

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(21) **202291117** (13) **A1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки
2022.09.23

(51) Int. Cl. *F01N 13/16* (2010.01)
F01N 3/021 (2006.01)

(22) Дата подачи заявки
2021.01.07

**(54) НОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ ТВС С НЕСКОЛЬКИМИ ОБЛАСТЯМИ ДЛЯ ОЧИСТКИ
ОТРАБОТАВШЕГО ГАЗА БЕНЗИНОВОГО ДВИГАТЕЛЯ**

(31) **62/957,848**

(32) **2020.01.07**

(33) **US**

(86) **PCT/GB2021/050031**

(87) **WO 2021/140326 2021.07.15**

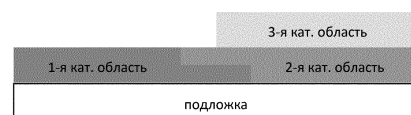
(71) Заявитель:
**ДЖОНСОН МЭТТЕЙ ПАБЛИК
ЛИМИТЕД КОМПАНИ (GB)**

(72) Изобретатель:
Кадоно Такеши, Таникава Кенжи (JP)

(74) Представитель:
Гизатуллин Ш.Ф. (RU)

(57) Каталитическое изделие для очистки отработавшего газа, содержащее первую каталитическую область, начинающуюся у впускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L , при этом первая каталитическая область содержит первый палладиевый компонент и первый материал режима накопления кислорода (OSC), содержащий церий; вторую каталитическую область, начинающуюся у выпускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L , при этом вторая каталитическая область содержит второй палладиевый компонент и второй материал OSC, содержащий церий; третью каталитическую область, начинающуюся у выпускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L , причем третья каталитическая область содержит третий родиевый компонент и третий материал OSC, содержащий церий; причем по меньшей мере часть первой каталитической области не покрыта второй каталитической областью и/или третьей каталитической областью; и причем (a) количество церия в первой каталитической области составляет менее 50% от общего количества церия в первой, второй и третьей каталитических областях; или (b) нагрузка церия в первой каталитической области составляет менее 50% от суммы нагрузки церия в первой, второй и третьей каталитических областях.

Впускное отверстие



202291117

A1

A1

202291117

НОВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ TWC С НЕСКОЛЬКИМИ ОБЛАСТЯМИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ОТРАБОТАВШЕГО 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_x»). 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_x.

В большинстве каталитических нейтрализаторов катализатор TWC наносят на подложку с высокой площадью поверхности, способную выдерживать высокие температуры, например на проточные монолитные подложки с сотовой структурой. При большей площади поверхности таких подложек желаемые гетерогенные реакции эффективнее, и возможно также повышение противодавления на выпуске, т. е. ограничение потока отработавшего газа из двигателя в выхлопную трубу. Несмотря на успехи в технологии TWC, остается потребность в улучшенных каталитических нейтрализаторах для некоторых платформ двигателя, которые одновременно улучшают производительность на стадии холодного запуска и/или обеспечивают лучший состав отработавших газов на холостом ходу. Настоящее изобретение, помимо прочего, решает эти задачи.

ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Один аспект настоящего описания относится к катализатору для очистки отработавшего газа бензинового двигателя, содержащему: первую каталитическую область, начинающуюся у впускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L, при этом первая каталитическая область содержит первый палладиевый компонент и первый материал режима накопления кислорода (OSC), содержащий церий; вторую каталитическую область, начинающуюся у выпускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L, при этом вторая каталитическая область содержит второй палладиевый компонент и второй материал OSC, содержащий церий; третью каталитическую область, начинающуюся у выпускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L, причем третья каталитическая область содержит третий родиевый компонент и третий материал OSC, содержащий церий; причем по меньшей мере часть первой каталитической области не покрыта второй каталитической областью и/или третьей каталитической областью; и причем (а) количество церия в первой каталитической области составляет менее 50% от общего количества церия в первой, второй и третьей каталитических

областях; или (b) нагрузка церия в первой каталитической области составляет менее 50% от суммы нагрузки церия в первой, второй и третьей каталитических областях.

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. 1a** показана первая конфигурация, в которой первая каталитическая область проходит от впускного конца, вторая каталитическая область проходит от выпускного конца и частично покрывает первую каталитическую область, а третья каталитическая область проходит от выпускного конца и частично покрывает первую каталитическую область.

На **ФИГ. 1b** показано изменение **ФИГ. 1a**.

На **ФИГ. 2a** представлена вторая конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выпускного конца, первая каталитическая область проходит от впускного конца, а третья каталитическая область проходит от выпускного конца и покрывает первую каталитическую область.

На **ФИГ. 2b** показано изменение **ФИГ. 2a**.

На **ФИГ. 3a** показана третья конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выходного конца; третья каталитическая область проходит от выходного конца; и первая каталитическая область проходит от впускного конца, частично покрывая третью каталитическую область.

На **ФИГ. 3b** показано изменение **ФИГ. 3a**.

На **ФИГ. 4a** показана четвертая конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выпускного конца, третья каталитическая область проходит от выпускного конца и частично покрывает вторую каталитическую область, а первая каталитическая область проходит от впускного конца, частично покрывая третью каталитическую область.

На **ФИГ. 4b** показано изменение **ФИГ. 4a**.

На **ФИГ. 5a** показана пятая конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выпускного конца, третья каталитическая область проходит от выпускного конца и покрывает вторую каталитическую область, а первая каталитическая область проходит от впускного конца, частично покрывая третью каталитическую область.

На **ФИГ. 5b** показано изменение **ФИГ. 5a**.

На **ФИГ. 6a** показана шестая конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выпускного конца, третья каталитическая область проходит от выпускного конца и частично покрывает вторую каталитическую область, а первая каталитическая область проходит от впускного конца.

На **ФИГ. 6b** показано изменение **ФИГ. 6a**.

На **ФИГ. 7a** показана седьмая конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выпускного конца, третья каталитическая область проходит от выпускного конца и покрывает вторую каталитическую область, а первая каталитическая область проходит от впускного конца. Подложка предпочтительно представляет собой проточный монолит.

На **ФИГ. 7b** показано изменение **ФИГ. 7a**.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Настоящее изобретение относится к каталитической очистке отработавшего газа сгорания, например производимого бензиновым и другими двигателями, а также к соответствующим катализаторам и системам. В частности, изобретение относится к одновременному удалению NO_x , CO и HC из автомобильной выпускной системы. Авторы изобретения обнаружили синергическую зависимость между определенными каталитически активными металлами и способами их нанесения, благодаря чему неожиданно получается высокая степень конверсии NO_x , CO и HC; улучшаются характеристики на стадии холодного запуска; и обеспечивается лучший состав отработавших газов на холостом ходу; и обеспечивает низкое противодавление. За счет способов настоящего изобретения также снижаются затраты на катализатор.

Один аспект настоящего описания относится к катализатору для очистки отработавшего газа бензинового двигателя, содержащему: первую каталитическую область, начинающуюся у впускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L, при этом первая каталитическая область содержит первый палладиевый компонент и первый материал режима накопления кислорода (OSC), содержащий церий; вторую каталитическую область, начинающуюся у выпускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L, при этом вторая каталитическая область содержит второй палладиевый компонент и второй материал OSC, содержащий церий; третью каталитическую область, начинающуюся у выпускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L, причем третья каталитическая область содержит третий родиевый компонент и третий материал OSC, содержащий церий; причем по меньшей мере часть первой каталитической области не покрыта второй каталитической областью и/или третьей каталитической областью; и причем (a) количество церия в первой каталитической области составляет менее 50% от общего количества церия в первой, второй и третьей каталитических областях; или (b) нагрузка церия в первой каталитической области составляет менее 50% от суммы нагрузки церия в первой, второй и третьей каталитических областях.

Авторы изобретения обнаружили, что в данных катализаторах, нанесенных указанным образом, обеспечена лучшая каталитическая эффективность, которой нет при использовании катализатора по отдельности или при традиционных способах нанесения. Среди неожиданных преимуществ настоящего

изобретения лучший состав отработавших газов на холостом ходу (на стадии холодного запуска двигателя), значительное снижение выбросов загрязняющих веществ в отработавшем газе и, таким образом, более легкое достижение целевых показателей выбросов по сравнению с обычными катализаторами TWC в аналогичной концентрации (например, с аналогичной нагрузкой на покрытие из пористого оксида). Благодаря этим преимуществам возрастает количество благородных металлов, применяемых в катализаторах, и снижаются затраты.

Первая каталитическая область

Первая каталитическая область может проходить на 1–50 процентов осевой длины L. Первая каталитическая область может предпочтительно проходить на 10–40 процентов, более предпочтительно на 25–35 процентов осевой длины L.

Первый слой катализатора может содержать металлы PGM, отличные от первого палладиевого компонента, такие как платина и/или родий. Первая каталитическая область может дополнительно содержать первый родиевый компонент.

Первая каталитическая область может содержать 0,1–300 г/фут³ первого палладиевого или родий-палладиевого компонента. Первая каталитическая область может предпочтительно содержать 50–250 г/фут³ первого палладиевого или родий-палладиевого компонента, более предпочтительно 100–220 г/фут³ первого палладиевого или родий-палладиевого компонента, причем массовое соотношение родия и палладия может составлять от 60 : 1 до 1 : 60, предпочтительно от 30 : 1 до 1 : 30, более предпочтительно от 10 : 1 до 1 : 10.

Общая нагрузка покрытия из пористого оксида первой каталитической области может быть меньше 3,5 г/дюйм³, предпочтительно менее 3,0 г/дюйм³, 2,5 г/дюйм³ или 1,5 г/дюйм³.

Количество церия в первой каталитической области может составлять не более 40%, 30%, 20% или даже 15% от общего количества церия в первой, второй и третьей каталитических областях; в альтернативном или дополнительном варианте осуществления нагрузка церия в первой каталитической области может составлять не более 40%, 30% или даже 25% от суммы нагрузки церия в первой, второй и третьей каталитических областях.

Первый материал OSC предпочтительно выбран из группы, состоящей из оксида церия, смешанного оксида церия-циркония и смешанного оксида алюминия-церия-циркония. Первый материал OSC более предпочтительно содержит смешанный оксид церия-циркония. Смешанный оксид церия-циркония может дополнительно содержать некоторые легирующие добавки, такие как лантан, неодим, празеодим, оксиды иттрия, и т. д. Кроме того, первый материал OSC может функционировать в качестве материала-носителя для первого палладиевого компонента.

Первая каталитическая область может дополнительно содержать первый компонент, представляющий собой щелочной или щелочноземельный металл, и/или первый неорганический оксид.

Первый палладиевый компонент может быть нанесен как на первый неорганический оксид, так и на первый материал OSC.

Смешанный оксид церия-циркония может иметь молярное соотношение циркония и церия по меньшей мере 50 : 50, предпочтительно более 60 : 40, более предпочтительно более 75 : 25.

Первый материал OSC (например, смешанный оксид церия-циркония) может составлять 10–90 мас.%, предпочтительно 25–75 мас.%, более предпочтительно 30–60 мас.% в расчете на общую нагрузку покрытия из пористого оксида первой каталитической области.

Нагрузка первого материала OSC в первой каталитической области может составлять менее 1,5 г/дюйм³. В некоторых вариантах осуществления нагрузка первого материала OSC в первой каталитической области составляет не более 1,2 г/дюйм³, 1,0 г/дюйм³, 0,9 г/дюйм³, 0,8 г/дюйм³ или 0,7 г/дюйм³.

В некоторых вариантах осуществления на первый материал OSC может быть осажден щелочной или щелочноземельный металл. В альтернативном или дополнительном варианте осуществления первый щелочной или щелочноземельный металл может быть осажден на первый неорганический оксид. Т. е. в некоторых вариантах осуществления первый щелочной или щелочноземельный металл может быть осажден и на первый материал OSC, и на первый неорганический оксид, т. е. может присутствовать на обоих материалах.

Первый щелочной или щелочноземельный металл, как правило, находится в контакте с первым неорганическим оксидом. Первый щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно наносят на первый неорганический оксид. В альтернативном варианте осуществления первый щелочной или щелочноземельный металл может контактировать с первым материалом OSC.

Первый щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой барий или стронций и их смешанные оксиды или композитные оксиды. Барий или стронций (в случае применения) предпочтительно используют в количестве 0,1–15 мас.% и более предпочтительно 3–10 мас.% бария или стронция в расчете на общую массу первой каталитической области.

Первый щелочной или щелочноземельный металл еще более предпочтительно представляет собой стронций. Стронций (в случае применения) предпочтительно используют в количестве 0,1–15 мас.% и более предпочтительно 3–10 мас.% в расчете на общую массу первой каталитической области.

Первый щелочной или щелочноземельный металл также предпочтительно представляет собой смешанные оксиды или композитный оксид бария и стронция. Смешанные оксиды или композитный оксид бария и стронция предпочтительно присутствует в количестве 0,1–15 мас.% и более предпочтительно 3–10 мас.% в расчете на общую массу первой каталитической области. Первый 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 влагоемкости или сушки распылением.

Первый неорганический оксид предпочтительно представляет собой оксид элементов групп 2, 3, 4, 5, 13 и 14. Первый неорганический оксид предпочтительно выбирают из группы, состоящей из оксидов алюминия, магния, кремния, церия, бария и их смешанных оксидов или композитных оксидов. Первый неорганический оксид особенно предпочтительно представляет собой оксид алюминия, оксид лантана-алюминия, оксид церия или композитный оксид магния/алюминия. Один особенно предпочтительный первый неорганический оксид представляет собой оксид алюминия или композитные оксиды 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.

Вторая каталитическая область

Вторая каталитическая область может по существу не содержать металлов PGM, отличных от второго палладиевого компонента.

Вторая каталитическая область может проходить на 50–90 процентов осевой длины L. Вторая каталитическая область может предпочтительно проходить на 55–85 процентов, более предпочтительно на 60–80 процентов осевой длины L.

Вторая каталитическая область может содержать металлы PGM, отличные от второго палладиевого компонента, такие как платина и/или родий. Вторая каталитическая область может содержать 0,1–100 г/фут³ второго палладиевого или платино-палладиевого компонента. Вторая каталитическая область может предпочтительно содержать 5–60 г/фут³, более предпочтительно 10–50 г/фут³ второго палладиевого или платино-палладиевого компонента, причем массовое соотношение платины и палладия может составлять от 60 : 1 до 1 : 60, предпочтительно от 30 : 1 до 1 : 30, более предпочтительно от 10 : 1 до 1 : 10.

Второй материал OSC предпочтительно выбран из группы, состоящей из оксида церия, смешанного оксида церия-циркония и смешанного оксида алюминия-церия-циркония. Второй материал OSC более предпочтительно содержит смешанный оксид церия-циркония. 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 палладиевого компонента.

Вторая каталитическая область может дополнительно содержать второй компонент, представляющий собой щелочной или щелочноземельный металл, и/или второй неорганический оксид.

Второй палладиевый или платино-палладиевый компонент можно наносить как на второй неорганический оксид, так и на второй материал OSC.

Смешанный оксид церия-циркония может иметь молярное соотношение циркония и церия по меньшей мере 50 : 50, предпочтительно более 60 : 40, более предпочтительно более 75 : 25.

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

Нагрузка второго материала OSC во второй каталитической области может составлять менее 1,5 г/дюйм³. В некоторых вариантах осуществления нагрузка второго материала OSC во второй каталитической области составляет не более 1,2 г/дюйм³, 1,0 г/дюйм³, 0,9 г/дюйм³, 0,8 г/дюйм³ или 0,7 г/дюйм³.

Общая нагрузка покрытия из пористого оксида второй каталитической области может быть меньше 3,5 г/дюйм³, предпочтительно меньше 3,0 г/дюйм³, 2,5 г/дюйм³ или 1,5 г/дюйм³.

В некоторых вариантах осуществления на второй материал OSC может быть осажден второй щелочной или щелочноземельный металл. В альтернативном или дополнительном варианте осуществления второй щелочной или щелочноземельный металл может быть осажден на второй неорганический оксид. Т. е. в некоторых вариантах осуществления второй щелочной или щелочноземельный металл может быть осажден и на второй материал OSC, и на второй неорганический оксид, т. е. может присутствовать на обоих материалах.

Второй щелочной или щелочноземельный металл, как правило, находится в контакте со вторым неорганическим оксидом. Второй щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно наносят на второй неорганический оксид. В дополнительном или в альтернативном варианте осуществления второй щелочной или щелочноземельный металл может находиться в контакте не со вторым неорганическим оксидом, а со вторым материалом OSC.

Второй щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой барий, стронций, их смешанные оксиды или композитные оксиды. Барий или стронций (в случае применения) предпочтительно содержатся в количестве 0,1–15 мас.% и более предпочтительно 3–10 мас.% бария или стронция в расчете на общую массу второй каталитической области.

Второй щелочной или щелочноземельный металл еще более предпочтительно представляет собой стронций. Стронций (в случае применения) предпочтительно используют в количестве 0,1–15 мас.% и более предпочтительно 3–10 мас.% в расчете на общую массу второй каталитической области.

Второй щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой смешанные оксиды или композитный оксид бария и стронция. Смешанные оксиды или композитный оксид бария и стронция более предпочтительно присутствует в количестве 0,1–15 мас.% и более предпочтительно 3–10 мас.% в расчете 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_3 или SrCO_3 . Такой материал может быть получен любым способом, известным в данной области, например путем пропитки по влагеомкости 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, оксидов церия, бария и их смешанных оксидов или композитных оксидов. Второй неорганический оксид особенно предпочтительно представляет собой оксид алюминия, оксид лантана-алюминия, оксид церия или композитный оксид магния/алюминия. Один особенно предпочтительный второй неорганический оксид представляет собой оксид алюминия или композитный 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 неорганический оксид могут иметь массовое соотношение от 10 : 1 до 1 : 10, предпочтительно от 8 : 1 до 1 : 8, 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.

Третья каталитическая область

Третья каталитическая область может проходить на 50–99 процентов осевой длины L. Третья каталитическая область может предпочтительно проходить на 50–95 процентов, более предпочтительно на 60–95 процентов осевой длины L.

Третья каталитическая область может по существу не содержать металлов PGM, отличных от третьего родиевого компонента.

Третья каталитическая область может содержать 0,1–20 г/фут³ третьего родиевого или платино-родиевого компонента. В некоторых вариантах осуществления третья каталитическая область может содержать 3–15 г/фут³ или 5–13 г/фут³ третьего родиевого или платино-родиевого компонента, причем массовое соотношение платины и родия может составлять от 20 : 1 до 1 : 20, от 15 : 1 до 1 : 15 или от 10 : 1 до 1 : 10.

Общая нагрузка покрытия из пористого оксида на вторую каталитическую область может составлять менее 3,5 г/дюйм³; предпочтительно менее 3,0 г/фут³ или 2 г/фут³; более предпочтительно менее 1,5 г/фут³ или 1,0 г/фут³.

Третий материал OSC предпочтительно выбран из группы, состоящей из оксида церия, смешанного оксида церия-циркония и смешанного оксида алюминия-церия-циркония. Третий материал OSC предпочтительно содержит смешанный оксид церия-циркония с одной или более легирующими добавками из числа лантана, неодима, иттрия, празеодима и *т. п.* Кроме того, третий материал OSC может выступать в качестве материала-носителя для третьего родиевого компонента.

Третья каталитическая область может дополнительно содержать третий компонент, представляющий собой щелочной или щелочноземельный металл, и/или третий неорганический оксид.

Смешанный оксид церия-циркония может иметь молярное соотношение циркония и церия по меньшей мере 50 : 50; предпочтительно более 60 : 40; и более предпочтительно более 80 : 20.

Третий материал OSC может составлять 10–90 мас.%; предпочтительно 25–75 мас.%; более предпочтительно 35–65 мас.%; в расчете на общую нагрузку покрытия из пористого оксида на третью каталитическую область.

Нагрузка третьего материала OSC в третьей каталитической области может составлять менее 2 г/дюйм³. В некоторых вариантах осуществления нагрузка материала OSC в третьей каталитической области составляет не более 1,5 г/дюйм³, 1,2 г/дюйм³, 1,0 г/дюйм³ или 0,5 г/дюйм³.

В некоторых вариантах осуществления нагрузка церия во второй каталитической области больше нагрузки церия в третьей каталитической области. В дополнительных вариантах осуществления соотношение нагрузки церия во второй каталитической области к нагрузке церия в третьей каталитической области может составлять по меньшей мере 3 : 2 или 2 : 1.

Третья каталитическая область может по существу не содержать третий щелочной или щелочноземельный металл. Термин «по существу не содержит» означает, что указанный материал может преднамеренно или непреднамеренно присутствовать в указанном слое в небольших количествах. Например, щелочной или щелочноземельный металл может присутствовать в первой и/или второй каталитических областях, а некоторые из щелочных или щелочноземельных металлов могут мигрировать/вытекать в третью каталитическую область непреднамеренно во время процессов нанесения покрытия.

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, церия, магния, кремния, лантана, циркония, неодима, празеодима и их смешанных оксидов или их композитных оксидов. Третий неорганический оксид особенно предпочтительно представляет собой оксид алюминия, композитный оксид лантана/алюминия или композитный оксид циркония/алюминия. Один особенно предпочтительный третий неорганический оксид представляет собой композитный оксид лантана/алюминия или композитный оксид циркония/алюминия. Третий неорганический оксид может представлять собой материал-носитель для третьего родиевого компонента и/или для третьих материалов OSC.

Предпочтительными являются третьи неорганические оксиды, предпочтительно имеющие площадь свежей поверхности более $80 \text{ м}^2/\text{г}$, объемы пор в диапазоне от 0,1 до 4 мл/г. Особенно предпочтительными являются неорганические оксиды с высокой площадью поверхности, имеющие площадь поверхности более $100 \text{ м}^2/\text{г}$, например, оксид алюминия с высокой площадью поверхности. Другие предпочтительные третьи неорганические оксиды включают в себя композитные оксиды лантана/алюминия, необязательно дополнительно содержащие какой-либо цирконий-содержащий компонент, например оксид циркония. В таких случаях цирконий может присутствовать на поверхности композитного оксида лантана/алюминия, например, в виде покрытия.

Третий материал OSC и третий неорганический оксид могут иметь массовое соотношение по меньшей мере 1 : 1, предпочтительно по меньшей мере 2 : 1, более предпочтительно по меньшей мере 3 : 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.

В некоторых вариантах осуществления первый палладиевый компонент и второй палладиевый компонент имеют массовое соотношение от 50 : 1 до 1 : 50. В дополнительных вариантах осуществления первый палладиевый компонент и второй палладиевый компонент имеют массовое соотношение от 30 : 1 до 1 : 30. В другом дополнительном варианте осуществления первый палладиевый компонент и второй палладиевый компонент имеют массовое соотношение от 10 : 1 до 1 : 10. В еще одном другом дополнительном варианте осуществления первый палладиевый компонент и второй палладиевый компонент имеют массовое соотношение от 7 : 1 до 1 : 7.

Первый палладиевый компонент и второй палладиевый компонент предпочтительно имеют массовое соотношение более 1 : 1, более предпочтительно по меньшей мере 3 : 2, 2 : 1 или 3 : 1; еще более предпочтительнее, по меньшей мере 4 : 1, 5 : 1, 6 : 1 или 7 : 1.

В некоторых вариантах осуществления третий родиевый компонент и первый палладиевый компонент имеют массовое соотношение от 60 : 1 до 1 : 60. Третий родиевый компонент и первый палладиевый компонент предпочтительно имеют массовое соотношение от 40 : 1 до 1 : 40. Третий родиевый компонент и первый палладиевый компонент более предпочтительно имеют массовое соотношение от 30 : 1 до 1 : 30. Третий родиевый компонент и первый палладиевый компонент наиболее предпочтительно имеют массовое соотношение от 10 : 1 до 1 : 10.

В некоторых вариантах осуществления общая нагрузка покрытия из пористого оксида в первой каталитической области может составлять менее 50% от суммы общей нагрузки покрытия из пористого оксида в первой, второй и третьей каталитических областях. В дополнительных вариантах осуществления общая нагрузка покрытия из пористого оксида в первой каталитической области может составлять не более 40% или 30% от суммы общей нагрузки покрытия из пористого оксида в первой, второй и третьей каталитических областях. В еще одном дополнительном варианте осуществления общая нагрузка покрытия

из пористого оксида в первой каталитической области может составлять не более 25% от суммы общей нагрузки покрытия из пористого оксида в первой, второй и третьей каталитических областях.

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.

Конфигурации первой, второй и третьей каталитических областей

Вторая каталитическая область может перекрываться с первой каталитической областью на 1–15 процентов осевой длины L (например, см. **ФИГ. 1a**, **ФИГ. 2a**, **ФИГ. 3b**, **ФИГ. 4b** и **ФИГ. 5b**; первая каталитическая область может перекрывать вторую каталитическую область, или вторая каталитическая область может перекрывать первую каталитическую область). В альтернативном варианте осуществления общая длина второй каталитической области и первой каталитической области может равняться осевой длине L. 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 (например, см. **ФИГ. 6a**, **6b**, **7a** и **7b**).

В одном аспекте изобретения могут быть получены различные конфигурации каталитических изделий, содержащих первую, вторую и третью каталитические области, как показано ниже.

На **ФИГ. 1a** показана первая конфигурация, в которой первая каталитическая область проходит от выпускного конца, вторая каталитическая область проходит от выпускного конца и частично покрывает первую каталитическую область, а третья каталитическая область проходит от выпускного конца и частично покрывает первую каталитическую область.

В первой конфигурации предпочтительно первая каталитическая зона может проходить на 5–50 процентов или 10–50 процентов осевой длины L; более предпочтительно 20–50 процентов осевой длины L; и еще более предпочтительно 25–40 процентов осевой длины L.

Вторая и третья каталитическая области независимо могут проходить на 30–95 процентов или 40–90 процентов осевой длины L; более предпочтительно 50–85 процентов осевой длины L; и еще более предпочтительно 65–80 процентов осевой длины L. В некоторых вариантах осуществления перекрытие между первой и второй каталитическими областями может составлять по меньшей мере 5 %, 10 % или 15 % от осевой длины L. В некоторых вариантах осуществления перекрытие между второй и третьей каталитическими областями может составлять по меньшей мере 5 %, 10 % или 15 % осевой длины L.

На **ФИГ. 1b** показано изменение первой конфигурации, где 2-ая каталитическая область перекрывает 3-ю каталитическую область.

На **ФИГ. 2a** представлена вторая конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выпускного конца, первая каталитическая область проходит от впускного конца, а третья каталитическая область проходит от выпускного конца и покрывает первую каталитическую область.

На **ФИГ. 2b** показано изменение второй конфигурации, где 2-ая каталитическая область перекрывает 3-ю каталитическую область.

На **ФИГ. 3a** показана третья конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выходного конца; третья каталитическая область проходит от выходного конца; и первая каталитическая область проходит от впускного конца, частично покрывая третью каталитическую область.

На **ФИГ. 3b** показано изменение третьей конфигурации, где 2-ая каталитическая область перекрывает 3-ю каталитическую область.

На **ФИГ. 4a** показана четвертая конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выпускного конца, третья каталитическая область проходит от выпускного конца и частично покрывает вторую каталитическую область, а первая каталитическая область проходит от впускного конца, частично покрывая третью каталитическую область.

На **ФИГ. 4b** показано изменение четвертой конфигурации, где 2-ая каталитическая область перекрывает 3-ю каталитическую область.

На **ФИГ. 5a** показана пятая конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выпускного конца, третья каталитическая область проходит от выпускного конца и покрывает вторую каталитическую область, а первая каталитическая область проходит от впускного конца, частично покрывая третью каталитическую область.

На **ФИГ. 5b** показано изменение пятой конфигурации, где 2-ая каталитическая область перекрывает 3-ю каталитическую область.

На **ФИГ. 6a** показана шестая конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выпускного конца, третья каталитическая область проходит от выпускного конца и частично покрывает вторую каталитическую область, а первая каталитическая область проходит от впускного конца.

На **ФИГ. 6b** показано изменение шестой конфигурации, где 2-ая каталитическая область перекрывает 3-ю каталитическую область.

На **ФИГ. 7a** показана седьмая конфигурация, в которой вторая каталитическая область проходит от выпускного конца, третья каталитическая область проходит от выпускного конца и покрывает вторую каталитическую область, а первая каталитическая область проходит от впускного конца. Подложка предпочтительно представляет собой проточный монолит.

На **ФИГ. 7b** показано изменение седьмой конфигурации, где 2-ая каталитическая область перекрывает 3-ю каталитическую область.

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.

В некоторых вариантах осуществления первая каталитическая область может быть нанесена непосредственно на подложку или находиться на ней (*например, см. ФИГ. 1a–7b*). В некоторых вариантах осуществления вторая каталитическая область может быть нанесена непосредственно на подложку или находиться на ней (*например, см. ФИГ. 1a, 2a, 3a, 4a, 5a, 6a и 7a*). В других вариантах осуществления третью каталитическую область наносят/осаждают непосредственно на подложку (*например, см. ФИГ 1b, 2b, 3b, 4b, 5b, 6b и 7b*).

В некоторых вариантах осуществления по меньшей мере 50% первой каталитической области не покрыто второй каталитической областью и/или третьей каталитической областью. В предпочтительных вариантах осуществления по меньшей мере 60 %, 70 % или 80 % первой каталитической области не покрыто второй каталитической областью и/или третьей каталитической областью. В более предпочтительных вариантах осуществления по меньшей мере 90 % или 95 % первой каталитической области не покрыто второй каталитической областью и/или третьей каталитической областью. В наиболее предпочтительных вариантах осуществления 100 % первой каталитической области не покрыто второй каталитической областью и/или третьей каталитической областью.

Другой аспект настоящего описания относится к способу очистки отработавшего газа автомобиля, содержащего NO_x, CO и HC, с применением описанного в настоящем документе каталитического изделия. Каталитические нейтрализаторы, оснащенные катализаторами TWC, изготовленными в соответствии с этим способом, демонстрируют улучшения по сравнению с обычным катализатором TWC (с такой же нагрузкой PGM), также демонстрируют особенно высокие характеристики на стадии холодного запуска и лучший состав отработавших газов THC и NO_x на холостом ходу.

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 данном контексте относится к материалу (например, области), в котором различие в композиции при сравнении одной части зоны с другой частью этой зоны составляет 5% или менее, обычно 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. Длина (т. е. по существу однородная длина) «зоны», как правило, составляет по меньшей мере 5% (например, $\geq 5\%$) от общей длины подложки.

Общая длина подложки представляет собой расстояние между 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) 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 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 концу) выпускного канала подложки, чем ко 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 ко 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 ≤ 5 мас.%, предпочтительно ≤ 2 мас.%, более предпочтительно ≤ 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 ≤ 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.

Используемый в настоящем документе термин «нагрузка» относится к мере, измеряемой в г/фут³ 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

Материалы

Если не указано иное, все материалы имеются в продаже и были получены от известных поставщиков.

Сравнительный катализатор А:

Сравнительный катализатор А представляет собой коммерческий тройной (Pd-Rh) катализатор с двухслойной зональной структурой. Нижний слой состоит из Pd, нанесенного на покрытие из пористого оксида, состоящего из первого смешанного оксида CeZr, La-стабилизированного глинозема и промотора Ba. Нагрузка покрытия из пористого оксида в нижнем слое составляла около 1,9 г/дюйм³, нагрузка Pd составляла 81 г/фут³ и 34 г/фут³ [передняя часть (50%) и задняя часть (50%) соответственно]. Это покрытие из пористого оксида наносили на впускную и выпускную грань керамической подложки (600 ячеек на квадратный дюйм (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 90 °C и прокаливали при температуре 500 °C в течение 45 мин.

Верхний слой состоит из Rh, нанесенного на покрытие из пористого оксида, состоящего из второго смешанного оксида CeZr, La-стабилизированного глинозема и промотора Ba. Нагрузка покрытия из пористого оксида в верхнем слое составляла около 1,6 г/дюйм³, нагрузка Rh составляла 4,5 г/фут³. Это покрытие из пористого оксида наносили на впускную и выпускную грань керамической подложки (600 ячеек на квадратный дюйм (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 90 °C и прокаливали при температуре 500 °C в течение 45 мин.

Общая нагрузка покрытия из пористого материала сравнительного катализатора А составила около 3,5 г/дюйм³. Количество церия в нижнем слое составляло около 23,5 г, при нагрузке церия 0,36 г/дюйм³. Количество церия в верхнем слое составляло около 15,5 г, при нагрузке церия 0,24 г/дюйм³.

Катализатор В:

Первая каталитическая область

Первая каталитическая область состоит из Rh, нанесенного на покрытие из пористого оксида, состоящего из первого смешанного оксида CeZr, Pd, La-стабилизированного глинозема и промотора Ba. Нагрузка покрытия из пористого оксида в первой каталитической области составляла около 1,5 г/дюйм³ с 133 г/фут³ Pd и нагрузка Rh составляла 3,6 г/фут³.

Это покрытие из пористого оксида наносили сверху на впускную грань керамической подложки, содержащей первую каталитическую область, с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых целевая глубина покрытия охватывала 35% от длины подложки, высушивали при температуре 90 °C.

Вторая каталитическая область

Вторая каталитическая область состоит из Pd, нанесенного на покрытие из пористого оксида, состоящего из первого смешанного оксида CeZr, La-стабилизированного глинозема и промотора Ba. Нагрузка покрытия из пористого оксида во второй каталитической области составляла около 1,8 г/дюйм³, нагрузка Pd составляла 18 г/фут³.

Это покрытие из пористого оксида наносили на выпускную грань керамической подложки (600 ячеек на квадратный дюйм (cpsi), толщина стенки 2,5 мил) с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых целевая глубина покрытия охватывала 65% от длины подложки, и высушивали при температуре 90 °C и прокаливали при температуре 500 °C в течение 45 мин.

Третья каталитическая область

Третья каталитическая область состоит из Rh, нанесенного на покрытие из пористого оксида, состоящего из третьего смешанного оксида CeZr и La-стабилизированного глинозема. Нагрузка покрытия из пористого оксида в третьей каталитической области составляла около 1,7 г/дюйм³, нагрузка Rh составляла 4,5 г/фут³.

Затем это третье покрытие из пористого оксида наносили сверху на выпускную грань керамической подложки, содержащей первую и вторую каталитические области, с использованием стандартных процедур нанесения покрытия, в которых целевая глубина покрытия охватывала 90% от длины подложки, высушивали при температуре 90 °C и прокаливали при температуре 500 °C в течение 45 мин.

Порядок нанесения покрытия был следующий: вторая, первая и третья область. (Например, см **ФИГ. 2а)**

Катализатор С:

Катализатор С получали в соответствии с той же процедурой, что и катализатор В, за исключением того, что порядок нанесения покрытия был изменен на вторую, третью и первую области. (Например, см **ФИГ. 3а)**

Катализатор D:

Катализатор D получали в соответствии с той же процедурой, что и катализатор С, за исключением того, что длины первой и второй каталитической области были изменены с 35% и 65% на 30% и 70% соответственно.

Катализатор E:

Катализатор E получали в соответствии с той же процедурой, что и катализатор С, за исключением того, что нагрузка Pd/Rh в первой каталитической области составляла 133/4,1 г/фут³.

Катализатор F:

Катализатор F получали в соответствии с той же процедурой, что и катализатор С, за исключением того, что нагрузка Pd/Rh в первой каталитической области составляла 133/8,5 г/фут³.

Ниже в **таблице А** суммируется количество церия и нагрузка церия в каждой каталитической области катализаторов В–F.

Таблица А. Количество/нагрузка церия в катализаторе В–F

	1-ая каталитическая область		2-ая каталитическая область		3-я каталитическая область	
	Количество CeO ₂ (г)	Нагрузка CeO ₂ (г/дюйм ³)	Количество CeO ₂ (г)	Нагрузка CeO ₂ (г/дюйм ³)	Количество CeO ₂ (г)	Нагрузка CeO ₂ (г/дюйм ³)
Катализатор В	4,0	0,17	15,4	0,36	6,8	0,16
Катализатор С	4,0	0,17	15,4	0,36	6,8	0,16
Катализатор D	3,5	0,17	16,5	0,36	7,3	0,16
Катализатор E	4,0	0,17	15,4	0,36	6,8	0,16
Катализатор F	4,0	0,17	15,4	0,36	6,8	0,16

ПРИМЕР 1. УМЕНЬШЕНИЕ ПРОТИВОДАВЛЕНИЯ

Характеристики обратного давления (ВР) сравнительного катализатора А, катализаторов В–D были протестированы на оборудовании для измерения потока газа. Как показано в **Таблице 1**, катализаторы В–D настоящего изобретения имеют значительно более низкую ВР по сравнению со сравнительным катализатором А.

Таблица 1. Результаты противодействия

Образец	Противодавление [кПа]	Относительное ВР [%]
Сравнительный катализатор А	9,87	100
Катализатор В	9,56	89
Катализатор С	9,55	89
Катализатор D	9,57	90

ПРИМЕР 2. ПРОЦЕДУРЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СОСТАВА ОТРАБОТАВШЕГО ГАЗА

Новые характеристики сравнительного катализатора А и катализаторов В–D испытывали в транспортном средстве с двигателем объемом 1,0 литра согласно WLTC (Всемирный цикл согласованных испытаний транспортных средств малой грузоподъемности). Данные о составе собранного в мешок отработавшего газа из выхлопной трубы показаны в **таблице 2**. Катализатор В, С и D настоящего изобретения демонстрируют существенно более низкие выбросы THC и NO_x по сравнению со сравнительным катализатором А (*например*, см. улучшенную характеристику, связанную со снижением содержания общих углеводородов, THC и NO_x в выбросах на 22 % и 52 % соответственно, при сравнении катализатора D со сравнительным катализатором А).

Таблица 2. Результаты тестирования состава собранных в мешки разбавленных выбросов отработавшего газа

	Выбросы отработавшего газа (г/км)			
	THC	Неметановые углеводороды (NMHC)	CO	NO _x
Сравнительный катализатор А	0,0211	0,0192	0,3402	0,0080
Катализатор В	0,0171	0,0155	0,4909	0,0036
Катализатор С	0,0169	0,0154	0,4997	0,0039
Катализатор D	0,0164	0,0151	0,4588	0,0038

ПРИМЕР 3. ПРОЦЕДУРЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СОСТАВА ОТРАБОТАВШЕГО ГАЗА

Подвергнутые дезактивации на стенде образцы сравнительного катализатора А и катализаторов В–D испытывали отдельно в транспортном средстве с двигателем объемом 1,0 литра с использованием WLTC. Сравнительные катализаторы А и катализаторы В–D подвергали одинаковой процедуре дезактивации на стенде в течение 50 часов в двигателе объемом 4,3 л с четырехкратным циклом дезактивации и при максимальной температуре слоя катализатора 980 °C.

Данные о составе собранного в мешок отработавшего газа из выхлопной трубы показаны в **таблице 3**. Катализатор В, С и D настоящего изобретения демонстрирует существенно более низкое содержание общих углеводородов, CO и NO_x в выбросах по сравнению со сравнительным катализатором А.

Таблица 3. Результаты тестирования состава собранных в мешки разбавленных выбросов отработавшего газа

	Выбросы отработавшего газа (г/км)			
	THC	Неметановые углеводороды (NMHC)	CO	NO _x
Сравнительный катализатор А	0,0398	0,0345	0,8176	0,0185
Катализатор В	0,0258	0,0225	0,4531	0,0152
Катализатор С	0,0250	0,0212	0,4108	0,0124
Катализатор D	0,0221	0,0201	0,4595	0,0121

ПРИМЕР 4. ПРОЦЕДУРЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ СОСТАВА ОТРАБОТАВШЕГО ГАЗА

Подвергнутые дезактивации на стенде образцы катализатора А, катализатора С, Е и катализатора F испытывали в транспортном средстве с двигателем объемом 1,0 литра с использованием WLTC. Процедуру дезактивации проводили также на стенде в течение 50 часов в двигателе объемом 4,3 л с четырехкратным циклом дезактивации и при максимальной температуре слоя катализаторов около 980 °С. Результаты тестирования состава собранных в мешки разбавленных выбросов отработавшего газа приведены в **таблице 4**. Катализатор С, катализатор Е и катализатор F настоящего изобретения демонстрируют существенно более низкие выбросы общих углеводородов, CO и NO_x по сравнению со сравнительным катализатором А (например, см. улучшенную характеристику, связанную со снижением содержания общих углеводородов, CO и NO_x в выбросах на 45 %, 47 % и 50 % соответственно, при сравнении катализатора F со сравнительным катализатором А).

Таблица 4. Результаты тестирования состава собранных в мешки разбавленных выбросов

	Выбросы отработавшего газа (г/км)			
	THC	Неметановые углеводороды (NMHC)	CO	NO _x
Сравнительный катализатор А	0,0398	0,0345	0,8176	0,0185
Катализатор С	0,0280	0,0244	0,5302	0,0145
Катализатор Е	0,0249	0,0221	0,5105	0,0127
Катализатор F	0,0218	0,0192	0,4306	0,0092

Формула изобретения

1. Каталитическое изделие для очистки выхлопного газа, содержащее:
подложку, содержащую впускной конец, выпускной конец и имеющую осевую длину L ;
первую каталитическую область, начинающуюся у впускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L , при этом первая каталитическая область содержит первый палладиевый компонент и первый материал режима накопления кислорода (OSC), содержащий церий;
вторую каталитическую область, начинающуюся у выпускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L , при этом вторая каталитическая область содержит второй палладиевый компонент и второй материал OSC, содержащий церий;
третью каталитическую область, начинающуюся у выпускного конца и проходящую на расстояние, которое меньше осевой длины L , причем третья каталитическая область содержит третий родиевый компонент и третий материал OSC, содержащий церий;
причем по меньшей мере часть первой каталитической области не покрыта второй каталитической областью и/или третьей каталитической областью; и
причем (а) количество церия в первой каталитической области составляет менее 50% от общего количества церия в первой, второй и третьей каталитических областях; или (b) нагрузка церия в первой каталитической области составляет менее 50% от суммы нагрузки церия в первой, второй и третьей каталитических областях.
2. Каталитическое изделие по п. 1, в котором первая каталитическая область занимает 1–50 процентов осевой длины L .
3. Каталитическое изделие по п. 1 или п. 2, в котором вторая каталитическая область занимает 50–90 процентов осевой длины L .
4. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором вторая каталитическая область накладывается на первую каталитическую область на 1–15 процентов от осевой длины L .
5. Каталитическое изделие по любому из пп. 1–3, в котором общая длина второй каталитической области и первой каталитической области равна осевой длине L .
6. Каталитическое изделие по любому из пп. 1–3, в котором общая длина второй каталитической области и первой каталитической области меньше осевой длины L .
7. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором третья каталитическая область занимает 50–95 процентов осевой длины L .
8. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором первая каталитическая область дополнительно содержит первый родиевый компонент.
9. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором первая каталитическая область содержит 0,1–300 г/фут³ первого палладиевого компонента.

10. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором количество церия в первой каталитической области составляет не более 40 % от общего количества церия в первой, второй и третьей каталитических областях.
11. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором нагрузка церия в первой каталитической области составляет не более 40 % от суммы нагрузки церия в первой, второй и третьей каталитических областях.
12. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором первый материал OSC выбран из группы, состоящей из оксида церия, смешанного оксида церия-циркония и смешанного оксида алюминия-церия-циркония.
13. Каталитическое изделие по п. 12, в котором первый материал OSC содержит смешанный оксид церия-циркония.
14. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором первая каталитическая область дополнительно содержит первый компонент, представляющий собой щелочной или щелочноземельный металл и/или первый неорганический оксид.
15. Каталитическое изделие по п. 14, в котором первый щелочной или щелочноземельный металл представляет собой барий, стронций или смешанные оксиды или композитный оксид бария и стронция.
16. Каталитическое изделие по п. 15, в котором первый щелочной или щелочноземельный металл нагружен в количестве 0,1–15 мас.% в расчете на общую массу покрытия из пористого оксида первой каталитической области.
17. Каталитическое изделие по любому из пп. 14–16, в котором первый неорганический оксид выбран из группы, состоящей из оксидов алюминия, церия, магния, кремния, лантана, неодима, празеодима, иттрия и их смешанных оксидов или их композитных оксидов.
18. Каталитическое изделие по п. 17, в котором первый неорганический оксид представляет собой оксид алюминия, композитный оксид лантана/алюминия или композитный оксид магния/алюминия.
19. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором во второй каталитической области по существу отсутствуют металлы PGM, отличные от второго палладиевого компонента.
20. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором вторая каталитическая область содержит 0,1–50 г/фут³ второго палладиевого компонента.
21. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором второй материал OSC выбран из группы, состоящей из оксида церия, смешанного оксида церия-циркония и смешанного оксида алюминия-церия-циркония.
22. Каталитическое изделие по п. 21, в котором второй материал OSC содержит смешанный оксид церия-циркония.

23. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором вторая каталитическая область дополнительно содержит второй компонент, представляющий собой щелочной или щелочноземельный металл и/или второй неорганический оксид.
24. Каталитическое изделие по п. 23, в котором второй щелочной или щелочноземельный металл представляет собой барий, стронций или смешанные оксиды или композитный оксид бария и стронция.
25. Каталитическое изделие по п. 24, в котором второй щелочной или щелочноземельный металл нагружен в количестве 0,1–15 мас.% в расчете на общую массу второй каталитической области.
26. Каталитическое изделие по любому из пп. 23–25, в котором второй неорганический оксид выбран из группы, состоящей из оксидов алюминия, церия, магния, кремния, лантана, неодима, празеодима, иттрия и их смешанных оксидов или их композитных оксидов.
27. Каталитическое изделие по п. 26, в котором второй неорганический оксид представляет собой оксид алюминия, композитный оксид лантана/алюминия или композитный оксид магния/алюминия.
28. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором третья каталитическая область содержит 0,1–20 г/фут³ третьего родиевого компонента.
29. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором третий материал OSC выбран из группы, состоящей из оксида церия, смешанного оксида церия-циркония и смешанного оксида алюминия-церия-циркония.
30. Каталитическое изделие по п. 29, в котором третий материал OSC содержит смешанный оксид церия-циркония.
31. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором третья каталитическая область дополнительно содержит третий компонент, представляющий собой щелочной или щелочноземельный металл и/или третий неорганический оксид.
32. Каталитическое изделие по п. 31, в котором третий неорганический оксид выбирают из группы, состоящей из оксидов алюминия, церия, магния, кремния, лантана, неодима, празеодима, иттрия и их смешанных оксидов или их композитных оксидов.
33. Каталитическое изделие по п. 31, в котором третий неорганический оксид представляет собой оксид алюминия, композитный оксид лантана/алюминия или композитный оксид магния/алюминия.
34. Каталитическое изделие по любому из пп. 31–33, в котором третья каталитическая область по существу не содержит третьего щелочного или щелочноземельного металла.
35. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором подложка представляет собой проточный монолит.
36. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором первая каталитическая область нанесена непосредственно на подложку или находится на ней.

37. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором вторая каталитическая область нанесена непосредственно на подложку или находится на ней.
38. Каталитическое изделие по любому из пп. 1–36, в котором третью каталитическую область наносят/осаждают непосредственно на подложку.
39. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором 100% первой каталитической области не покрыто второй каталитической областью и/или третьей каталитической областью.
40. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором нагрузка Pd в первой каталитической области больше нагрузки Pd во второй каталитической области.
41. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором соотношение нагрузки Pd в первой каталитической области и нагрузки Pd во второй каталитической области составляет по меньшей мере 3 : 2.
42. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором общая нагрузка покрытия из пористого оксида в первой каталитической области составляет менее 50 % от суммы общей нагрузки покрытия из пористого оксида в первой, второй и третьей каталитических областях.
43. Каталитическое изделие по любому из предшествующих пунктов, в котором третья каталитическая область перекрывает вторую каталитическую область.
44. Каталитическое изделие по п. 43, в котором нагрузка церия во второй каталитической области больше нагрузки церия в третьей каталитической области.
45. Система очистки выбросов для очистки потока выхлопного газа сгорания, содержащая каталитическое изделие по любому из пп. 1–44.
46. Способ очистки выхлопного газа из двигателя внутреннего сгорания, включающий приведение выхлопного газа в контакт с каталитическим изделием по любому из пп. 1–44.

ФИГ. 1а



ФИГ. 1б



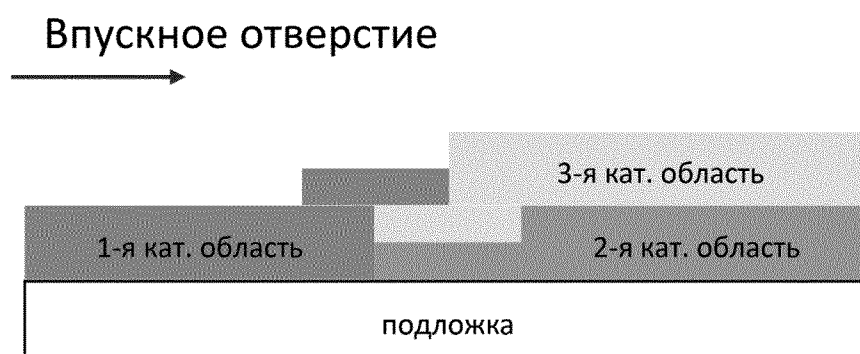
ФИГ. 2



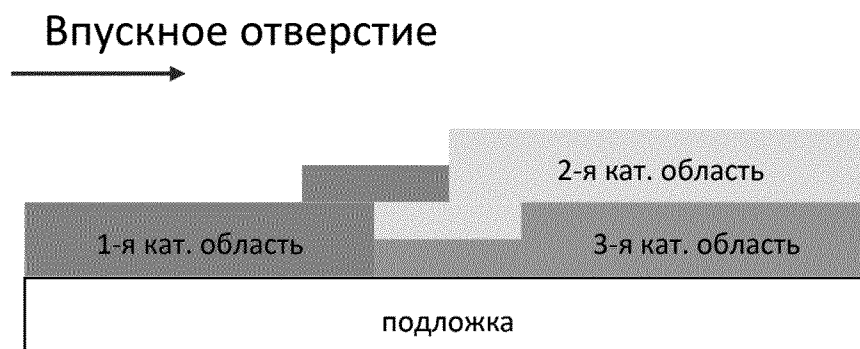
ФИГ. 2б



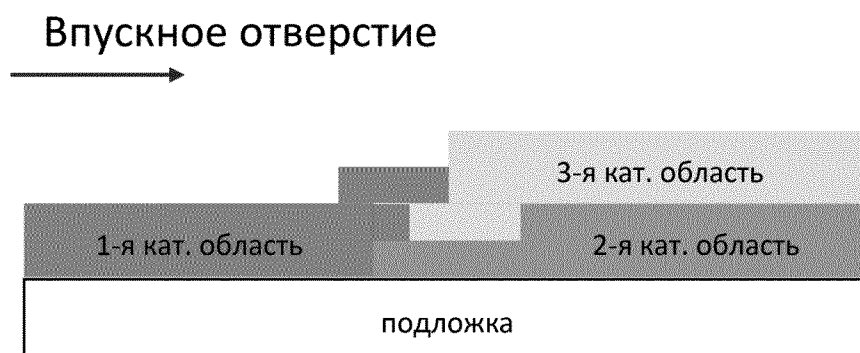
ФИГ. 3а



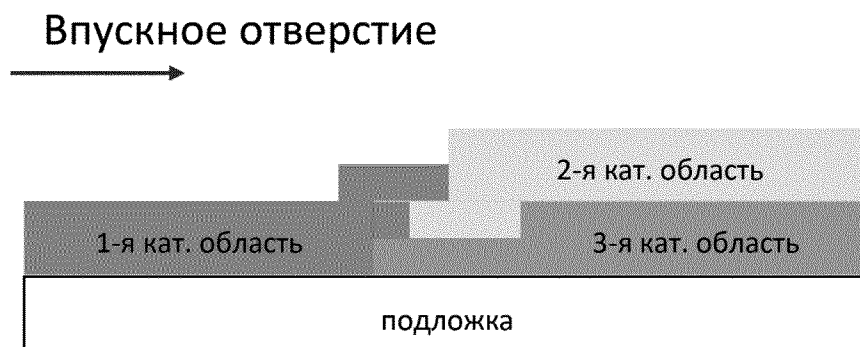
ФИГ. 3б



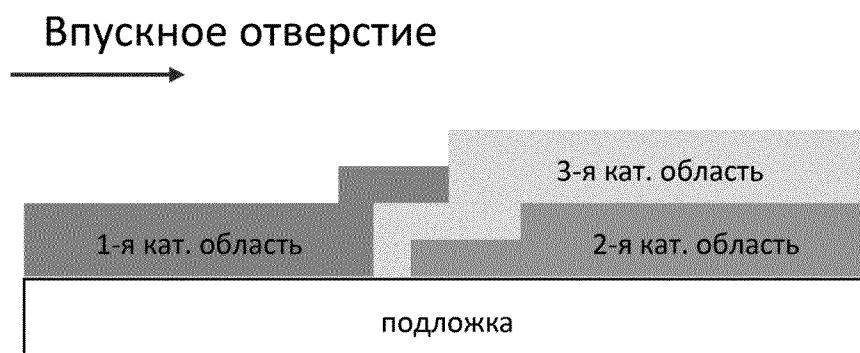
ФИГ. 4а



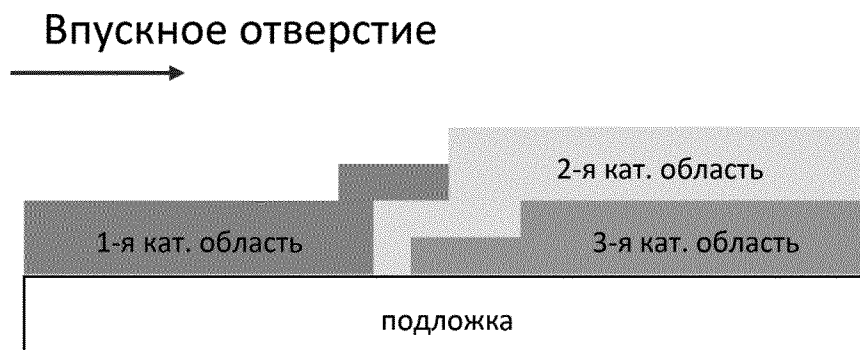
ФИГ. 4б



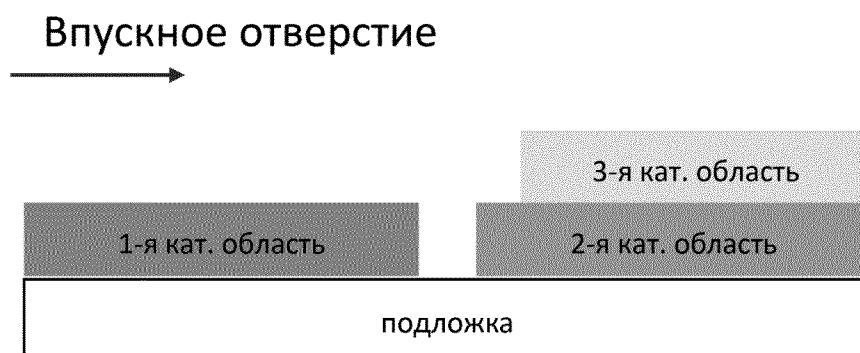
ФИГ. 5a



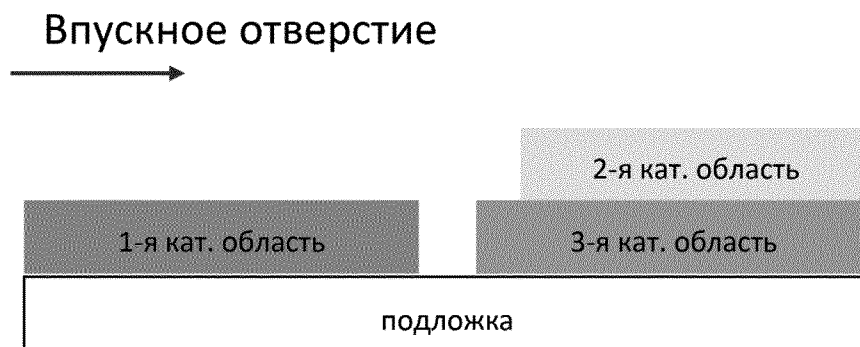
ФИГ. 5b



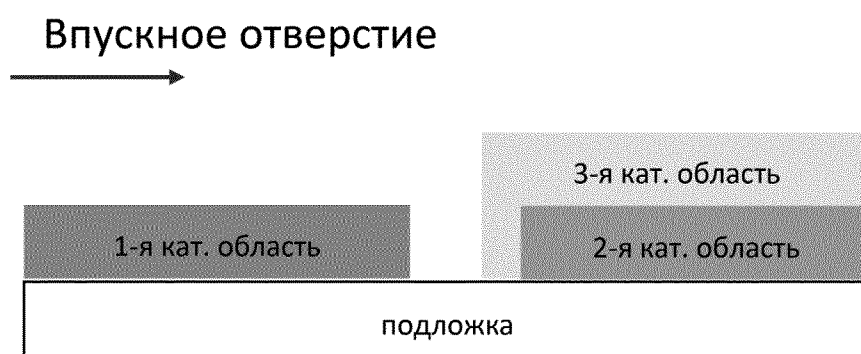
ФИГ. 6а



ФИГ. 6б



ФИГ. 7а



ФИГ. 7б

