

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202291861** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
2022.11.15

(22) Дата подачи заявки  
2021.03.26

(51) Int. Cl. *B01J 23/62* (2006.01)  
*B01J 35/02* (2006.01)  
*B01J 35/04* (2006.01)  
*B01J 37/02* (2006.01)  
*B01D 53/94* (2006.01)

**(54) НОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ С ВКЛЮЧЕНИЕМ ОЛОВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВЫХЛОПНОГО ГАЗА БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ**

(31) 202010240337.5; 63/009,606

(32) 2020.03.31; 2020.04.14

(33) CN; US

(86) PCT/GV2021/050745

(87) WO 2021/198650 2021.10.07

(71) Заявитель:  
**ДЖОНСОН МЭТТЕЙ ПАБЛИК  
ЛИМИТЕД КОМПАНИ (GB);  
ДЖОНСОН МЭТТЕЙ (ШАНХАЙ)  
КЕМИКАЛЗ ЛИМИТЕД (CN)**

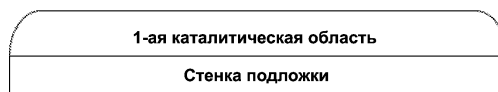
(72) Изобретатель:  
**Цзи Хунюй (CN), Курасигэ Ватару,  
Нагаока Сюей (JP), Цяо Дуншэн,  
Шан Чжоу (CN), Чжан Сяожуй (JP)**

(74) Представитель:  
**Нагорных И.М. (RU)**

(57) Предложены тройное каталитическое изделие и способ его применения в системе выпуска для двигателей внутреннего сгорания. Каталитическое изделие для очистки отработавшего газа содержит подложку, содержащую впускной конец, выпускной конец и имеющую осевую длину L; первую каталитическую область, содержащую первый компонент металла платиновой группы (PGM) и первый материал подложки PGM, при этом первая каталитическая область содержит вплоть до 5 мас.% Sn.

Впускное отверстие

Выпускное отверстие



202291861

A1

A1

202291861

# НОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ С ВКЛЮЧЕНИЕМ ОЛОВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВЫХЛОПНОГО ГАЗА БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ

## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к каталитическому изделию, применяемому для очистки выбросов выхлопного газа из бензиновых двигателей.

## ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Двигатели внутреннего сгорания производят выхлопной газ, содержащий различные загрязняющие вещества, включая углеводороды (HC), монооксид углерода (CO) и оксиды азота («NO<sub>x</sub>»). Системы управления токсичностью выбросов, включающие катализаторы для каталитической конверсии отработавшего газа, широко используют для сокращения объема этих загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу. Широко используемым катализатором для очистки отработавшего газа бензинового двигателя является TWC (тройной катализатор). Катализаторы TWC выполняют три основные функции: (1) окисление CO; (2) окисление несгоревших углеводородов; и (3) восстановление NO<sub>x</sub>.

Несмотря на достижения в технологии TWC, остается потребность в улучшенных каталитических нейтрализаторах для некоторых платформ двигателей, которые одновременно улучшают производительность на стадии холодного запуска, обеспечивают лучший состав выхлопных газов на холостом ходу, а также на стадии горячих переходных процессов, обеспечивают лучшие характеристики режима накопления кислорода (OSC) с широким диапазоном областей применения Pd и/или Pt. Настоящее изобретение, помимо прочего, решает эти задачи.

## ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Один аспект настоящего изобретения относится к каталитической композиции, содержащей компонент металла платиновой группы (PGM) и материал подложки PGM, при этом указанная каталитическая композиция содержит вплоть до 5 мас.% Sn.

Другой аспект настоящего изобретения относится к каталитическому изделию для очистки отработавшего газа, содержащему: подложку, содержащую впускной конец, выпускной конец и имеющую осевую длину L; первую каталитическую область, содержащую первый компонент металла платиновой группы (PGM) и первый материал подложки PGM, при этом первая каталитическая область содержит вплоть до 5 мас.% Sn.

Изобретение также включает в себя выпускную систему для двигателей внутреннего сгорания, которая содержит компонент тройного катализатора изобретения.

Изобретение также включает в себя очистку выхлопного газа из двигателя внутреннего сгорания, в частности, для очистки выхлопного газа из бензинового двигателя. Способ включает приведение выхлопного газа в контакт с компонентом тройного катализатора изобретения.

## КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

На **ФИГ. 1** показан один вариант осуществления в соответствии с настоящим изобретением, который содержит первую каталитическую область длиной 100% от осевой длины  $L$  подложки (однослойной).

На **ФИГ. 2a** показан один вариант осуществления в соответствии с настоящим изобретением, причем первая каталитическая область простирается на 100% осевой длины  $L$  в виде нижнего слоя; вторая каталитическая область простирается на 100% осевой длины  $L$  в качестве верхнего слоя.

На **ФИГ. 2b** показан измененный вариант **ФИГ. 2a**.

На **ФИГ. 3a** показан один вариант осуществления в соответствии с настоящим изобретением, причем первая каталитическая область простирается менее чем на 100 % осевой длины  $L$  от впускного конца; вторая каталитическая зона простирается менее чем на 100% осевой длины  $L$  от выпускного конца. Общая длина второй и первой каталитической области равна или меньше осевой длины  $L$ .

На **ФИГ. 3b** показан измененный вариант **ФИГ. 3a**.

На **ФИГ. 3c** показан один вариант осуществления в соответствии с настоящим изобретением, причем первая каталитическая область простирается менее чем на 100% осевой длины  $L$  от впускного конца; вторая каталитическая зона простирается менее чем на 100% осевой длины  $L$  от выпускного конца. Общая длина второй и первой каталитической области больше осевой длины  $L$ .

На **ФИГ. 3d** показан измененный вариант **ФИГ. 3c**.

На **ФИГ. 4a** показан один вариант осуществления в соответствии с настоящим изобретением, причем первая каталитическая область простирается менее чем на 100 % осевой длины  $L$  от впускного конца; вторая каталитическая зона простирается менее чем на 100% осевой длины  $L$  от выпускного конца. Общая длина второй и первой каталитической области меньше или равна осевой длине  $L$ . 3-я каталитическая область простирается на 100% от осевой длины  $L$  и накладывается на первую и вторую каталитические области в качестве верхнего слоя.

На **ФИГ. 4b** показан измененный вариант **ФИГ. 4a**.

На **ФИГ. 4c** показан один вариант осуществления в соответствии с настоящим изобретением, 3-я каталитическая область простирается на 100% осевой длины  $L$  в виде нижнего слоя. Первая каталитическая область простирается менее чем на 100% осевой длины  $L$  от впускного конца; вторая каталитическая зона простирается менее чем на 100% осевой длины  $L$  от выпускного конца. Общая длина второй и первой каталитической области меньше или равна осевой длине  $L$ .

На **ФИГ. 4d** показан измененный вариант **ФИГ. 4c**.

На **ФИГ. 5a** показан один вариант осуществления в соответствии с настоящим изобретением, причем первая каталитическая область простирается менее чем на 100 % осевой длины  $L$  от впускного

конца; вторая каталитическая зона простирается менее чем на 100% осевой длины L от выпускного конца. Общая длина второй и первой каталитической области может быть меньше, равна или больше осевой длины L. Третья каталитическая область простирается менее чем на 100% осевой длины L от выпускного конца; четвертая каталитическая область простирается менее чем на 100% осевой длины L от выпускного конца. Общая длина третьей и четвертой каталитической области может быть меньше, равна или больше осевой длины L. Первая и вторая каталитические области представляют собой нижний слой; а третья и четвертая каталитические области представляют собой верхний слой.

На **ФИГ. 5b, 5c и 5d** показаны измененные варианты **ФИГ. 5a**.

На **ФИГ. 6a** показан один вариант осуществления в соответствии с настоящим изобретением, причем первая каталитическая область простирается на 100% осевой длины L в виде нижнего слоя; вторая каталитическая область простирается на 100% осевой длины L в качестве среднего слоя; а третья каталитическая область простирается на 100% осевой длины L в качестве верхнего слоя.

На **ФИГ. 6b и 6c** показаны измененные варианты **ФИГ. 6a**.

На **ФИГ. 7a** показан один вариант осуществления в соответствии с настоящим изобретением, причем первая каталитическая область простирается менее чем на 100% осевой длины L от выпускного конца; вторая каталитическая зона простирается менее чем на 100% осевой длины L от выпускного конца. Общая длина второй и первой каталитической области больше осевой длины L. 3-я каталитическая область простирается на 100% от осевой длины L и накладывается на первую и вторую каталитические области в качестве верхнего слоя.

На **ФИГ. 7b–7f** показаны измененные варианты **ФИГ. 7a**.

На **ФИГ. 7g** показан один вариант осуществления в соответствии с настоящим изобретением, причем первая каталитическая область простирается менее чем на 100% осевой длины L от выпускного конца; вторая каталитическая зона простирается менее чем на 100% осевой длины L от выпускного конца. Общая длина второй и первой каталитической области может быть меньше, равна или больше осевой длины L. 3-я каталитическая область простирается менее чем на 100% осевой длины L от выпускного конца и по меньшей мере частично накладывается на первую и/или вторую каталитические области.

На **ФИГ. 7h и 7i** показаны измененные варианты **ФИГ. 7g**.

На **ФИГ. 7j** показан один вариант осуществления в соответствии с настоящим изобретением, причем первая каталитическая область простирается менее чем на 100% осевой длины L от выпускного конца; вторая каталитическая зона простирается менее чем на 100% осевой длины L от выпускного конца. Общая длина второй и первой каталитической области может быть меньше, равна или больше осевой длины L. 3-я каталитическая область простирается менее чем на 100% осевой длины L от выпускного конца и по меньшей мере частично накладывается на вторую и/или первую каталитические области.

На **ФИГ. 7k** и **7l** показаны измененные варианты **ФИГ. 7j**.

#### ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к каталитической очистке выхлопного газа сгорания, например, производимого бензиновым и другими двигателями, а также к соответствующим каталитическим композициям, каталитическим изделиям и системам. В частности, изобретение относится к одновременному удалению  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{HC}$  из автомобильной выпускной системы. Хотя большая часть технологических разработок для повышения термической стойкости TWC была сосредоточена на увеличении удельной площади поверхности (SSA) материалов OSC после термического состаривания, авторы изобретения неожиданно обнаружили, что улучшение функций OSC в широком диапазоне температур, обеспечиваемое легированием Sn, оказывает большое влияние на улучшение термической стойкости TWC и, как следствие, на эффективность контроля выбросов. Изобретатели обнаружили, что с помощью этого изобретения были улучшены потенциальные характеристики TWC при испытаниях на состав отработавших газов на холостом ходу и испытаниях OSC, а также существенные характеристики при нескольких испытаниях на контроль выбросов. За счет способов настоящего изобретения также снижаются затраты на катализатор.

Один аспект настоящего изобретения относится к каталитической композиции, содержащей компонент металла платиновой группы (PGM) и материал подложки PGM, при этом указанная каталитическая композиция содержит вплоть до 5 мас.% Sn.

При интенсивных исследованиях авторы изобретения обнаружили, что посредством включения небольшого количества олова (Sn) в каталитические композиции TWC, эти новые композиции демонстрируют превосходные каталитические свойства (*например*, все выбросы, выбросы  $\text{THC}/\text{NMHC}$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_x$  могут быть значительно снижены в процессе испытания транспортного средства с использованием катализатора, содержащего олово, как описано в данном изобретении. Кроме того, также улучшается дисперсия PGM и стабилизация после состаривания хеша, если олово вводится в каталитические композиции TWC).

Во всей заявке «мас.% Sn» рассчитывается, исходя из  $\text{SnO}_2$

Компонент PGM может быть выбран из группы, состоящей из платины, палладия, родия и их комбинации. В некоторых вариантах осуществления компонент PGM может представлять собой Pd, Rh или их смесь. В других вариантах осуществления компонент PGM может представлять собой платину. Еще в других вариантах осуществления компонент PGM может представлять собой платину и родий; палладий и родий; или платину, палладий и родий.

Материал подложки PGM может представлять собой материал режима накопления кислорода (OSC), неорганический оксид или их комбинацию.

Материал OSC может представлять собой оксид церия, оксид циркония, смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию. Более предпочтительно, материал OSC содержит смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию. Смешанный оксид церия-циркония может дополнительно содержать легирующие добавки, такие как лантан, неодим, празеодим, оксиды иттрия и т. д. Кроме того, материал OSC может функционировать в качестве материала-носителя для компонента PGM. В некоторых вариантах осуществления материал OSC содержит смешанный оксид церия-циркония и смешанный оксид алюминия-церия-циркония.

Неорганический оксид предпочтительно представляет собой оксид элементов групп 2, 3, 4, 5, 13 и 14. Неорганический оксид предпочтительно выбран из группы, состоящей из оксидов алюминия, магния, кремния, циркония, бария и их смешанных оксидов или их композитных оксидов. Особенно предпочтительно, неорганический оксид представляет собой оксид алюминия, оксид лантана-алюминия, оксид циркония или композитный оксид магния/алюминия. Одним из наиболее предпочтительных неорганических оксидов является глинозем или оксид лантана-алюминия.

Материал OSC и неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не более 10:1; предпочтительно, не более 8:1 или 5:1; более предпочтительно, не более 4:1 или 3:1; наиболее предпочтительно, не более 2:1.

В альтернативном варианте осуществления материал OSC и неорганический оксид могут иметь массовое соотношение от 10:1 до 1:10; предпочтительно от 8 : 1 до 1 : 8 или от 5 : 1 до 1 : 5; более предпочтительно от 4 : 1 до 1 : 4 или от 3 : 1 до 1 : 3; и наиболее предпочтительно от 2 : 1 до 1 : 2.

В некоторых вариантах осуществления материал OSC и неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 2:1. В некоторых вариантах осуществления материал OSC и неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 10:1. В других дополнительных вариантах осуществления материал OSC и неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 20:1 или не менее 30:1. Еще в других дополнительных вариантах осуществления материал OSC и неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 40:1 или не менее 50:1.

Каталитическая композиция может дополнительно содержать щелочной или щелочноземельный металл.

Щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой барий или стронций и их смешанные оксиды или композитные оксиды. Предпочтительно, барий или стронций, если присутствуют, используются в количестве от 0,1 до 15 мас.% и более предпочтительно, от 3 до 10 мас.% бария или стронция, в пересчете на общую массу каталитической композиции.

Барий или стронций предпочтительно присутствует в виде  $BaCO_3$  или  $SrCO_3$ . Такой материал может быть получен любым способом, известным в данной области, например путем пропитки по влаге емкости или сушки распылением.

Олово (Sn) может быть включено в состав каталитической композиции различными способами. В некоторых вариантах осуществления Sn может быть включено в материал OSC в качестве легирующей добавки, а материал OSC может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу материала OSC. В альтернативном варианте осуществления материал OSC может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,1 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,1 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,1 до 2,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу материала OSC. В других вариантах осуществления Sn может быть включено в неорганический оксид в качестве легирующей добавки, а неорганический оксид может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу неорганического оксида. В альтернативном варианте осуществления неорганический оксид может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу неорганического оксида. В других вариантах осуществления Sn может быть включено в каталитическую композицию в качестве простой физической смеси. Например, Sn будет включен в качестве  $SnO_2$ , который будет физически смешан с материалом OSC, и/или неорганический оксид и каталитическая композиция может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу каталитической композиции. В альтернативном варианте осуществления каталитическая композиция может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу каталитической композиции. В других вариантах осуществления Sn может быть включено в структуру материала OSC. В других вариантах осуществления Sn может быть включено в структуру материала OSC (например, Sn, легированный в кристаллическую решетку материала твердого раствора OSC по мере формирования), и структура материала OSC может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn. В альтернативном варианте осуществления материал OSC может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 0,1 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,1 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,1 до 2,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу материала OSC.

В некоторых вариантах осуществления композиция катализатора может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn;

наиболее предпочтительно, вплоть до 1 мас.% или 0,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу каталитической композиции. В альтернативном варианте осуществления каталитическая композиция может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,1 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,2 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 1,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу каталитической композиции.

Как показано в приведенных ниже примерах, каталитические композиции в данном аспекте могут быть применены в качестве катализатора TWC для обработки отработавшего газа, продуцируемого бензиновыми двигателями.

Другой аспект настоящего изобретения относится к каталитическому изделию для очистки отработавшего газа, содержащему: подложку, содержащую впускной конец, выпускной конец и имеющую осевую длину L; первую каталитическую область, содержащую первый компонент металла платиновой группы (PGM) и первый материал подложки PGM, при этом первая каталитическая область содержит вплоть до 5 мас.% Sn.

#### Первая каталитическая область

Первый компонент PGM может быть выбран из группы, состоящей из платины, палладия, родия и их комбинации. В некоторых вариантах осуществления первый компонент PGM может представлять собой Pd, Rh или их смесь. В других вариантах осуществления первый компонент PGM может представлять собой платину. В других вариантах осуществления первый компонент PGM может представлять собой платину и родий; палладий и родий; или платину, палладий и родий. В дополнительных вариантах осуществления первый компонент PGM может представлять собой платину и родий; или платину, палладий и родий.

Первый материал подложки PGM может представлять собой первый материал режима накопления кислорода (OSC), первый неорганический оксид или их комбинацию.

Первый материал OSC может представлять собой оксид церия, оксид циркония, смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию. Более предпочтительно первый материал OSC содержит смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию. Смешанный оксид церия-циркония может дополнительно содержать легирующие добавки, например, лантан, неодим, празеодим, оксиды иттрия и т. д. Первый материал OSC может функционировать в качестве материала подложки для первого компонента PGM (*например*, в качестве первого материала подложки PGM). В некоторых вариантах осуществления первый материал OSC содержит смешанный оксид церия-циркония и смешанный оксид алюминия-церия-циркония.

Первый неорганический оксид предпочтительно представляет собой оксид элементов групп 2, 3, 4, 5, 13 и 14. Первый неорганический оксид предпочтительно выбран из группы, состоящей из оксидов алюминия, магния, кремния, циркония, бария и их смешанных оксидов или их композитных



оксидов. Особенно предпочтительно, первый неорганический оксид представляет собой оксид алюминия, оксид лантана-алюминия, оксид циркония или композитный оксид магния/алюминия. Одним из наиболее предпочтительных первых неорганических оксидов является глинозем или оксид лантана-алюминия.

Первый материал OSC и первый неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не более 10:1; предпочтительно, не более 8:1 или 5:1; более предпочтительно, не более 4:1 или 3:1; наиболее предпочтительно, не более 2:1.

В альтернативном варианте осуществления первый материал OSC и первый неорганический оксид могут иметь массовое соотношение от 10:1 до 1:10; предпочтительно от 8 : 1 до 1 : 8 или от 5 : 1 до 1 : 5; более предпочтительно от 4 : 1 до 1 : 4 или от 3 : 1 до 1 : 3; и наиболее предпочтительно от 2 : 1 до 1 : 2.

В некоторых вариантах осуществления первый материал OSC и первый неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 2:1. В дополнительных вариантах осуществления первый материал OSC и первый неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 10:1. В других дополнительных вариантах осуществления первый материал OSC и первый неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 20:1 или не менее 30:1. В других дополнительных вариантах осуществления первый материал OSC и первый неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 40:1 или не менее 50:1.

Первая каталитическая область может дополнительно содержать первый щелочной или щелочноземельный металл.

Первый щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой барий или стронций и их смешанные оксиды или композитные оксиды. Предпочтительно, барий или стронций, если присутствуют, загружаются в количестве от 0,1 до 15 мас.% и более предпочтительно, от 3 до 10 мас.% бария или стронция в пересчете на общую массу первой каталитической области.

Барий или стронций предпочтительно присутствует в виде  $\text{BaCO}_3$  или  $\text{SrCO}_3$ . Такой материал может быть получен любым способом, известным в данной области, например путем пропитки по влагеомкости или сушки распылением.

Олово (Sn) может быть включено в первую каталитическую область различными способами. В некоторых вариантах осуществления Sn может быть включено в первый материал OSC в качестве легирующей добавки, а первый материал OSC может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу первого материала OSC. В альтернативном варианте осуществления первый материал OSC может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,1 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,1 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,1 до 2,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу первого материала OSC. В

других вариантах осуществления Sn может быть включено в первый неорганический оксид в качестве легирующей добавки, а первый неорганический оксид может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу первого неорганического оксида. В альтернативном варианте осуществления первый неорганический оксид может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу первого неорганического оксида. В других вариантах осуществления Sn может быть включено в первую каталитическую область в виде простой физической смеси (*например*, в виде физического бленда). Например, Sn может быть включено в виде SnO<sub>2</sub> для физического смешивания с первым материалом OSC, и/или первый неорганический оксид и первая каталитическая область могут содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу первой каталитической области. В альтернативном варианте осуществления первая каталитическая область может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу первой каталитической области. В других вариантах осуществления Sn может быть включено в структуру первого материала OSC (*например*, Sn, легированное в кристаллическую решетку материала твердого раствора OSC по мере формирования), и структура первого материала OSC может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn. В альтернативном варианте осуществления материал OSC может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,1 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,1 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,1 до 2,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу первого материала OSC.

В некоторых вариантах осуществления первая каталитическая область может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn; наиболее предпочтительно, до 1,5 мас.% или 1 мас.% Sn в пересчете на общую массу первой каталитической области. В альтернативном варианте осуществления первая каталитическая область может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 1,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу первой каталитической области.

Как показано в приведенных ниже примерах, каталитическое изделие в этом аспекте может применяться в качестве катализатора TWC для очистки выхлопного газа, продуцируемого бензиновыми двигателями.

Первая каталитическая область может простираться на 100 процентов осевой длины L (*например*, см. **Фиг. 1, 2а, 2b** и **6а-6с**). В некоторых вариантах осуществления первая каталитическая

область может простираться на от 20 до 99%, от 30 до 90% или 40–80% осевой длины L. В альтернативном варианте осуществления первая каталитическая область может простираться на от 30 до 70 процентов осевой длины L. Предпочтительно, на от 40 до 60 процентов, более предпочтительно на от 45 до 55 процентов осевой длины L (*например, см. ФИГ. 3a–5d и 7a–7l*).

Общая нагрузка покрытия из пористого оксида на первую каталитическую область может составлять менее 3,5 г/дюйм<sup>3</sup>; предпочтительно, менее 3,0 г/дюйм<sup>3</sup> или 2,5 г/дюйм<sup>3</sup>. В альтернативном варианте общая нагрузка покрытия из пористого оксида на первую каталитическую область может составлять от 0,5 до 3,5 г/дюйм<sup>3</sup>; предпочтительно, может составлять от 0,6 до 3 г/дюйм<sup>3</sup> или от 0,7 до 2,5 г/дюйм<sup>3</sup>.

#### Вторая каталитическая область

Каталитическое изделие может дополнительно содержать вторую каталитическую область.

Вторая каталитическая область может дополнительно содержать второй компонент PGM, второй материал режима накопления кислорода (OSC), второй компонент щелочного или щелочноземельного металла и/или второй неорганический оксид.

Второй компонент PGM может быть выбран из группы, состоящей из палладия, платины, родия и их смеси. В некоторых вариантах осуществления второй компонент PGM может представлять собой Pd, Rh или их смесь.

Второй материал OSC может представлять собой оксид церия, оксид циркония, смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию. Более предпочтительно, второй материал OSC содержит смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию. Кроме того, второй материал OSC может дополнительно содержать одну или более из легирующих добавок, таких как лантан, неодим, празеодим, иттрий и т. д. Кроме того, второй материал OSC может иметь функцию в качестве материала-носителя для второго компонента PGM. В некоторых вариантах осуществления второй материал OSC содержит смешанный оксид церия-циркония и смешанный оксид алюминия-церия-циркония.

Смешанный оксид церия-циркония может иметь массовое соотношение диоксида циркония и диоксида церия по меньшей мере 50:50; предпочтительно более 60 : 40; более предпочтительно, более 70:30. В альтернативном варианте осуществления смешанный оксид церия-циркония может иметь массовое соотношение диоксида циркония и диоксида церия менее 50:50, предпочтительно менее 40:60, более предпочтительно менее 30:70.

Второй материал OSC (*например, смешанный оксид церия-циркония*) может составлять от 10 до 90 мас.%; предпочтительно 25–75 мас.%; более предпочтительно, 30–60 мас.% в пересчете на общую нагрузку покрытия из пористого оксида второй каталитической области.

Нагрузка второго материала OSC во второй каталитической области может составлять менее 2 г/дюйм<sup>3</sup>. В некоторых вариантах осуществления нагрузка второго материала OSC во второй каталитической области составляет не более 1,5 г/дюйм<sup>3</sup>, 1,2 г/дюйм<sup>3</sup>, 1 г/дюйм<sup>3</sup>, 0,8 г/дюйм<sup>3</sup> или 0,7 г/дюйм<sup>3</sup>.

Второй щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой барий, стронций, их смешанные оксиды или композитные оксиды. Предпочтительно, барий или стронций, если присутствует, содержится в количестве от 0,1 до 15 мас.% и более предпочтительно, от 3 до 10 мас.% бария или стронция в пересчете на общую массу второй каталитической области.

Второй щелочной или щелочноземельный металл еще более предпочтительно представляет собой стронций. Стронций, если присутствует, предпочтительно присутствует в количестве от 0,1 до 15 мас.% и более предпочтительно, от 3 до 10 мас.% в пересчете на общую массу второй каталитической области.

Второй щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой смешанные оксиды или композитный оксид бария и стронция. Предпочтительно, смешанные оксиды или композитный оксид бария и стронция присутствует в количестве от 0,1 до 15 мас.% и более предпочтительно, от 3 до 10 мас.% в пересчете на общую массу второй каталитической области. Второй щелочной или щелочноземельный металл более предпочтительно представляет собой композитный оксид бария и стронция.

Барий или стронций предпочтительно присутствует в виде BaCO<sub>3</sub> или SrCO<sub>3</sub>. Такой материал может быть получен любым способом, известным в данной области, например путем пропитки по влагежности или сушки распылением.

Второй неорганический оксид предпочтительно представляет собой оксид элементов групп 2, 3, 4, 5, 13 и 14. Второй неорганический оксид предпочтительно выбран из группы, состоящей из оксидов алюминия, магния, кремния, циркония, бария и их смешанных оксидов или их композитных оксидов. Особенно предпочтительно, второй неорганический оксид представляет собой оксид алюминия, оксид лантана-алюминия, диоксид циркония или композитный оксид магния/алюминия. Одним из наиболее предпочтительных вторых неорганических оксидов является глинозем или оксид лантана-алюминия.

Второй материал OSC и второй неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не более 10:1; предпочтительно, не более 8:1 или 5:1; более предпочтительно, не более 4:1 или 3:1; наиболее предпочтительно, не более 2:1.

В альтернативном варианте осуществления второй материал OSC и второй неорганический оксид могут иметь массовое соотношение от 10:1 до 1:10; предпочтительно от 8 : 1 до 1 : 8 или от 5 : 1 до 1 : 5; более предпочтительно от 4 : 1 до 1 : 4 или от 3 : 1 до 1 : 3; и наиболее предпочтительно от 2 : 1 до 1 : 2.

В некоторых вариантах осуществления второй материал OSC и второй неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 2:1. В дополнительных вариантах осуществления второй материал OSC и второй неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 10:1. В других дополнительных вариантах осуществления второй материал OSC и второй неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 20:1 или не менее 30:1. В других дополнительных вариантах осуществления второй материал OSC и второй неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 40:1 или не менее 50:1.

Общая нагрузка покрытия из пористого оксида на вторую каталитическую область может составлять менее 3,5 г/дюйм<sup>3</sup>; предпочтительно, менее 3,0 г/дюйм<sup>3</sup> или 2,5 г/дюйм<sup>3</sup>. В альтернативном варианте общая нагрузка покрытия из пористого оксида на первую каталитическую область может составлять от 0,5 до 3,5 г/дюйм<sup>3</sup>; предпочтительно, может составлять от 0,6 до 3 г/дюйм<sup>3</sup> или от 0,7 до 2,5 г/дюйм<sup>3</sup>.

В некоторых вариантах осуществления вторая каталитическая область может содержать до 5 мас.% Sn.

Олово (Sn) может быть включено во вторую каталитическую область различными способами. В некоторых вариантах осуществления Sn может быть включено во второй материал OSC в качестве легирующей добавки, а второй материал OSC может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу второго материала OSC. В альтернативном варианте осуществления второй материал OSC может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу второго материала OSC. В других вариантах осуществления Sn может быть включено во второй неорганический оксид в качестве легирующей добавки, а второй неорганический оксид может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу второго неорганического оксида. В альтернативном варианте осуществления второй неорганический оксид может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу второго неорганического оксида. В других вариантах осуществления Sn может быть включено во вторую каталитическую область в виде простой физической смеси (*например*, в виде физического бленда). Например, Sn может быть включено в виде SnO<sub>2</sub> для физического смешивания со вторым материалом OSC, и/или второй неорганический оксид и вторая каталитическая область могут содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу второй каталитической области. В альтернативном варианте осуществления вторая каталитическая область может содержать от 0,1 до

5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 1,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу второй каталитической области. В других вариантах осуществления Sn может быть включено в структуру второго материала OSC (*например*, Sn, легированное в кристаллическую решетку материала твердого раствора OSC по мере формирования), и структура второго материала OSC может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу второго материала OSC, в альтернативном варианте осуществления второй материал OSC может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,1 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,1 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,1 до 2,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу второго материала OSC.

В некоторых вариантах осуществления вторая каталитическая область может содержать вплоть до 4 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn; наиболее предпочтительно, до 1,5 мас.% или 1 мас.% Sn в пересчете на общую массу второй каталитической области. В альтернативном варианте осуществления вторая каталитическая область может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 1,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу второй каталитической области.

Вторая каталитическая область может простирается на 100 процентов осевой длины L (*например*, см. **ФИГ. 2а, 2b и 6а–6с**).

Вторая каталитическая область может простирается на от 30 до 70 процентов осевой длины L. Предпочтительно, на от 40 до 60 процентов, более предпочтительно на от 45 до 55 процентов осевой длины L, и наиболее предпочтительно общая длина второй области и первой области равна или больше осевой длины L (*например*, см. **ФИГ. 3а–5d и 7а–7l**).

Вторая каталитическая область может накладываться на первую каталитическую область на 0,1–99 процентов осевой длины L (*например*, см. **ФИГ. 3с** и **ФИГ. 3d**, причем первая каталитическая область может накладываться на вторую каталитическую область или вторая каталитическая область может находиться над первой каталитической областью). В альтернативном варианте осуществления общая длина второй каталитической области и первой каталитической области может быть равна осевой длине L (*например*, см. **ФИГ. 3а** и **3b**). В еще одном альтернативном варианте осуществления общая длина второй каталитической области и первой каталитической области может быть меньше осевой длины L, например не более 95%, 90%, 80% или 70% осевой длины L.

В некоторых вариантах осуществления первая каталитическая область может быть нанесена непосредственно на подложку или находиться на ней. В некоторых вариантах осуществления вторая каталитическая область может быть нанесена непосредственно на подложку или находиться на ней.

Третья каталитическая область

Каталитическое изделие может дополнительно содержать третью каталитическую область.

Третья каталитическая область может дополнительно содержать третий компонент PGM, третий материал режима накопления кислорода (OSC), третий компонент, представляющий собой щелочной или щелочноземельный металл, и/или третий неорганический оксид.

Третий компонент PGM может быть выбран из группы, состоящей из платины, палладия, родия и их смеси. В некоторых вариантах осуществления третий компонент PGM может представлять собой Pd, Rh или их смесь.

Третий материал OSC может представлять собой оксид церия, оксид циркония, смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию. Более предпочтительно, третий материал OSC содержит смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию. Кроме того, третий материал OSC может дополнительно содержать одну или более из легирующих добавок, таких как лантан, неодим, празеодим, иттрий и т. д. Кроме того, третий материал OSC может иметь функцию в качестве материала-носителя для третьего компонента PGM. В некоторых вариантах осуществления третий материал OSC содержит смешанный оксид церия-циркония и смешанный оксид алюминия-церия-циркония.

Смешанный оксид церия-циркония может иметь массовое соотношение диоксида циркония и диоксида церия по меньшей мере 50:50; предпочтительно более 60 : 40; и более предпочтительно, более 75:25. В альтернативном варианте осуществления смешанный оксид церия-циркония также может иметь массовое соотношение диоксида церия и диоксида циркония менее 50:50; Предпочтительно, менее 40:60; более предпочтительно, менее 25:75.

Третий материал OSC (*например*, смешанный оксид церия-циркония) может составлять от 10 до 90 мас.%; предпочтительно 25–75 мас.%; более предпочтительно, 30–60 мас.% в пересчете на общую нагрузку покрытия из пористого оксида третьей каталитической области.

Нагрузка третьего материала OSC в третьей каталитической области может составлять менее 1,5 г/дюйм<sup>3</sup>. В некоторых вариантах осуществления нагрузка третьего материала OSC во второй каталитической области составляет не более 1,2 г/дюйм<sup>3</sup>, 1,0 г/дюйм<sup>3</sup>, 0,9 г/дюйм<sup>3</sup>, 0,8 г/дюйм<sup>3</sup> или 0,7 г/дюйм<sup>3</sup>.

Общая нагрузка покрытия из пористого оксида на третью каталитическую область может составлять менее 3,5 г/дюйм<sup>3</sup>; предпочтительно, не более 3,0 г/дюйм<sup>3</sup>, 2,5 г/дюйм<sup>3</sup> или 2 г/дюйм<sup>3</sup>.

Третий щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой барий, стронций, их смешанные оксиды или композитные оксиды. Предпочтительно, барий или стронций, если присутствует, содержится в количестве от 0,1 до 15 мас.% и более предпочтительно, от 3 до 10 мас.% бария или стронция в пересчете на общую массу третьей каталитической области.

Третий щелочной или щелочноземельный металл еще более предпочтительно представляет собой стронций. Стронций, если присутствует, предпочтительно присутствует в количестве от 0,1 до 15 мас.% и более предпочтительно, от 3 до 10 мас.% в пересчете на общую массу третьей каталитической области.

Третий щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой смешанные оксиды или композитный оксид бария и стронция. Предпочтительно, смешанные оксиды или композитный оксид бария и стронция присутствует в количестве от 0,1 до 15 мас.% и более предпочтительно, от 3 до 10 мас.% в пересчете на общую массу третьей каталитической области. Третий щелочной или щелочноземельный металл более предпочтительно представляет собой композитный оксид бария и стронция.

Барий или стронций предпочтительно присутствует в виде  $BaCO_3$  или  $SrCO_3$ . Такой материал может быть получен любым способом, известным в данной области, например путем пропитки по влагеомкости или сушки распылением.

Третий неорганический оксид предпочтительно представляет собой оксид элементов групп 2, 3, 4, 5, 13 и 14. Третий неорганический оксид предпочтительно выбран из группы, состоящей из оксидов алюминия, магния, кремния, циркония, бария и их смешанных оксидов или их композитных оксидов. Особенно предпочтительно, третий неорганический оксид представляет собой оксид алюминия, оксид лантана-алюминия, диоксид циркония или композитный оксид магния/алюминия. Одним из наиболее предпочтительных третьих неорганических оксидов является глинозем или оксид лантана-алюминия.

Третий материал OSC и третий неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не более 10:1; предпочтительно, не более 8:1 или 5:1; более предпочтительно, не более 4:1 или 3:1; наиболее предпочтительно, не более 2:1.

В альтернативном варианте осуществления третий материал OSC и третий неорганический оксид могут иметь массовое соотношение от 10:1 до 1:10; предпочтительно от 8 : 1 до 1 : 8 или от 5 : 1 до 1 : 5; более предпочтительно от 4 : 1 до 1 : 4 или от 3 : 1 до 1 : 3; и наиболее предпочтительно от 2 : 1 до 1 : 2.

В некоторых вариантах осуществления третий материал OSC и третий неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 2:1. В дополнительных вариантах осуществления третий материал OSC и третий неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 10:1. В других дополнительных вариантах осуществления третий материал OSC и третий неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 20:1 или не менее 30:1. В других дополнительных вариантах осуществления третий материал OSC и третий неорганический оксид могут иметь массовое соотношение не менее 40:1 или не менее 50:1.



В некоторых вариантах осуществления третья каталитическая область может содержать вплоть до 5 мас.% Sn.

Олово (Sn) может быть включено в третью каталитическую область различными способами. В некоторых вариантах осуществления Sn может быть включено в третий материал OSC в качестве легирующей добавки, а третий материал OSC может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу третьего материала OSC. В альтернативном варианте третий материал OSC может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу третьего материала OSC. В других вариантах осуществления Sn может быть включено в третий неорганический оксид в качестве легирующей добавки, а третий неорганический оксид может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу третьего неорганического оксида. В альтернативном варианте осуществления третий неорганический оксид может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу третьего неорганического оксида. В других вариантах осуществления Sn может быть включено в третью каталитическую область в виде простой физической смеси (*например*, в виде физического бленда). Например, Sn может быть включено в виде SnO<sub>2</sub> для физического смешивания с третьим материалом OSC, и/или третий неорганический оксид и третья каталитическая область могут содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn в пересчете на общую массу третьей каталитической области. В альтернативном варианте осуществления третья каталитическая область может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 1,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу третьей каталитической области. В других вариантах осуществления Sn может быть включено в структуру третьего материала OSC (*например*, Sn, легированный в кристаллическую решетку материала твердого раствора OSC по мере формирования), и структура третьего материала OSC может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn. В альтернативном варианте третий материал OSC может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 0,1 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,1 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,1 до 2,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу третьего материала OSC.

В некоторых вариантах осуществления третья каталитическая область может содержать вплоть до 5 мас.% Sn; предпочтительно, вплоть до 3 мас.% Sn; более предпочтительно, вплоть до 2 мас.% Sn или до 1 мас.% Sn в пересчете на общую массу третьей каталитической области. В

альтернативном варианте осуществления третья каталитическая область может содержать от 0,1 до 5 мас.% Sn; предпочтительно, от 0,2 до 4 мас.% Sn; более предпочтительно, от 0,3 до 3 мас.% Sn; еще более предпочтительно, от 0,4 до 1,5 мас.% Sn в пересчете на общую массу третьей каталитической области.

Третья каталитическая область может простираться на 100 процентов осевой длины L (например, см. **ФИГ. 4а–4d** и **6а–6с**).

Третья каталитическая область может быть меньше осевой длины L, например не более 95%, 90%, 80% или 70% осевой длины L (например, см. **ФИГ. 5а–5d** и **7g–7l**).

Вторая каталитическая область может накладываться на первую каталитическую область на 0,1–99 процентов осевой длины L (например, см. **ФИГ. 7а–7l**), причем первая каталитическая область может накладываться на вторую каталитическую область или вторая каталитическая область может находиться над первой каталитической областью. В альтернативном варианте осуществления либо вторая, либо первая область может простираться на от 30 до 70 процентов осевой длины L. Предпочтительно, на от 40 до 60 процентов, более предпочтительно на от 45 до 55 процентов осевой длины L, и наиболее предпочтительно общая длина второй и первой области равна осевой длине L (или меньше) (например, см. **ФИГ. 4а–4d**).

#### Четвертая каталитическая область

Каталитическое изделие может дополнительно содержать четвертую каталитическую область.

Четвертая каталитическая область может дополнительно содержать четвертый компонент PGM, четвертый материал режима накопления кислорода (OSC), четвертый компонент щелочного или щелочноземельного металла и/или четвертый неорганический оксид.

Четвертый компонент PGM может быть выбран из группы, состоящей из платины, палладия, родия и их смеси. В некоторых вариантах осуществления четвертый компонент PGM может представлять собой Pd, Rh или их смесь.

Четвертая каталитическая область может иметь такую же или аналогичную композицию, что и третья каталитическая область.

Четвертая каталитическая область может быть меньше осевой длины L, например не более 95%, 90%, 80% или 70% осевой длины L.

В альтернативном варианте осуществления либо четвертая, либо третья каталитическая область может простираться на от 30 до 70 процентов осевой длины L. Предпочтительно, на от 40 до 60 процентов, более предпочтительно на от 45 до 55 процентов осевой длины L, и наиболее предпочтительно общая длина четвертой и третьей каталитической области равна или больше осевой длины L (например, см. **ФИГ. 5а–5d**).

Каталитическое изделие изобретения может содержать дополнительные компоненты, известные специалисту в данной области техники. Например, композиции изобретения могут дополнительно содержать по меньшей мере одно связующее вещество и/или по меньшей мере одно поверхностно-активное вещество. При наличии связующего вещества предпочтительными являются диспергируемые связующие вещества на основе оксида алюминия.

#### Подложка

Подложка предпочтительно представляет собой проточный монолит. В альтернативном варианте осуществления подложка может представлять собой фильтр с проточными стенками.

Проточная монолитная подложка имеет первую грань и вторую грань, образующие между собой продольное направление. Проточная монолитная подложка имеет множество каналов, проходящих между первой гранью и второй гранью. Множество каналов проходят в продольном направлении и обеспечивают множество внутренних поверхностей (например, поверхностей стенок, образующих каждый канал). Каждый из множества каналов имеет отверстие на первой грани и отверстие на второй грани. Для предотвращения путаницы следует отметить, что проточная монолитная подложка не является фильтром с проточными стенками.

Первая грань, как правило, находится на впускном конце подложки, а вторая грань находится на выпускном конце подложки.

Каналы могут иметь постоянную ширину, и каждое множество каналов может иметь равномерную ширину канала.

В пределах плоскости, перпендикулярной продольному направлению, монолитная подложка предпочтительно имеет от 300 до 900 каналов на квадратный дюйм, предпочтительно от 400 до 800 каналов. Например, на первой грани плотность открытых первых каналов и закрытых вторых каналов составляет от 600 до 700 каналов на квадратный дюйм. Поперечные сечения каналов могут иметь прямоугольную, квадратную, круглую, овальную, треугольную, шестиугольную или другие многоугольные формы.

Монолитная подложка выступает в качестве основы для удержания каталитического материала. Подходящие материалы для формирования монолитной подложки включают в себя керамоподобные материалы, такие как кордиерит, карбид кремния, нитрид кремния, диоксид циркония, муллит, сподумен, оксид алюминия-кремния-магния или силикат циркония или пористый тугоплавкий металл. Такие материалы и их применение для изготовления пористых монолитных подложек хорошо известны в данной области техники.

Следует отметить, что проточная монолитная подложка, описанная в настоящем документе, представляет собой один компонент (т. е. один элемент). Тем не менее при формировании системы очистки выбросов используемая подложка может быть сформирована путем склеивания друг с другом множества каналов или путем склеивания друг с другом множества подложек меньшего

размера, как описано в настоящем документе. Такие способы хорошо известны в данной области, как и подходящие корпуса и конфигурации системы очистки выбросов.

В вариантах осуществления, в которых каталитическое изделие настоящего изобретения содержит керамическую подложку, керамическая подложка может быть изготовлена из любого подходящего огнеупорного материала, например оксида алюминия, диоксида кремния, оксида церия, оксида циркония, оксида магния, цеолитов, нитрида кремния, карбида кремния, силикатов циркония, силикатов магния, алюмосиликатов и металлоалюмосиликатов (таких как кордиерит и сподумен) или смеси или смешанных оксидов любых двух или более из них. Наиболее предпочтительными являются кордиерит, алюмосиликат магния и карбид кремния.

В вариантах осуществления, в которых каталитическое изделие настоящего изобретения содержит металлическую подложку, металлическая подложка может быть изготовлена из любого подходящего металла, и в частности из термостойких металлов и металлических сплавов, таких как титан и нержавеющая сталь, а также из ферритных сплавов, содержащих железо, никель, хром и/или алюминий в дополнение к другим примесям металлов.

Другой аспект настоящего описания относится к способу очистки отработавшего газа автомобиля, содержащего NO<sub>x</sub>, СО и НС, с применением описанного в настоящем документе каталитического изделия. Каталитические нейтрализаторы, оснащенные катализаторами TWC, изготовленными в соответствии с этим способом, демонстрируют улучшенные каталитические свойства по сравнению с обычным катализатором TWC (с такой же нагрузкой PGM), также демонстрируют особенно высокие характеристики на стадии холодного запуска и лучший состав ТНС на холостом ходу (*например, см. примеры 2–4 и 6-7; и таблицы 3-5 и 7-9*).

Другой аспект настоящего описания относится к системе очистки отработавшего газа автомобиля, содержащей описанное в настоящем документе каталитическое изделие в сочетании с каналом для пропускания отработавшего газа через систему.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термин «область», используемый в настоящем документе, относится к области на подложке, как правило, полученной путем сушки и/или обжига покрытия из пористого оксида. «Область» может, например, быть расположена или нанесена на подложке в виде «слоя» или «зоны». Занимаемую площадь или расположение на подложке, как правило, контролируют в процессе нанесения покрытия из пористого оксида на подложку. «Область», как правило, имеет четкие границы или края (т. е. одну область от другой области можно отличить с помощью стандартных аналитических методов).

Как правило, «область» имеет по существу равномерную длину. Термин «по существу равномерная длина» в данном контексте относится к длине, которая не отличается (например, разность между максимальной и минимальной длиной) более чем на 10%, предпочтительно не

отличается более чем на 5%, более предпочтительно не отличается более чем на 1% от среднего значения.

Каждая «область» предпочтительно имеет по существу однородную композицию (т. е. в композиции покрытия из пористого оксида при сравнении одной части области с другой частью этой области отсутствует существенное различие). По существу однородная композиция в контексте данного изобретения относится к материалу (*например*, области), в котором различие в композиции при сравнении одной части области с другой частью этой области составляет 5 % или менее, как правило, 2,5 % или менее и наиболее часто 1 % или менее.

Используемый в настоящем документе термин «зона» относится к области, длина которой меньше общей длины подложки, например  $\leq 75\%$  от общей длины подложки. «Зона», как правило, имеет длину (*например*, по существу однородную длину), составляющую по меньшей мере 5 % (*например*,  $\geq 5\%$ ) от общей длины подложки.

Общая длина подложки представляет собой расстояние между её впускным концом и выпускным концом (*например*, противоположными концами подложки).

Любая ссылка на «зону, расположенную на впускном конце подложки» в настоящем документе относится к зоне, расположенной на подложке или нанесенной на нее с обеспечением расположения зоны ближе ко впускному концу подложки, чем к выпускному концу подложки. Т. е. средняя точка зоны (т. е. расположенная на половине длины) расположена ближе ко впускному концу подложки, чем к выпускному концу подложки. Аналогичным образом любая ссылка на «зону, расположенную на выпускном конце подложки» в настоящем документе относится к зоне, расположенной на подложке или нанесенной на нее с обеспечением расположения зоны ближе к выпускному концу подложки, чем ко впускному концу подложки. Т. е. средняя точка зоны (т. е. расположенная на половине длины) расположена ближе к выпускному концу подложки, чем ко впускному концу подложки.

Если подложка представляет собой фильтр с проточными стенками, по существу любая ссылка на «зону, расположенную на впускном конце подложки», относится к зоне, расположенной на подложке или нанесенной на нее:

(a) ближе ко впускному концу (*например*, открытому концу) впускного канала подложки, чем к закрытому концу (*например*, заблокированному или закупоренному концу) впускного канала, и/или

(b) ближе к закрытому концу (*например*, заблокированному или закупоренному концу) впускного канала подложки, чем к выпускному концу (*например*, открытому концу) впускного канала.

Таким образом, средняя точка зоны (т. е. расположенная на половине ее длины) расположена (a) ближе к впускному концу впускного канала подложки, чем к закрытому концу впускного канала,

и/или (b) ближе к закрытому концу выпускного канала подложки, чем к выпускному концу выпускного канала.

Аналогичным образом любая ссылка на «зону, расположенную на выпускном конце подложки», когда подложка представляет собой фильтр с проточными стенками, относится к зоне, расположенной на подложке или нанесенной на нее:

(a) ближе к выпускному концу (например, открытому концу) выпускного канала подложки, чем к закрытому (например, заблокированному или закупоренному) концу выпускного канала, и/или

(b) ближе к закрытому концу (например, заблокированному или закупоренному) выпускного канала подложки, чем к выпускному концу (например, открытому концу) выпускного канала.

Таким образом, средняя точка зоны (т. е. расположенная на половине ее длины) расположена (a) ближе к выпускному концу выпускного канала подложки, чем к закрытому концу выпускного канала, и/или (b) ближе к закрытому концу выпускного канала подложки, чем к выпускному концу выпускного канала.

Зона может соответствовать условиям как (a), так и (b), когда в стенке фильтра с проточными стенками присутствует покрытие из пористого оксида (т. е. зона располагается в стенке).

Термин «покрытие из пористого оксида» хорошо известен в данной области и относится к прикрепленному покрытию, которое обычно наносят на подложку во время изготовления катализатора.

В настоящем документе сокращение «PGM» обозначает «металл платиновой группы». Термин «металл платиновой группы» по существу относится к металлу, выбранному из группы, состоящей из Ru, Rh, Pd, Os, Ir и Pt, предпочтительно металлу, выбранному из группы, состоящей из Ru, Rh, Pd, Ir и Pt. В общем случае термин PGM предпочтительно относится к металлу, выбранному из группы, состоящей из Rh, Pt и Pd.

Используемый в настоящем документе термин «смешанный оксид» по существу относится к смеси оксидов в одной фазе, как традиционно известно в данной области. Используемый в настоящем документе термин «композитный оксид» по существу относится к композиции оксидов с более чем одной фазой, как традиционно известно в данной области.

Выражение «состоит по существу» в настоящем документе ограничивает объем признака посредством включения в него указанных материалов или стадий и любых других материалов или стадий, которые не оказывают существенного влияния на основные характеристики такого признака, например незначительные примеси. Выражение «состоит по существу из» включает в себя выражение «состоит из».

Выражение «по существу не содержит», используемое в настоящем документе со ссылкой на материал, как правило, в контексте содержимого области, слоя или зоны, означает, что данный материал применяют в небольшом количестве, таком как  $\leq 5$  мас.%, предпочтительно  $\leq 2$  мас.%, более предпочтительно  $\leq 1$  мас.%. Выражение «по существу не содержит» включает в себя выражение «не содержит».

Выражение «почти не содержит», используемое в настоящем документе со ссылкой на материал, как правило, в контексте содержимого области, слоя или зоны, означает, что данный материал применяют в следовом количестве, таком как  $\leq 1$  мас.%, предпочтительно  $\leq 0,5$  мас.%, более предпочтительно  $\leq 0,1$  мас.%. Выражение «почти не содержит» включает в себя выражение «не содержит».

Любая ссылка на какое-либо количество, в частности общее количество, легирующей добавки, выраженное в мас.%, в настоящем документе относится к массе материала подложки или его огнеупорному оксиду металла.

В контексте настоящего документа термин «нагрузка» относится к мере, измеряемой в г/фут<sup>3</sup> в пересчете на массу металла.

Представленные ниже примеры только иллюстрируют изобретение. Специалистам в данной области будет очевидно множество вариантов, которые находятся в пределах сущности изобретения и объема формулы изобретения.

#### ПРИМЕРЫ

##### Пример 1 — УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ OSC ПОСРЕДСТВОМ ЛЕГИРОВАНИЯ Sn OSC 1-6

Шесть материалов OSC: OSC 1-6, приведенные в **таблице 1**, готовили посредством пропитки раствором растворенного Sn смешанных оксидных материалов Ce/Zr, стабилизированных оксидами редкоземельных элементов, с последующим прокаливанием при 500 °C.

Характеристику OSC смешанных оксидных материалов Ce/Zr, легированных Sn, определяли посредством измерения потери веса полностью окисленных материалов в условиях восстановления H<sub>2</sub>, происходящей из-за выделения кислорода, с использованием термогравитационного анализа. Количество (моль) выделенных молекул кислорода рассчитывали по потере массы при более низкой температуре 200 °C и более высокой температуре 600 °C, соответственно, после окислительно-восстановительного состаривания при 1000 °C в течение 4 часов. Значительное улучшение характеристик OSC получали в диапазоне содержания Sn от 0,1 % до 1,5 %.

**Таблица 1: Композиции материала OSC и характеристики OSC**

	CeO <sub>2</sub> (мас. %)	ZrO <sub>2</sub> (мас. %)	SnO <sub>2</sub> (мас.%)	OSC при 200 °C (мкмоль/г)	OSC при 600 °C (мкмоль/г)
--	------------------------------	------------------------------	-----------------------------	------------------------------	------------------------------

<b>OSC1 (сравнительный)</b>	50	43	0	0	281
<b>OSC2</b>	50	43	0,1	49	471
<b>OSC3</b>	50	43	0,5	56	457
<b>OSC4</b>	50	43	1,0	46	540
<b>OSC5</b>	49	42	1,5	28	520
<b>OSC6</b>	46	40	5,0	21	329

## Пример 2 – УЛУЧШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КАТАЛИЗАТОРА

### Сравнительный катализатор 1

Сравнительный катализатор 1 представляет собой катализатор с покрытием на кордиеритовой подложке, состоящий из 3 мас.% Pd и 5 мас.% Ba, нанесенных на смесь стабилизированного La оксида алюминия и OSC1, как описано в **таблице 1**, с общей нагрузкой покрытия из пористого оксида 2,0 г/дюйм<sup>3</sup>.

### Катализатор 2

Катализатор 2 представляет собой катализатор с покрытием на кордиеритовой подложке, состоящий из 3 мас.% Pd, нанесенного на смесь стабилизированного La оксида алюминия и OSC5, как описано в **таблице 1**, с нагрузкой Sn 0,8 мас.% в пересчете на общую массу композиции катализатора 2; и суммарная нагрузка покрытия из пористого оксида составляет 2,0 г/дюйм<sup>3</sup>.

Испытание характеристик катализатора проводили на сравнительном катализаторе 1 и катализаторе 2 в следующих условиях, с использованием смоделированного выхлопного газа, имеющего композицию, приведенную в **таблице 2**.

В испытаниях эффективности катализатора температуру, при которой осуществлялась конверсия 50 % каждого из компонентов HC и CO, оценивали как T<sub>50</sub>. Чем ниже температура, при которой осуществляли конверсию указанных 50%, тем выше была эффективность катализатора для очистки выхлопного газа.

При проведении испытания эффективности катализатора расход газа устанавливали равным пространственной скорости 100000/час, температуру увеличивали от 100 °C до 400 °C со скоростью нагрева 25 °C/мин, композицию газа после прохождения через катализатор анализировали и измеряли степень конверсии.

**Таблица 2: Моделируемая композиция газа для испытания эффективности**

C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> (ч/млн)	CO (%)	H <sub>2</sub> (%)	NO <sub>x</sub> (ч/млн)	O <sub>2</sub> (%)	CO <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> O (%)	N <sub>2</sub>
430	0,6	0,2	1000	0,6	15	10	Остальная часть



**Таблица 3: Характеристики каталитической конверсии Pd катализатора с покрытием**

	<b>HC T<sub>50</sub> (°C)</b>	<b>CO T<sub>50</sub> (°C)</b>
<b>Сравнительный катализатор 1</b>	252	264
<b>Катализатор 2</b>	239	242

Как показано в **таблице 3**, приведенной выше, температуры при конверсии 50 % для HC и CO были ниже для катализатора 2 на 13 и 22 °C, соответственно, по сравнению со сравнительным катализатором 1.

**ПРИМЕР 3: ХАРАКТЕРИСТИКИ НА ХОЛОСТОМ ХОДУ И ИСПЫТАНИЕ OSC ПРИ ИСПЫТАНИИ АКТИВНОСТИ СИНТЕТИЧЕСКОГО КАТАЛИЗАТОРА**

Сравнительный катализатор А:

*Первая каталитическая область:*

Первая каталитическая область состоит из Pt, нанесенной на покрытие из пористого оксида, состоящего из смешанного оксида CeZr, смешанного оксида алюминия-церия-циркония, стабилизированного La оксида алюминия и промотора Ba. Нагрузка покрытия из пористого оксида в первой каталитической области составляла около 1,8 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Pt составляла 42 г/фут<sup>3</sup>.

Затем это покрытие из пористого оксида наносили на впускную сторону керамической подложки (600 ячеек на квадратный дюйм (cpsí), толщина стенки 4,3 мил) с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых целевая глубина покрытия охватывала 80 % от длины подложки, и высушивали при температуре 100 °C.

*Вторая каталитическая область:*

Третья каталитическая область состоит из Rh, нанесенного на покрытие из пористого оксида, состоящего из смешанного оксида CeZr и стабилизированного La оксида алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида во второй каталитической области составляла около 1,3 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Rh составляла 8 г/фут<sup>3</sup>.

Затем это второе покрытие из пористого оксида наносили сверху на выпускную сторону керамической подложки, содержащей первую каталитическую область, с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых целевая глубина покрытия охватывала 80 % от длины подложки, высушивали при температуре 100 °C и прокаливали при температуре 500 °C в течение 45 мин.

Катализатор В:

Катализатор В получали в соответствии с процедурой, аналогичной процедуре, приведенной для сравнительного катализатора А, за исключением того, что в первой каталитической области 2

мас.% Sn наносили на смешанный оксид алюминия-церия-циркония, при этом нагрузка Sn составляла 0,7 мас.% в пересчете на общую массу первой каталитической области.

Катализаторы В и сравнительный катализатор А испытывали отдельно на устройстве для испытания активности синтетического катализатора (SCAT). Характеристики на холостом ходу испытывали в потоке газа 10 об.% H<sub>2</sub>O + 14 об.% CO<sub>2</sub> + 333 м.д. C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> + 167 м.д. C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> + 1,5 об.% CO + 0,5 об.% H<sub>2</sub>O + 1,15 об.% O<sub>2</sub> + 1000 м.д. NO, доведенным до баланса N<sub>2</sub> (пространственная скорость составляла 60000 ч<sup>-1</sup>), и с изменением температуры 30 °С/мин. Вычисляли превращение THC, CO и NO<sub>x</sub> для сравнения концентрации подаваемого газа и газа в выпускных отверстиях катализаторов. OSC испытывали в газовом потоке 10 об.% H<sub>2</sub>O + 14 об.% CO<sub>2</sub> + 333 м.д. C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> + 167 м.д. C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> + 0,5 об.% CO + 0,5 об.% H<sub>2</sub>O + 0,5 об.% O<sub>2</sub> + 1000 м.д. NO, доведенным до баланса N<sub>2</sub> (пространственная скорость составляла 60000 ч<sup>-1</sup>) при 450 °С. Сравнительный катализатор А и катализатор В подвергали гидротермическому состариванию в течение 6 часов при потоке 5 л/мин 2 об.% O<sub>2</sub> + 10 об.% H<sub>2</sub>O, доведенным до баланса N<sub>2</sub> при 1050 °С.

Значения температур T<sub>50</sub> на холостом ходу для HC, CO и NO<sub>x</sub> и OSC свежего и состаренного катализатора В и сравнительного катализатора А показаны в **таблице 4**. При анализе данных неожиданно было обнаружено, что свежий катализатор В по данному изобретению давал значительно улучшенные характеристики на холостом ходу по сравнению со сравнительным катализатором А, при этом T<sub>50</sub> была приблизительно на 17, 10,5 и 6 °С ниже (T<sub>50</sub> представляет собой температуру, при которой конверсия достигает 50 %) для CO, HC и NO<sub>x</sub>, соответственно. При этом OSC катализатора В выше, чем у сравнительного катализатора А, как в свежем, так и в состаренном состоянии.

**Таблица 4: Результаты испытания на холостом ходу SCAT и OSC**

	T <sub>50</sub> (°C),			Способность удержания кислорода (мг)
	CO	HC	NO <sub>x</sub>	
Свежий катализатор В	153,5	170	167	18,7
Свежий сравнительный катализатор А	170,5	180,5	173	16,5
Выдержанный катализатор В	280,5	288,5	278,5	5,6
Выдержанный сравнительный катализатор А	280,5	284	278,5	2,2

**ПРИМЕР 4: ИСПЫТАНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ХОЛОСТОМ ХОДУ ПРИ ИСПЫТАНИИ АКТИВНОСТИ СИНТЕТИЧЕСКОГО КАТАЛИЗАТОРА**

Сравнительный катализатор С:

*Первая каталитическая область:*

Первая каталитическая область состоит из Pt, нанесенной на покрытие из пористого оксида, состоящего из смешанного оксида CeZr, смешанного оксида алюминия-церия-циркония и

стабилизированного La оксида алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в первой каталитической области составляла около 2,0 г/дюйм<sup>3</sup>, при этом нагрузка Pt составляла 74 г/фут<sup>3</sup>.

Затем это покрытие из пористого оксида наносили на впускную сторону керамической подложки (600 cpsi, толщина стенки 2,5 мил) с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых целевая глубина покрытия охватывала 50 % от длины подложки, и высушивали при температуре 100 °С.

*Вторая каталитическая область:*

Вторая каталитическая область состоит из Pt, нанесенной на покрытие из пористого оксида, состоящего из смешанного оксида CeZr, смешанного оксида алюминия-церия-циркония и стабилизированного La оксида алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида во второй каталитической области составляла около 2,0 г/дюйм<sup>3</sup>, при этом нагрузка Pt составляла 24 г/фут<sup>3</sup>.

Затем это второе покрытие из пористого оксида наносили сверху на выпускную сторону керамической подложки, содержащей первую каталитическую область, с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых целевая глубина покрытия охватывала 50 % от длины подложки, высушивали при температуре 100 °С и прокаливали при температуре 500 °С в течение 45 мин.

*Третья каталитическая область:*

Третья каталитическая область состоит из Rh, нанесенного на покрытие из пористого оксида, состоящего из смешанного оксида CeZr и стабилизированного La оксида алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в третьей каталитической области составляла около 1,5 г/дюйм<sup>3</sup>, при этом нагрузка Rh составляла 6 г/фут<sup>3</sup>.

Затем это третье покрытие из пористого оксида наносили сверху на выпускную сторону керамической подложки, содержащей первую и вторую каталитические области, с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых общая целевая глубина покрытия охватывала 100 % от длины подложки, высушивали при температуре 100 °С и прокаливали при температуре 500 °С в течение 45 мин.

Катализатор D:

Катализатор D получали в соответствии с процедурой, аналогичной процедуре, приведенной для сравнительного катализатора С, за исключением того, что в первой и второй каталитической области 2 мас.% Sn наносили на смешанный оксид алюминия-церия-циркония, при этом нагрузка Sn составляла 0,75 мас.% в пересчете на массу первой либо второй каталитической области.

Катализатор D и сравнительный катализатор С исследовали отдельно на устройстве для испытания активности синтетического катализатора (SCAT). Характеристики на холостом ходу испытывали в потоке газа 10 об.% H<sub>2</sub>O + 14 об.% CO<sub>2</sub> + 333 м.д. C<sub>3</sub>H<sub>6</sub> + 167 м.д. C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> + 1,5 об.% CO +

0,5 об.% H<sub>2</sub>O + 1,15 об.% O<sub>2</sub> + 1000 м.д. NO доведенным до баланса N<sub>2</sub> (пространственная скорость составляла 60000 ч<sup>-1</sup>), и с изменением температуры 30 °С/мин. Вычисляли превращение THC, CO и NO<sub>x</sub> для сравнения концентрации подаваемого газа и газа в выпускных отверстиях катализаторов. Катализатор D и сравнительный катализатор C подвергали гидротермическому состариванию в течение 6 часов при потоке 5 л/мин 2 об.% O<sub>2</sub> + 10 об.% H<sub>2</sub>O, доведенным до баланса N<sub>2</sub> при 1050 °С.

Значения температур T<sub>50</sub> на холостом ходу для HC, CO и NO<sub>x</sub> свежего и состаренного катализатора D и сравнительного катализатора C показаны в **таблице 5**. Данные показывают, что катализатор D по настоящему изобретению демонстрирует значительно улучшенные характеристики на холостом ходу по сравнению со сравнительным катализатором C как в свежем, так и в состаренном состоянии. T<sub>50</sub> для CO, HC и NO<sub>x</sub> в катализаторе D снижали на 17,5, 11 и 9 °С, соответственно, в свежем состоянии; и на 19,16,5 и 14,5 °С, соответственно, в состаренном состоянии.

**Таблица 5: Результаты испытания на холостом ходу SCAT**

	T <sub>50</sub> (°C),		
	CO	HC	NO <sub>x</sub>
Свежий катализатор D	135	153	157
Свежий сравнительный катализатор C	152,5	164	166
Состаренный сравнительный катализатор D	211	217	215,5
Состаренный сравнительный катализатор C	230	233,5	230

#### ПРИМЕР 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ДИСПЕРСИИ РТ

##### Сравнительный катализатор E.

*Первая каталитическая область:*

Первая каталитическая область состоит из Pt, нанесенной на покрытие из пористого оксида, состоящего из смешанного оксида CeZr, смешанного оксида алюминия-церия-циркония и стабилизированного La оксида алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в первой каталитической области составляла около 2,0 г/дюйм<sup>3</sup>, при этом нагрузка Pt составляла 74 г/фут<sup>3</sup>.

Это покрытие из пористого оксида наносили на впускную сторону керамической подложки (600 cpsi, толщина стенки 2,5 мил) с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых целевая глубина покрытия охватывала 100 % от длины подложки, и высушивали при температуре 100 °С и прокаливали при температуре 500 °С в течение 45 мин.

##### Катализатор F:

Катализатор F получали в соответствии с процедурой, аналогичной процедуре, приведенной для сравнительного катализатора E, за исключением того, что в первой каталитической области 2

мас.% Sn наносили на смешанный оксид алюминия-церия-циркония, при этом нагрузка Sn составляла 0,75 мас.% в пересчете на массу всей первой каталитической области.

Проводили испытание дисперсии Pt катализатора F и сравнительного катализатора E по отдельности посредством измерений с использованием импульсной хемосорбции CO при 50 °С. Катализаторы предварительно обрабатывали газообразным H<sub>2</sub> в течение 10 мин при 300 °С до импульса CO. Для оценки дисперсии использовали соотношение CO:Pt 1:1. Перед испытаниями с использованием импульсной хемосорбции CO катализатор F и сравнительный катализатор E подвергали гидротермическому старению в течение 6 часов в потоке 5 л/мин 2 об.% O<sub>2</sub> + 10 об.% H<sub>2</sub>O, доведенным до баланса N<sub>2</sub>, при 1050 °С. Результаты диспергирования Pt показаны в **таблице 6**. Данные показывают, что катализатор F имеет примерно в 6 раз более высокую дисперсию Pt, чем дисперсия сравнительного катализатора E после гидротермического старения.

**Таблица 6: Результаты дисперсии Pt**

	Дисперсия Pt (%)
Катализатор F	1,9
Сравнительный катализатор E	0,3

#### ПРИМЕР 6: ПРОЦЕДУРЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СОСТАВА ОТРАБОТАВШЕГО ГАЗА

##### Сравнительный катализатор G.

###### *Первая каталитическая область:*

Первая каталитическая область состоит из Pt, нанесенной на покрытие из пористого оксида, состоящего из смешанного оксида CeZr, смешанного оксида алюминия-церия-циркония и стабилизированного La оксида алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в первой каталитической области составляла около 2,5 г/дюйм<sup>3</sup>, при этом нагрузка Pt составляла 74 г/фут<sup>3</sup>.

Затем это покрытие из пористого оксида наносили на впускную сторону керамической подложки (600 cpsi, толщина стенки 2,5 мил) с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых целевая глубина покрытия охватывала 50 % от длины подложки, и высушивали при температуре 100 °С.

###### *Вторая каталитическая область:*

Вторая каталитическая область состоит из Pt, нанесенной на покрытие из пористого оксида, состоящего из смешанного оксида CeZr, смешанного оксида алюминия-церия-циркония и стабилизированного La оксида алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида во второй каталитической области составляла около 2,5 г/дюйм<sup>3</sup>, при этом нагрузка Pt составляла 24 г/фут<sup>3</sup>.

Затем это второе покрытие из пористого оксида наносили сверху на выпускную сторону керамической подложки, содержащей первую каталитическую область, с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых целевая глубина покрытия охватывала 50 % от длины подложки, высушивали при температуре 100 °С и прокаливали при температуре 500 °С в течение 45 мин.

*Третья каталитическая область:*

Третья каталитическая область состоит из Rh, нанесенного на покрытие из пористого оксида, состоящего из смешанного оксида CeZr и стабилизированного La оксида алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в третьей каталитической области составляла около 1,5 г/дюйм<sup>3</sup>, при этом нагрузка Rh составляла 6 г/фут<sup>3</sup>.

Затем это третье покрытие из пористого оксида наносили сверху на выпускную сторону керамической подложки, содержащей первую и вторую каталитические области, с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых общая целевая глубина покрытия охватывала 100 % от длины подложки, высушивали при температуре 100 °С и прокаливали при температуре 500 °С в течение 45 мин.

Катализатор Н:

Катализатор Н получали в соответствии с процедурой, аналогичной процедуре, приведенной для сравнительного катализатора G, за исключением того, что в первой и второй каталитической области 2 мас.% Sn наносили на смешанный оксид алюминия-церия-циркония, при этом нагрузка Sn составляла 0,75 мас.% в пересчете на общую массу первой либо второй каталитической области.

Подвергнутые состариванию на стенде образцы катализатора Н и сравнительного катализатора G испытывали в транспортном средстве с двигателем объемом 1,5 литра с использованием Всемирной процедуры испытаний в легком режиме (WLTP). Состаривание на стенде проводили в условиях двигателя объемом 6,1 л в том же цикле в течение 200 часов при четырехрежимном цикле состаривания с пиковой температурой слоя катализаторов около 980 °С. Результаты тестирования состава собранных в мешки разбавленных выбросов выхлопного газа для состаренных на стенде деталей приведены в **таблице 7**. Катализатор Н по настоящему изобретению проявляет превосходную активность в отношении контроля выбросов THC и NO<sub>x</sub> по сравнению со сравнительным катализатором G (*например, см. характеристики THC и NO<sub>x</sub>, улучшенные приблизительно на 27 % и 46 %, соответственно*).

**Таблица 7: Результаты тестирования состава собранных в мешки разбавленных выбросов**

	Выбросы отработавшего газа (мг/км)			
	THC	Неметановые углеводороды (NMHC)	CO/10	NO <sub>x</sub>

Сравнительный катализатор G, состаренный	210,3	174	270,5	172,5
Катализатор H, состаренный	154,4	125,3	283,6	93,3

**ПРИМЕР 7: ПРОЦЕДУРЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СОСТАВА ОТРАБОТАВШЕГО ГАЗА**

Подвергнутые состариванию на стенде образцы катализатора H и сравнительного катализатора G испытывали в транспортном средстве с двигателем объемом 1,5 литра с использованием Всемирной процедуры испытаний в легком режиме (WLTP). Состаривание на стенде проводили в условиях двигателя объемом 6,1 л в том же цикле в течение 200 часов при четырехрежимном цикле состаривания с пиковой температурой слоя катализаторов около 980 °С. Результаты тестирования состава собранных в мешки разбавленных выбросов выхлопного газа для состаренных на стенде деталей приведены в **таблице 8**. Катализатор H по настоящему изобретению проявляет превосходную активность в отношении контроля выбросов THC, CO и NO<sub>x</sub> по сравнению со сравнительным катализатором G (*например, см. характеристики THC, CO и NO<sub>x</sub>, улучшенные приблизительно на 57 %, 20 % и 64 %, соответственно*).

**Таблица 8: Результаты тестирования состава собранных в мешки разбавленных выбросов**

	Выбросы отработавшего газа (мг/км)			
	THC	Неметановые углеводороды (NMHC)	CO/10	NO <sub>x</sub>
Сравнительный катализатор G, состаренный	92,3	70,2	68,8	84,8
Катализатор H, состаренный	39,4	30,4	54,9	30,3

**ПРИМЕР 8: ИСПЫТАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ НА СОСТАВ ОТРАБОТАВШЕГО ГАЗА НА ХОЛОСТОМ ХОДУ**

Сравнительный катализатор I:

*Первая каталитическая область:*

Первая каталитическая область состоит из Pt, нанесенной на покрытие из пористого оксида, состоящего из смешанного оксида CeZr и стабилизированного La оксида алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в первой каталитической области составляла около 2,3 г/дюйм<sup>3</sup>, при этом нагрузка Pt составляла 49 г/фут<sup>3</sup>.

Это покрытие из пористого оксида наносили на впускную сторону керамической подложки (600 срсі, толщина стенки 2,5 мил) с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых целевая глубина покрытия охватывала 100 % от длины подложки, и высушивали при температуре 100 °С и прокаливали при температуре 500 °С в течение 45 мин.

### Катализатор J:

Катализатор J получали в соответствии с процедурой, аналогичной процедуре, приведенной для сравнительного катализатора I, за исключением того, что в первой каталитической области порошки SnO<sub>2</sub> добавляли непосредственно в покрытие из пористого оксида посредством физического перемешивания при нагрузке Sn около 1 мас.% в пересчете на общую массу первой каталитической области.

Подвергнутые состариванию на стенде катализатор J и сравнительный катализатор I испытывали по отдельности на бензиновом двигателе. Испытание на состав выхлопных газов на холостом ходу проводили при типовых условиях, при которых расход выхлопного газа составлял 80 кг/ч, изменение температуры 30 °С/мин, значение лямбда для стехиометрической топливовоздушной смеси (AFR) — 14,45. Степень конверсии общих углеводородов THC и CO рассчитывали посредством сравнения их концентрации в исходном газе и газе после катализаторов. Перед испытанием двигателя на холостом ходу катализаторы H и сравнительный катализатор G состаривали в течение 200 часов. Состаривание на стенде проводили в условиях двигателя объемом 6,1 л в том же цикле в течение 200 часов при четырехрежимном цикле состаривания с пиковой температурой слоя катализаторов около 950 °С.

Значения температур T<sub>10</sub> на холостом ходу для HC и CO (T<sub>10</sub> представляет собой температуру, при которой конверсия достигает 10 %) катализатора J и сравнительного катализатора I показаны в **таблице 9**. Данные указывают на то, что катализатор J продемонстрировал значительное улучшение характеристик на холостом ходу для HC и CO. По сравнению с сравнительным катализатором I, T<sub>10</sub> по всей поверхности катализатора J была снижена приблизительно на 40 °С.

**Таблица 9: Результаты стендового испытания на состав отработавших газов на холостом ходу**

Загрязняющее вещество	T <sub>10</sub> (°C)	
	Катализатор J	Сравнительный катализатор I
HC	400	440
CO	390	433



#### Формула изобретения

1. Каталитическая композиция, содержащая компонент металла платиновой группы (PGM) и материал подложки PGM, при этом указанная каталитическая композиция содержит вплоть до 5 мас.% Sn.
2. Каталитическая композиция по п. 1, отличающаяся тем, что компонент PGM представляет собой платину, палладий, родий или их комбинацию.
3. Каталитическая композиция по п. 1 или п. 2, отличающаяся тем, что компонент PGM представляет собой платину.
4. Каталитическая композиция по п. 1 или п. 2, отличающаяся тем, что компонент PGM представляет собой платину и родий; палладий и родий; или платину, палладий и родий.
5. Каталитическая композиция по любому из предшествующих пунктов, отличающаяся тем, что материал подложки PGM представляет собой материал режима накопления кислорода (OSC), неорганический оксид или их комбинацию.
6. Каталитическая композиция по п. 5, отличающаяся тем, что материал OSC представляет собой оксид церия, смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию.
7. Каталитическая композиция по п. 5 или п. 6, отличающаяся тем, что неорганический оксид выбран из группы, состоящей из оксидов алюминия, магния, кремния, циркония, лантана, неодима, празеодима, иттрия и их смешанных оксидов или их композитных оксидов.
8. Каталитическая композиция по любому из предшествующих пунктов представляет собой тройной катализатор (TWC).
9. Каталитическое изделие для очистки выхлопного газа, содержащее:  
подложку, содержащую впускной конец, выпускной конец и имеющую осевую длину L;  
первую каталитическую область, содержащую первый компонент металла платиновой группы (PGM) и первый материал подложки PGM, при этом первая каталитическая область содержит вплоть до 5 мас.% Sn.
10. Каталитическое изделие по п. 9, отличающееся тем, что первый компонент PGM представляет собой платину, палладий, родий или их комбинацию.
11. Каталитическое изделие по п. 9 или п. 10, отличающееся тем, что первый компонент PGM представляет собой платину.
12. Каталитическое изделие по п. 9 или п. 10, отличающееся тем, что первый компонент PGM представляет собой платину и родий; палладий и родий; или платину, палладий и родий.

13. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, отличающееся тем, что первый материал подложки PGM представляет собой первый материал режима накопления кислорода (OSC), первый неорганический оксид или их комбинацию.
14. Каталитическое изделие по п. 13, отличающееся тем, что первый материал OSC представляет собой оксид церия, смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию.
15. Каталитическое изделие по п. 13 или п. 14, отличающееся тем, что первый неорганический оксид выбран из группы, состоящей из оксидов алюминия, магния, кремния, циркония, лантана, неодима, празеодима, иттрия и их смешанных оксидов или их композитных оксидов.
16. Каталитическое изделие по любому из пп. 9–15, представляющее собой трёхкомпонентный нейтрализатор выхлопных газов (TWC).
17. Каталитическое изделие по любому из пп. 9–16, дополнительно содержащее вторую каталитическую область.
18. Каталитическое изделие по п. 17, отличающееся тем, что вторая каталитическая область содержит второй компонент PGM.
19. Каталитическое изделие по п. 18, отличающееся тем, что второй компонент PGM выбран из группы, состоящей из платины, палладия, родия и их смеси.
20. Каталитическое изделие по любому из пп. 17–19, отличающееся тем, что вторая каталитическая область дополнительно содержит второй материал OSC.
21. Каталитическое изделие по п. 20, отличающееся тем, что второй материал OSC представляет собой оксид церия, оксид циркония, смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию.
22. Каталитическое изделие по любому из пп. 17–21, дополнительно содержащее второй неорганический оксид.
23. Каталитическое изделие по п. 22, отличающееся тем, что второй неорганический оксид выбран из группы, состоящей из оксидов алюминия, магния, кремния, циркония, лантана, церия, неодима, празеодима, иттрия и их смешанных оксидов или их композитных оксидов.
24. Каталитическое изделие по любому из пп. 20–23, отличающееся тем, что вторая каталитическая область содержит вплоть до 5 мас.% Sn.
25. Каталитическое изделие по любому из пп. 9–24, отличающееся тем, что первая каталитическая область простирается на осевую длину L.
26. Каталитическое изделие по любому из пп. 17–25, отличающееся тем, что вторая каталитическая область простирается на осевую длину L.

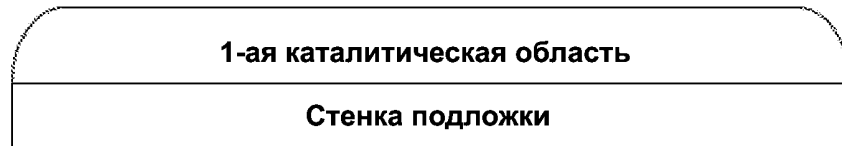
27. Каталитическое изделие по п. 25 или 26, отличающееся тем, что первую каталитическую область наносят/осаждают непосредственно на подложку.
28. Каталитическое изделие по п. 25 или 26, отличающееся тем, что вторую каталитическую область наносят/осаждают непосредственно на подложку.
29. Каталитическое изделие по любому из пп. 9–24, отличающееся тем, что первая каталитическая область простирается менее чем на осевую длину L.
30. Каталитическое изделие по любому из пп. 17–25, отличающееся тем, что вторая каталитическая область простирается менее чем на осевую длину L.
31. Каталитическое изделие по п. 29 или 30, отличающееся тем, что первую каталитическую область наносят/осаждают непосредственно на подложку.
32. Каталитическое изделие по п. 29 или 30, отличающееся тем, что вторую каталитическую область наносят/осаждают непосредственно на подложку.
33. Каталитическое изделие по любому из пп. 9–32, дополнительно содержащее третью каталитическую область.
34. Каталитическое изделие по п. 33, отличающееся тем, что третья каталитическая область содержит третий компонент PGM.
35. Каталитическое изделие по п. 34, отличающееся тем, что третий компонент PGM выбран из группы, состоящей из платины, палладия, родия и их смеси.
36. Каталитическое изделие по любому из пп. 33–35, отличающееся тем, что третья каталитическая область дополнительно содержит третий материал OSC.
37. Каталитическое изделие по п. 36, отличающееся тем, что третий материал OSC представляет собой оксид церия, оксид циркония, смешанный оксид церия-циркония, смешанный оксид алюминия-церия-циркония или их комбинацию.
38. Каталитическое изделие по п. 36 или 37, отличающееся тем, что третья каталитическая область содержит вплоть до 5 мас.% Sn.
39. Каталитическое изделие по любому из пп. 33–38, дополнительно содержащее третий неорганический оксид.
40. Каталитическое изделие по п. 39, отличающееся тем, что третий неорганический оксид выбран из группы, состоящей из оксидов алюминия, магния, кремния, циркония, лантана, церия, неодима, празеодима, иттрия и их смешанных оксидов или их композитных оксидов.
41. Каталитическое изделие по любому из пп. 33–40, отличающееся тем, что третья каталитическая область простирается на осевую длину L.

42. Каталитическое изделие по любому из пп. 33–40, отличающееся тем, что третья каталитическая область простирается менее чем на осевую длину  $L$ .

ФИГ. 1

Впускное отверстие

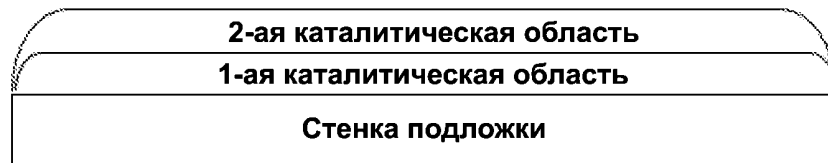
Выпускное отверстие



ФИГ. 2а

Впускное отверстие

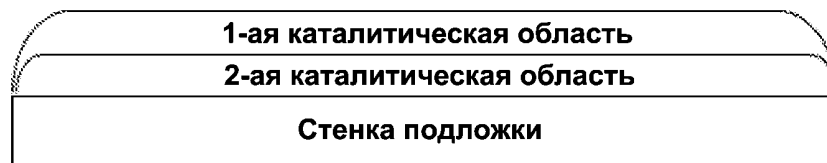
Выпускное отверстие



ФИГ. 2б

Впускное отверстие

Выпускное отверстие



**ФИГ. 3а**

**Впускное отверстие**                      **Выпускное отверстие**



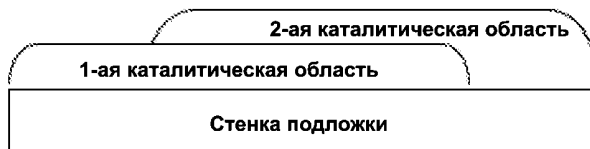
**ФИГ. 3б**

**Впускное отверстие**                      **Выпускное отверстие**



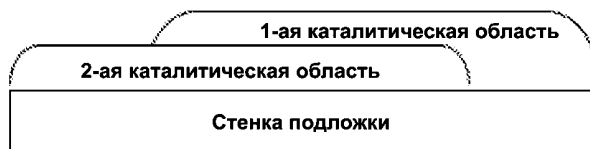
**ФИГ. 3с**

**Впускное отверстие**                      **Выпускное отверстие**



**ФИГ. 3д**

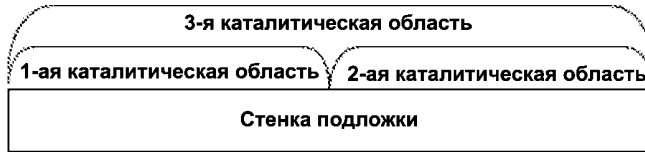
**Впускное отверстие**                      **Выпускное отверстие**



ФИГ. 4а

Впускное отверстие

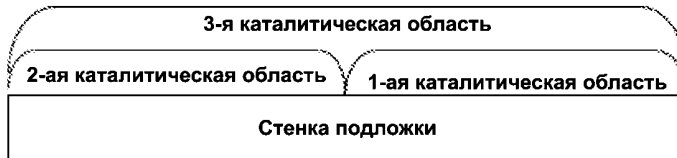
Выпускное отверстие



ФИГ. 4б

Впускное отверстие

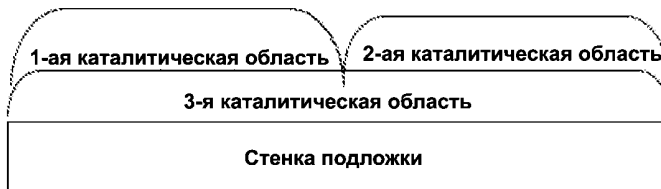
Выпускное отверстие



ФИГ. 4с

Впускное отверстие

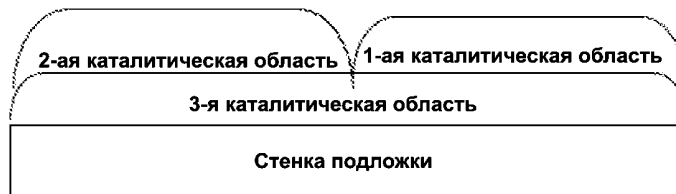
Выпускное отверстие



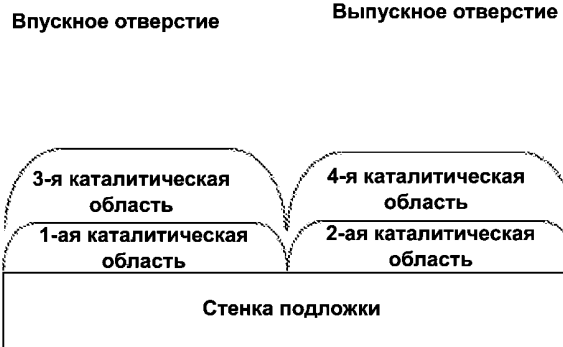
ФИГ. 4д

Впускное отверстие

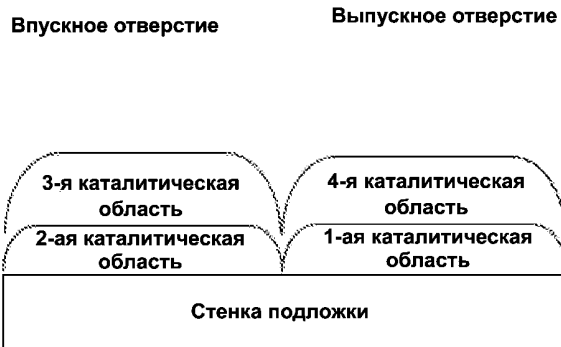
Выпускное отверстие



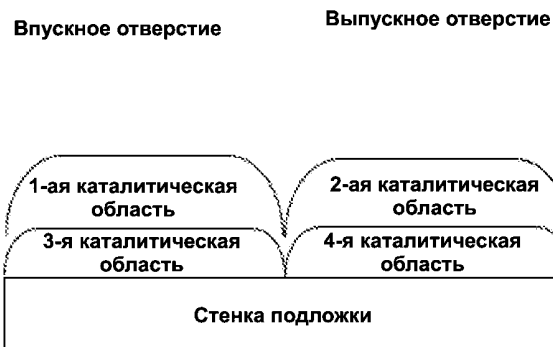
ФИГ. 5а



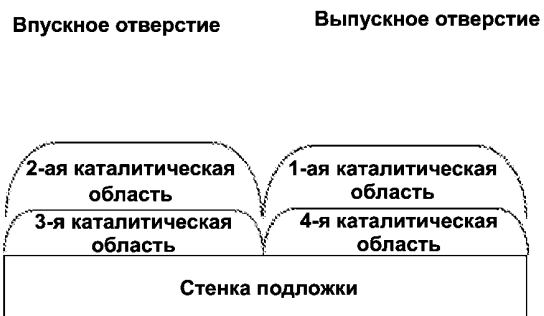
ФИГ. 5б



ФИГ. 5с

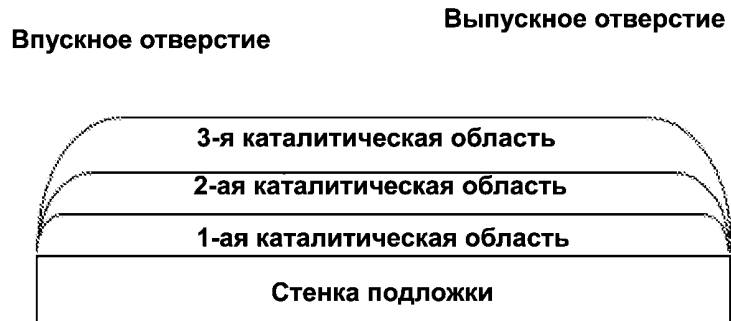


ФИГ. 5d

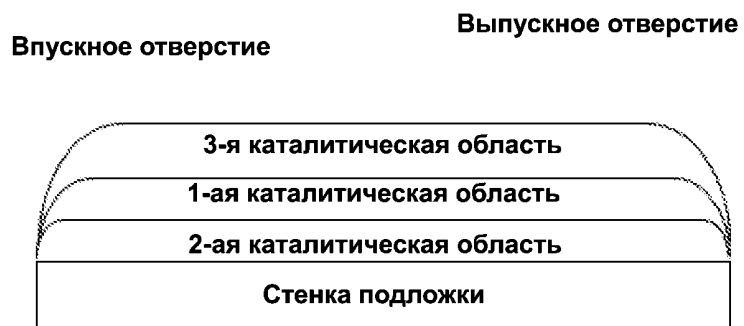




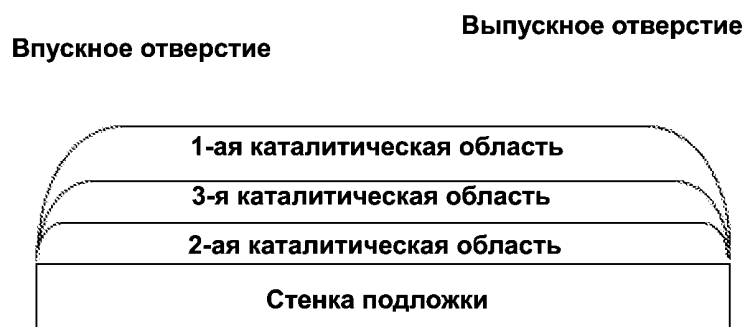
**ФИГ. 6а**



**ФИГ. 6б**



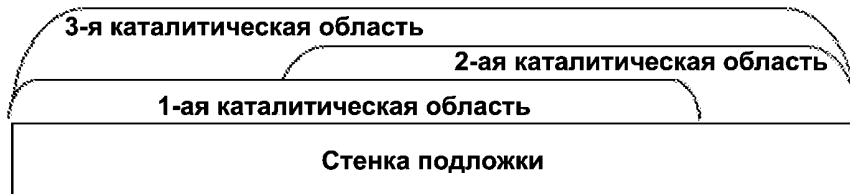
**ФИГ. 6с**



ФИГ. 7а

Впускное отверстие

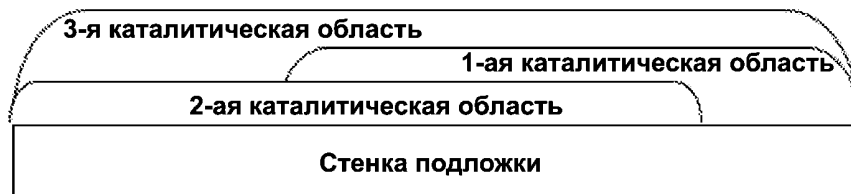
Выпускное отверстие



ФИГ. 7б

Впускное отверстие

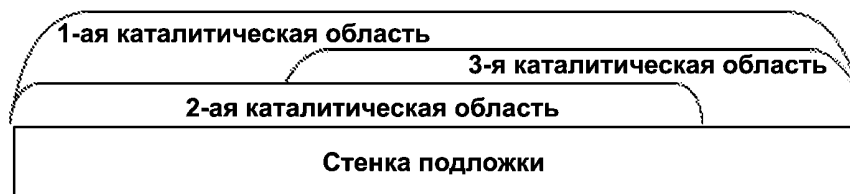
Выпускное отверстие



ФИГ. 7с

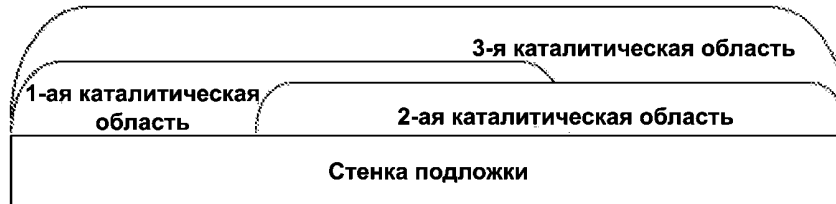
Впускное отверстие

Выпускное отверстие



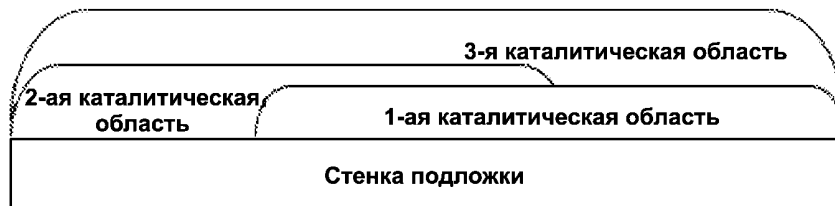
ФИГ. 7d

Впускное отверстие Выпускное отверстие



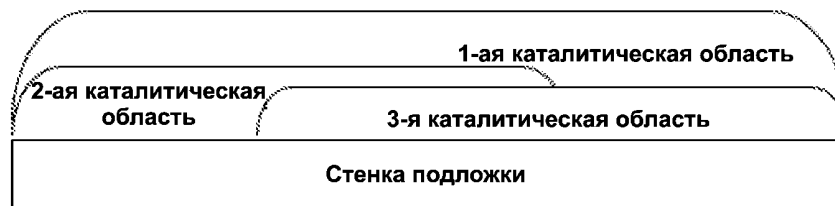
ФИГ. 7e

Впускное отверстие Выпускное отверстие



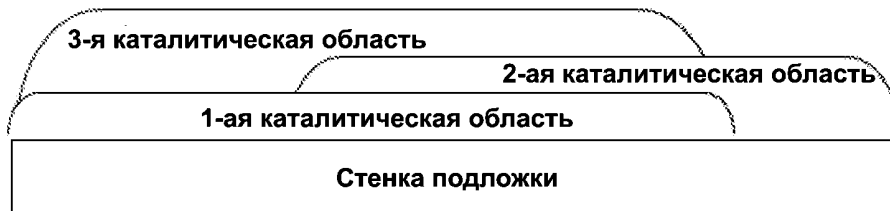
ФИГ. 7f

Впускное отверстие Выпускное отверстие



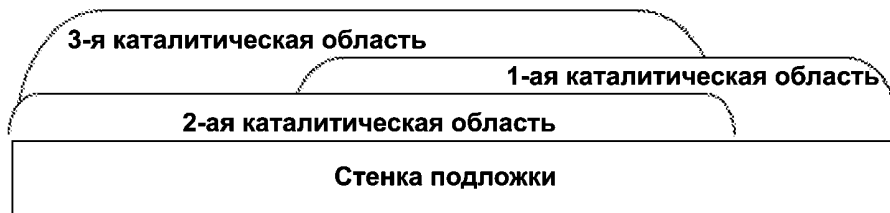
ФИГ. 7g

Впускное отверстие Выпускное отверстие



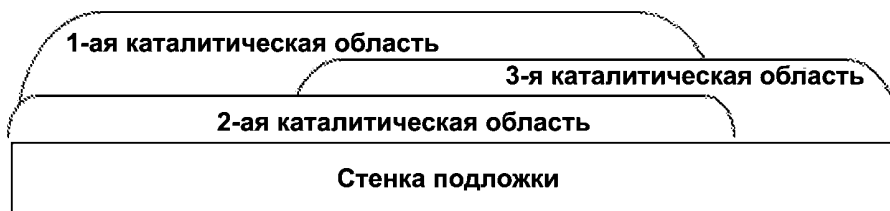
ФИГ. 7h

Впускное отверстие Выпускное отверстие

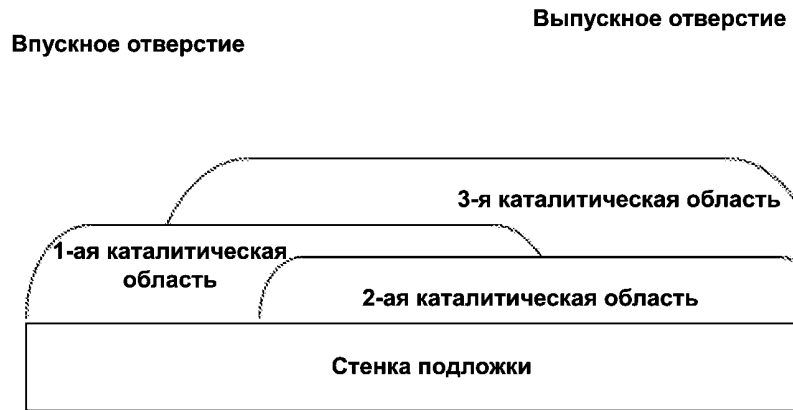


ФИГ. 7i

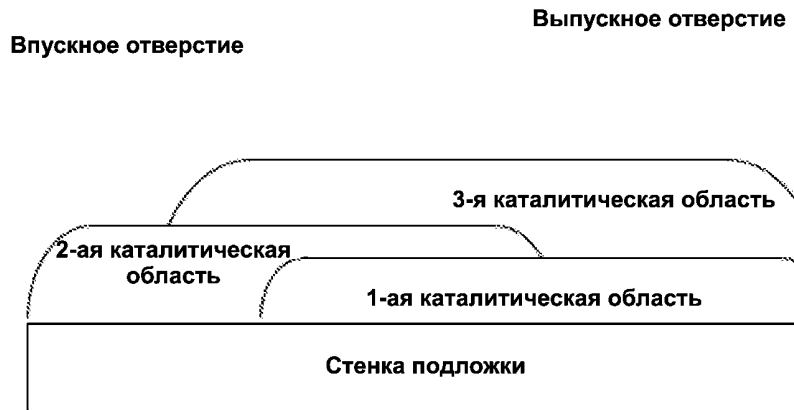
Впускное отверстие Выпускное отверстие



ФИГ. 7j



ФИГ. 7k



ФИГ. 7l

