализатором. Сотовый элемент из кордиерита содержал 62 ячейки/см² (400 ячеек/дюйм²) с толщиной стенок 0,15 мм (6 милей). Испытания на адсорбцию озона проводили при содержании озона в воздухе около 1 млн.ч. (масс.), при скорости воздуха 120 футов/мин, или 36 м/мин. Эффективность разложения озона составила 100%.

Пример 8.

Повторяли операции примера 7 с раствором 8 г CuSO_4 в 35 г воды. Раствор добавляли к 250 г раствора фенольной смолы так же, как в примере 7. Сотовый элемент, содержащий 62 ячейки/см² (400

ячеек/дюйм ²) покрывали смолой, затем отверждали, карбонизировали и активировали, как и ранее, с получением сотового элемента, содержащего осажденную CuO. В условиях испытаний, аналогичных приведенным в примере 7, эффективность разложения озона составила 100%.

Пример 9.

Повторяли операции примера 8 с $MnSO_4$ вместо $CuSO_4$ с получением MnO, нанесенного на сотовый элемент. В условиях испытаний, аналогичных приведенным в примере 7, эффективность разложения озона составила 100%.

Пример 10. Раствор 8,8 г $Fe(NO_3)_3 \cdot 9H_2O$ и 5,6 г $Mn(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ добавляли к 187,5 г глиофеновой фенольной смолы. Этим раствором покрывали сотовый элемент из кордиерита, отверждали, карбонизировали и активировали элемент так же, как описано ранее, при 900°C. В условиях испытаний, аналогичных приведенным в примере 7, эффективность разложения озона составила 100%.

Пример 11.

В некоторых областях применения катализаторов, полученных предложенным в данном изобретении способом, может потребоваться уголь в виде порошка, гранул, капсул или монолитных изделий. Приведенный ниже пример иллюстрирует способ получения никелевого катализатора, нанесенного на угольный порошок.

Образцы никеля, нанесенного на порошок активированного угля, получены общим способом, описанным в предыдущих примерах. В следующих примерах растворяли 1,85 г $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ в 5 мл воды и добавляли этот раствор к 100 мл глиофеновой фенольной смолы. Образцы отверждали при 150°C, карбонизировали при 600-800°C. Затем образцы активировали CO_2 при 700-900 °C. Каждый из образцов получен в виде зернистого порошка путем размола отвержденной смолы до размеров частиц менее 100 меш перед карбонизацией.

Одну часть отвержденной смолы карбонизировали при 900°C в течение 6 часов и исследовали методом ЭТМ. Средний размер частиц никеля на микрофотографиях составил 500 Å. С помощью рентгеновской

дифракции установлено, что никель присутствует в форме металлического никеля.

Другой образец содержащей никель отвержденной смолы карбонизировали при 700°C в течение 6 часов. Этот образец имел средний размер частиц 250-350 Å и, кроме

того, заметно кристаллизованную подложку угля. Размер частиц никеля уменьшился, поскольку карбонизацию и активацию проводили в более мягких условиях, что показывает возможность регулирования размеров частиц оптимизацией термической обработки материала.

Третий образец карбонизировали при 600 °C в течение 2 часов и активировали при 800°C 1 час, при этом получили уголь, содержащий 2,02% Ni. Анализ этого образца методом ТПД показал, что средний размер частиц составляет около 125 Å.

Формула изобретения:

1. Способ получения катализатора, нанесенного на активированный уголь, включающий совмещение углеобразующего вещества с образующим катализатор веществом в растворимой форме, карбонизацию углеобразующего вещества и активацию угля с получением нанесенного на активированный уголь катализатора, отличающийся тем, что в качестве углесодержащего вещества используют жидкую термоотверждаемую смолу, катализатор распределен на частицах активированного угля однородно и нанесен в виде покрытия на неорганическую основу или отформован в монолитное изделие.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве образующего катализатор вещества используют переходный металл, щелочной металл, щелочноземельный металл или их сочетания.

3. Способ по п.2, отличающийся тем, что металлический катализатор выбирают из группы, включающей Pt, Pd, Rh, Ag, Au, Fe, Co, Cr, Ni, Mn, Cu, Li, Mg, Ba или их сочетания, предпочтительно Pt.

4. Способ по п.3, отличающийся тем, что в качестве образующего катализатор вещества используют хлорплатинат аммония.

5. Способ по любому из пп.1 - 4, отличающийся тем, что совмещенные углеобразующее вещество и образующее катализатор вещество наносят в виде покрытия на неорганическую основу.

6. Способ по п.5, отличающийся тем, что в качестве неорганической основы используют соты.

7. Способ по п.5 или 6, отличающийся тем, что неорганическая основа представляет собой керамику, стекло, стеклокерамику, металл или их сочетания.

8. Способ по п.7, отличающийся тем, что неорганическую основу изготавливают из кордиерита.

9. Способ по любому из пп.1 - 8, отличающийся тем, что в качестве термоотверждаемой смолы используют фенольную смолу.

10. Способ по любому из пп.1 - 9, отличающийся тем, что после стадии отверждения углеобразующее вещество и образующее катализатор вещество размалывают в порошок и/или после стадии совмещения углеобразующему веществу и образующему катализатор веществу придают форму монолитного изделия.

11. Катализатор, нанесенный на активированный уголь, полученный путем совмещения углеобразующего вещества с образующим катализатор веществом в растворимой форме, карбонизации углеобразующего вещества и активации угля с получением нанесенного на активированный уголь катализатора, отличающийся тем, что в качестве углеобразующего вещества используют жидкую термоотверждаемую смолу, катализатор распределен на частицах активированного угля однородно и нанесен в виде покрытия на неорганическую основу или отформован в монолитное изделие.

12. Катализатор по п.11, отличающийся тем, что имеет закрепленные на нем электроды для пропуска через него электрического тока.