

(19)



Евразийское  
патентное  
ведомство

(21) 202291425 (13) A1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ

(43) Дата публикации заявки  
2022.11.21

(22) Дата подачи заявки  
2021.03.19

(51) Int. Cl. *B01J 23/00* (2006.01)  
*B01J 21/06* (2006.01)  
*B01D 53/94* (2006.01)  
*B01J 23/10* (2006.01)  
*B01J 23/40* (2006.01)  
*B01J 35/00* (2006.01)  
*B01J 35/04* (2006.01)  
*B01J 37/02* (2006.01)  
*F01N 3/10* (2006.01)  
*F01N 3/28* (2006.01)

(54) МАТЕРИАЛ РЕЖИМА НАКОПЛЕНИЯ КИСЛОРОДА

(31) 63/001,708

(32) 2020.03.30

(33) US

(86) PCT/GV2021/050688

(87) WO 2021/198644 2021.10.07

(71) Заявитель:

ДЖОНСОН МЭТТЕЙ ПАБЛИК  
ЛИМИТЕД КОМПАНИ (GV)

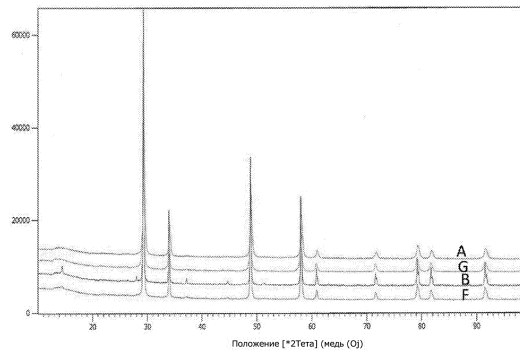
(72) Изобретатель:

Кобаяши Масаюки, Нагаока Шухен  
(JP)

(74) Представитель:

Нагорных И.М. (RU)

(57) Описан улучшенный материал режима накопления кислорода, содержащий смешанный оксид. Обеспечены катализаторы, системы и способы, применяющие улучшенный материал режима накопления кислорода для уменьшения выбросов в потоке выхлопных газов.



A1

202291425

202291425

A1

# МАТЕРИАЛ РЕЖИМА НАКОПЛЕНИЯ КИСЛОРОДА

## ОБЛАСТЬ ТЕХНИКИ

Настоящее изобретение относится к улучшенному материалу режима накопления кислорода и его применению в каталитических композициях, системах и способах очистки выбросов.

5

### ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Тройной катализатор (TWC) может одновременно катализировать как реакции окисления, так и реакции восстановления, такие как окисление углеводородов и монооксида углерода, а также восстановления оксидов азота в газообразном потоке. Катализатор TWC применим во многих областях, включая очистку выхлопных газов из двигателей внутреннего сгорания, таких как бензиновые двигатели автомобиля, грузового автомобиля и другие бензиновые двигатели.

Катализатор TWC обычно содержит материал режима накопления кислорода (OSC). Большинство материалов OSC основаны на смешанных оксидах или композитных оксидах  $\text{CeO}_2$  и  $\text{ZrO}_2$  (WO2008113445A1; патент США № 7,943,104). В этих материалах OSC  $\text{CeO}_2$  применяют для буферизации катализатора от локальных изменений соотношения воздух/топливо во время типичного действия катализатора. Это достигается путем быстрого и воспроизводимого высвобождения активного кислорода из его структуры при переходных процессах, обедненным кислородом, и регенерации кислорода путем адсорбции из газовой фазы в условиях, богатых кислородом. Высокая доступность кислорода является критически важной для стимулирования окислительно-восстановительных реакций для тройного катализатора.

Были проведены обширные исследования по синтезу, модификации и оптимизации материалов OSC на основе смешанного оксида церия-циркония. Например, было исследовано применение оксида церия-циркония, легированного ионами более низкой валентности, для применений с целью контроля выбросов, см. Catalysis Today 327 (2019) 90-115.

В данной области существует потребность в каталитических материалах, которые более эффективны при очистке выбросов.

### ИЗЛОЖЕНИЕ СУЩНОСТИ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Один аспект настоящего описания относится к материалу режима накопления кислорода, содержащему смешанный оксид, причем смешанный оксид содержит оксид церия в количестве от около 10 массовых процентов (масс.%) до около 80 масс.%; оксид циркония в количестве от около 10 масс.% до около 80 масс.%; и оксид переходного металла в количестве от около 0,05 масс.% до около 1,0 масс.%; причем переходный металл выбран из группы, состоящей из титана, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, меди, цинка, циркония, ниобия и их смесей.

Другой аспект настоящего описания относится к каталитической композиции, содержащей компонент, представляющий собой металл платиновой группы, и материал OSC, содержащий смешанный оксид.

Другой аспект настоящего изобретения относится к каталитическому изделию для очистки выхлопного газа, содержащему: подложку; и первую каталитическую область на подложке; причем первая каталитическая область содержит первый компонент PGM и первый материал OSC. В частности, в одном варианте осуществления первый материал OSC представляет собой смешанный оксид, содержащий оксид церия в количестве от около 10 масс.% до около 80 масс.%; оксид циркония в количестве от около 10 масс.% до около 80 масс.%; и оксид переходного металла в количестве от около 0,05 масс.% до около 1,5 масс.%; причем переходный металл выбран из группы, состоящей из титана, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, меди, цинка, циркония, ниобия и их смесей.

Другой аспект настоящего описания относится к способу очистки выхлопного газа автомобиля, содержащего NO<sub>x</sub>, CO и углеводороды (HC), с применением описанного в настоящем документе каталитического изделия.

Другой аспект настоящего изобретения относится к системе для очистки выхлопного газа, содержащей каталитическое изделие, описанное в настоящем документе.

#### 15 **КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

На **ФИГ. 1** представлены рентгеновские дифрактограммы (XRD) материалов А, В, F и G после окислительно-восстановительного старения.

#### **ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Один аспект настоящего описания относится к материалу режима накопления кислорода, содержащему смешанный оксид, причем смешанный оксид содержит оксид церия в количестве от около 10 масс.% до около 80 масс.%; оксид циркония в количестве от около 10 масс.% до около 80 масс.%; и оксид переходного металла в количестве от около 0,05 масс.% до около 1,0 масс.%, причем переходный металл выбран из группы, состоящей из титана, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, меди, цинка, циркония, ниобия и их смесей.

Термин «режим накопления кислорода» относится к способности материалов, применяемых в качестве материала режима накопления кислорода, в катализаторах накапливать кислород в обедненных условиях и высвобождать его в обогащенных условиях.

Оптимальное применение TWC находится приблизительно на уровне  $\Lambda = 1$ , где соотношение воздуха/топлива равно 14,56. Выше этих значений выхлопной газ считается обедненным, а CO и HC каталитически окисляются до диоксида углерода и воды. Ниже этого значения выхлопной газ считается обогащенным, и в основном NO<sub>x</sub> восстанавливаются до азота (N<sub>2</sub>) с помощью, например, CO в качестве восстановителя.

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

Предпочтительно, катион Ce и катион Zr в смешанном оксиде являются атомарно хорошо смешанными. Например, XRD можно применять для обнаружения наличия пирохлора в

смешанном оксиде. Предпочтительно, смешанный оксид содержит пиррохлор, как определено с помощью XRD.

5 Предпочтительно, переходный металл в смешанном оксиде выбран из группы, состоящей из марганца, железа, меди и их смесей. Более предпочтительно, переходный металл представляет собой железо.

Количество оксида переходного металла, присутствующего в смешанном оксиде, предпочтительно находится в диапазоне от около 0,1 масс.% до около 1,0 масс.%, более предпочтительно от около 0,1 масс.% до около 0,8 масс.%, наиболее предпочтительно от около 0,2 масс.% до около 0,6 масс.%.

10 Смешанный оксид может содержать допирующую добавку, выбранную из группы, состоящей из оксида празеодима, оксида лантана, оксида иттрия и их смесей. Количество допирующей добавки обычно составляет от около 1,0 масс.% до около 10 масс.%.

15 Смешанный оксид может быть образован такими методами, как совместное гелеобразование, совместное осаждение, плазменное распыление, пиролиз с распылением в пламени и т. п. Например, можно применять способ совместного осаждения, в котором водный раствор содержит соль (например, нитрат) церия, соль (например, нитрат) циркония и по меньшей мере одну соль, выбранную из группы, состоящей из солей (например, нитратов) марганца, железа, меди и их смесей. Кроме того, в образовании смешанного оксида можно применять соли празеодима, соли (например, нитрат) лантана и соли (например, нитрат) иттрия. Смешанный оксид, образованный посредством совместного осаждения, может быть выделен, например, путем 20 фильтрации, промывания, высушивания, прокаливания, а затем измельчения с помощью измельчителя, такого как шаровая мельница, для получения порошка смешанного порошка.

Другой аспект настоящего описания относится к каталитической композиции, содержащей компонент, представляющий собой металл платиновой группы (PGM), и материал 25 OSC, содержащий смешанный оксид. 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 некоторых вариантах осуществления термин «PGM» предпочтительно относится к металлу, выбранному из группы, состоящей из Rh, Pt и Pd. В 30 некоторых других вариантах осуществления компонент PGM представляет собой Pd или Rh. В дополнительных вариантах осуществления компонент PGM представляет собой Pd.

Количество компонента PGM в каталитической композиции может составлять от 0,01 масс.% до 20 масс.%, предпочтительно от 0,05 масс.% до 10 масс.%, более предпочтительно от 0,2 масс.% до 5,0 масс.%.

35 Каталитическая композиция может дополнительно содержать носитель из неорганического оксида. Носитель из неорганического оксида может представлять собой оксид элементов групп 2, 3, 4, 5, 13 и 14. Носитель из неорганического оксида предпочтительно

представляет собой огнеупорный оксид, который демонстрирует химическую и физическую устойчивость при высоких температурах, таких как температуры, связанные с выхлопом бензинового двигателя. Носитель из неорганического оксида может быть выбран из группы, состоящей из оксида алюминия, диоксида кремния, диоксида титана и их смешанных оксидов или композитных оксидов. Более предпочтительно, носитель из неорганического оксида представляет собой оксид алюминия. Носитель из неорганического оксида может представлять собой материал-носитель для компонента PGM.

Предпочтительно носитель из неорганического оксида имеет площадь свежей поверхности более  $80 \text{ м}^2/\text{г}$  и объемы пор в диапазоне от около  $0,1 \text{ мл/г}$  до около  $4 \text{ мл/г}$ . Особенно предпочтительными являются носители из неорганического оксида с высокой площадью поверхности, имеющие площадь поверхности более  $100 \text{ м}^2/\text{г}$ , например, оксид алюминия с высокой площадью поверхности.

Носитель из неорганического оксида может быть допирован с помощью допирующей добавки. Допирующая добавка может быть выбрана из группы, состоящей из La, Sr, Si, Ba, Y, Pr, Nd, Ce и их смесей. Предпочтительно, допирующая добавка представляет собой La, Ba или Ce. Наиболее предпочтительно, допирующая добавка представляет собой La. Содержание допирующей добавки в носителе из неорганического оксида может составлять от около 5 масс.% до около 30 масс.%, предпочтительно от около 8 масс.% до около 25 масс.%, более предпочтительно от около 10 масс.% до около 20 масс.%.

Материал OSC и носитель из неорганического оксида могут иметь массовое соотношение от около 10 : 1 до около 1 : 10, предпочтительно от около 8 : 1 до около 1 : 8 или от около 5 : 1 до около 1 : 5; более предпочтительно от около 4 : 1 до около 1 : 4 или от около 3 : 1 до около 1 : 3; и наиболее предпочтительно от около 2 : 1 до около 1 : 2.

Каталитическая композиция может содержать щелочной или щелочноземельный металл. В некоторых вариантах осуществления на материале OSC может быть осажден щелочной или щелочноземельный металл. Альтернативно или дополнительно, щелочной или щелочноземельный металл может быть осажден на носителе из неорганического оксида. То есть в некоторых вариантах осуществления щелочной или щелочноземельный металл может быть осажден и на материале OSC, и на носителе из неорганического оксида, т. е. может присутствовать на обоих материалах.

Предпочтительно, щелочной или щелочноземельный металл наносят/осаждают на носитель из неорганического оксида. Дополнительно или альтернативно, находясь в контакте с носителем из неорганического оксида, щелочной или щелочноземельный металл может находиться в контакте с материалом OSC и компонентом PGM.

Щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой барий или стронций. Предпочтительно, барий или стронций, в случае наличия, присутствует в количестве от около 0,1 масс.% до около 15 масс.%, более предпочтительно от около 3 масс.% до около 10 масс.% в расчете на общую массу каталитической композиции.

Щелочной или щелочноземельный металл более предпочтительно представляет собой барий. Предпочтительно, барий присутствует в количестве от около 0,1 масс.% до около 15 масс.%, более предпочтительно от около 3 масс.% до около 10 масс.% в расчете на общую массу каталитической композиции.

5 Барий предпочтительно присутствует в виде композитного материала  $\text{BaCO}_3$ . Такой материал может быть получен любым способом, известным в данной области, например путем пропитки по влагоемкости или распылительной сушки.

Каталитическая композиция, содержащая материал OSC по настоящему изобретению, обеспечивает гораздо большую эффективность, чем каталитическая композиция, содержащая аналогичный материал смешанного оксида церия-циркония, как показано в примерах 5 и 6.

Другой аспект настоящего изобретения относится к каталитическому изделию для очистки выхлопного газа, содержащему: подложку; и первую каталитическую область на подложке; причем первая каталитическая область содержит первый компонент PGM и первый материал OSC.

15 Первый компонент PGM может представлять собой Pd, Rh или Pt. В некоторых вариантах осуществления первый компонент PGM представляет собой Pd или Rh. В других вариантах осуществления первый компонент PGM представляет собой Pd. В еще одном дополнительном варианте осуществления в первой каталитической области по существу отсутствуют PGM, отличные от палладия.

20 Первая каталитическая область может содержать до  $350 \text{ г/фут}^3$  первого компонента PGM. Первая каталитическая область может предпочтительно содержать от около  $10 \text{ г/фут}^3$  до около  $300 \text{ г/фут}^3$ , более предпочтительно от около  $25 \text{ г/фут}^3$  до около  $150 \text{ г/фут}^3$  первого компонента PGM.

25 Первая каталитическая область может содержать первый носитель из неорганического оксида. Первый носитель из неорганического оксида может представлять собой оксид элементов групп 2, 3, 4, 5, 13 и 14. Первый носитель из неорганического оксида предпочтительно представляет собой огнеупорный оксид металла, который демонстрирует химическую и физическую устойчивость при высоких температурах, таких как температуры, связанные с выхлопом бензинового двигателя. Первый носитель из неорганического оксида может быть  
30 выбран из группы, состоящей из оксида алюминия, диоксида кремния, диоксида титана и их смешанных оксидов или композитных оксидов. Более предпочтительно, первый носитель из неорганического оксида представляет собой оксид алюминия. Первый носитель из неорганического оксида может представлять собой материал-носитель для первого компонента PGM.

35 Первый носитель из неорганического оксида предпочтительно имеет площадь свежей поверхности более  $80 \text{ м}^2/\text{г}$  и объем пор в диапазоне от около  $0,1 \text{ мл/г}$  до около  $4 \text{ мл/г}$ . Особенно предпочтительными являются неорганические оксиды с высокой площадью поверхности,

имеющие площадь поверхности более около 100 м<sup>2</sup>/г, например оксид алюминия с высокой площадью поверхности.

Первый носитель из неорганического оксида может быть допирован с помощью допирующей добавки. Допирующая добавка может быть выбрана из группы, состоящей из La, Sr, Si, Ba, Y, Pr, Nd и Ce. Предпочтительно, допирующая добавка может представлять собой La, Ba или Ce. Более предпочтительно, допирующая добавка представляет собой La. Содержание допирующей добавки в первом носителе из неорганического оксида может составлять от около 10 масс.% до около 30 масс.%, предпочтительно от около 10 масс.% до около 25 масс.%, более предпочтительно от около 10 масс.% до около 20 масс.%.

Общая нагрузка покрытия из пористого оксида на первую каталитическую область может составлять от около 0,1 г/дюйм<sup>3</sup> до около 5 г/дюйм<sup>3</sup>. Предпочтительно, общая нагрузка покрытия из пористого оксида на первую каталитическую область составляет от около 0,5 г/дюйм<sup>3</sup> до около 3,5 г/дюйм<sup>3</sup>, наиболее предпочтительно общая нагрузка покрытия из пористого оксида на первую каталитическую область составляет от около 1 г/дюйм<sup>3</sup> до около 2,5 г/дюйм<sup>3</sup>.

Первый материал OSC предпочтительно выбран из группы, состоящей из оксида церия, оксида циркония, 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 допирующие добавки, такие как La, Nd, Y, Pr и т. д.

В частности, в одном варианте осуществления первый материал OSC представляет собой смешанный оксид, содержащий оксид церия в количестве от около 10 масс.% до около 80 масс.%; оксид циркония в количестве от около 10 масс.% до около 80 масс.%; и оксид переходного металла в количестве от около 0,05 масс.% до около 1,5 масс.%; причем переходный металл выбран из группы, состоящей из титана, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, меди, цинка, циркония, ниобия и их смесей. Предпочтительно, переходный металл в смешанном оксиде в первом материале OSC выбран из группы, состоящей из марганца, железа, меди и их смесей. Более предпочтительно, переходный металл представляет собой железо. Количество оксида переходного металла, присутствующего в смешанном оксиде в первом материале OSC, предпочтительно находится в количестве от около 0,1 масс.% до около 1,0 масс.%, более предпочтительно от около 0,1 масс.% до около 0,8 масс.% относительно смешанного оксида, наиболее предпочтительно от около 0,2 масс.% до около 0,6 масс.%.

Смешанный оксид в первом материале OSC может содержать допирующую добавку, выбранную из группы, состоящей из оксида празеодима, оксида лантана и оксида иттрия и их смесей. Количество допирующей добавки обычно составляет от около 1,0 масс.% до около 10 масс.% относительно смешанного оксида.

Первый материал OSC может составлять от около 10 масс.% до около 90 масс.%, предпочтительно от около 25 масс.% до около 75 масс.%, более предпочтительно от около

35 масс.% до около 65 масс.% в расчете на общую нагрузку покрытия из пористого оксида на первую каталитическую область.

Нагрузка первого материала OSC в первой каталитической области может составлять менее около 1,5 г/дюйм<sup>3</sup>. В некоторых вариантах осуществления нагрузка первого материала OSC в первой каталитической области составляет, например, 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>, 0,7 г/дюйм<sup>3</sup> или 0,6 г/дюйм<sup>3</sup>.

Первый материал OSC и первый носитель из неорганического оксида 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.

Альтернативно, первый материал OSC и первый носитель из неорганического оксида 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.

Первая каталитическая область может дополнительно содержать компонент первого щелочного или щелочноземельного металла. В некоторых вариантах осуществления на первый материал OSC может быть осажден щелочной или щелочноземельный металл. Альтернативно или дополнительно, щелочной или щелочноземельный металл может быть осажден на первом носителе из неорганического оксида. Т. е. в некоторых вариантах осуществления первый щелочной или щелочноземельный металл может быть осажден и на первый материал OSC, и на первый носитель из неорганического оксида, т. е. может присутствовать на обоих материалах.

Предпочтительно, первый щелочной или щелочноземельный металл наносят/осаждают на первый носитель из неорганического оксида. Дополнительно или альтернативно, находясь в контакте с первым носителем из неорганического оксида, первый щелочной или щелочноземельный металл может находиться в контакте с первым материалом OSC, а также первым компонентом PGM.

Первый щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой барий или стронций. Предпочтительно, барий или стронций, при наличии, присутствует в количестве от около 0,1 масс.% до около 15 масс.% и более предпочтительно от около 3 масс.% до около 10 масс.% в расчете на общую нагрузку покрытия из пористого оксида на первую каталитическую область.

Первый щелочной или щелочноземельный металл более предпочтительно представляет собой барий. Предпочтительно, барий присутствует в количестве от около 0,1 масс.% до около 15 масс.%, более предпочтительно от около 3 масс.% до около 10 масс.% в расчете на общую нагрузку покрытия из пористого оксида на первую каталитическую область.

Барий предпочтительно присутствует в виде композитного материала BaCO<sub>3</sub>. Такой материал может быть получен любым способом, известным в данной области, например путем пропитки по влагоемкости или распылительной сушки.



Каталитическое изделие может дополнительно содержать вторую каталитическую область. Вторая каталитическая область может дополнительно содержать второй компонент PGM, второй материал режима накопления кислорода, второй компонент щелочного или щелочноземельного металла и/или второй неорганический оксид.

5           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, когда первый компонент PGM представляет собой Rh. В других вариантах осуществления второй компонент PGM может представлять собой Rh, когда первый компонент PGM представляет собой Pd.

10           Вторая каталитическая область может содержать до около 350 г/фут<sup>3</sup> второго компонента PGM. Предпочтительно, вторая каталитическая область может содержать от около 10 г/фут<sup>3</sup> до около 300 г/фут<sup>3</sup>, более предпочтительно от около 25 г/фут<sup>3</sup> до около 150 г/фут<sup>3</sup> второго компонента PGM.

15           Общая нагрузка покрытия из пористого оксида на вторую каталитическую область может составлять от около 0,1 г/дюйм<sup>3</sup> до около 5 г/дюйм<sup>3</sup>. Предпочтительно, общая нагрузка покрытия из пористого оксида на вторую каталитическую область составляет от около 0,5 г/дюйм<sup>3</sup> до около 3,5 г/дюйм<sup>3</sup>. Более предпочтительно, общая нагрузка покрытия из пористого оксида на вторую каталитическую область составляет от около 1 г/дюйм<sup>3</sup> до около 2,5 г/дюйм<sup>3</sup>.

20           Второй носитель из неорганического оксида предпочтительно представляет собой оксид элементов групп 2, 3, 4, 5, 13 и 14. Второй носитель из неорганического оксида предпочтительно выбирают из группы, состоящей из оксидов алюминия, магния, лантана, кремния, неодима, празеодима, иттрия, титана, ниобия, тантала, оксидов молибдена, оксидов вольфрама и их смешанных оксидов или композитных оксидов. Более предпочтительно, второй носитель из неорганического оксида выбирают из группы, состоящей из оксидов алюминия, магния, кремния,  
25           лантана, неодима, празеодима, иттрия и их смешанных оксидов или композитных оксидов. Особенно предпочтительно, второй носитель из неорганического оксида представляет собой оксид алюминия, композитный оксид лантана/алюминия или композитный оксид магния/алюминия. Один особенно предпочтительный второй носитель из неорганического оксида представляет собой композитный оксид лантана/алюминия. Второй носитель из неорганического  
30           оксида может представлять собой материал-носитель для второго компонента PGM и/или для второго щелочного или щелочноземельного металла.

35           Второй носитель из неорганического оксида предпочтительно имеет площадь свежей поверхности более 80 м<sup>2</sup>/г и объемы пор в диапазоне от около 0,1 мл/г до около 4 мл/г. Особенно предпочтительными являются носители из неорганических оксидов с высокой площадью поверхности, имеющие площадь поверхности более 100 м<sup>2</sup>/г, например оксид алюминия с высокой площадью поверхности. Другие предпочтительные вторые носители из неорганических оксидов включают в себя композитные оксиды лантана/алюминия, необязательно дополнительно содержащие

церий-содержащий компонент, например оксид церия. В таких случаях оксид церия может присутствовать на поверхности композитного оксида лантана/алюминия, например, в виде покрытия.

Альтернативно, второй носитель из неорганического оксида также может иметь те же признаки, что и первый носитель из неорганического оксида.

5           Второй материал OSC предпочтительно выбран из группы, состоящей из оксида церия, оксида циркония, смешанного оксида церия-циркония и смешанного оксида алюминия-церия-циркония. Второй материал OSC более предпочтительно содержит смешанный оксид церия-циркония. Смешанный оксид церия-циркония может дополнительно содержать некоторые допирующие добавки, такие как La, Nd, Y, Pt и т. д. Смешанный оксид церия-циркония может  
10 иметь молярное соотношение оксида циркония к оксиду церия по меньшей мере 50:50, предпочтительно более 60:40, более предпочтительно более 75:25. Кроме того, второй материал OSC может выступать в качестве носителя для второго компонента PGM. В некоторых вариантах осуществления второй компонент PGM осаждают на второй материал OSC и второй носитель из неорганического оксида.

15           В одном конкретном варианте осуществления второй материал OSC представляет собой смешанный оксид, содержащий оксид церия в количестве от около 10 масс.% до около 80 масс.%; оксид циркония в количестве от около 10 масс.% до около 80 масс.%; и оксид переходного металла в количестве от около 0,05 масс.% до около 1,5 масс.%, причем переходный металл  
20 выбран из группы, состоящей из титана, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, меди, цинка, циркония, ниобия и их смесей. Предпочтительно, оксид переходного металла в смешанном оксиде выбран из группы, состоящей из марганца, железа, меди и их смесей. Более предпочтительно, переходный металл представляет собой железо. Количество оксида переходного металла, присутствующего в оксиде металла второго материала OSC, предпочтительно находится в количестве от около 0,1 масс.% до около 1,0 масс.%, более  
25 предпочтительно от около 0,1 масс.% до около 0,8 масс.% относительно смешанного оксида, наиболее предпочтительно от около 0,2 масс.% до около 0,6 масс.%. Смешанный оксид второго материала OSC может содержать допирующую добавку, выбранную из группы, состоящей из оксида празеодима, оксида лантана и оксида иттрия и их смесей. Количество допирующей добавки обычно составляет от около 1,0 масс.% до около 10 масс.% относительно смешанного  
30 оксида.

Второй материал OSC может составлять от около 10 масс.% до около 90 масс.%, предпочтительно от около 25 масс.% до около 75 масс.%, более предпочтительно от около 35 масс.% до около 65 масс.% в расчете на общую нагрузку покрытия из пористого оксида на вторую каталитическую область.

35           Нагрузка второго материала OSC во второй каталитической области может составлять менее около 1,5 г/дюйм<sup>3</sup>. В некоторых вариантах осуществления нагрузка второго материала OSC во второй каталитической области составляет, например, 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>, 0,7 г/дюйм<sup>3</sup> или 0,6 г/дюйм<sup>3</sup>.

Второй материал OSC и второй носитель из неорганического оксида 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.

5 Альтернативно, второй материал OSC и второй носитель из неорганического оксида 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.

10 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 носитель из неорганического оксида, т. е. может присутствовать на обоих материалах.

15 Второй щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно наносят/осаждают на второй носитель из неорганического оксида. Дополнительно или альтернативно, находясь в контакте со вторым неорганическим оксидом, второй щелочной или щелочноземельный металл может находиться в контакте со вторым материалом OSC и вторым компонентом PGM.

20 Второй щелочной или щелочноземельный металл предпочтительно представляет собой барий или стронций. Предпочтительно, барий или стронций, в случае наличия, присутствует в количестве от около 0,1 масс.% до около 15 масс.% и более предпочтительно от около 3 масс.% до около 10 масс.% в расчете на общую нагрузку покрытия из пористого оксида на вторую каталитическую область.

25 Второй щелочной или щелочноземельный металл более предпочтительно представляет собой барий. Предпочтительно, барий присутствует в количестве от около 0,1 масс.% до около 15 масс.%, более предпочтительно от около 3 масс.% до около 10 масс.% в расчете на общую нагрузку покрытия из пористого оксида на вторую каталитическую область.

Барий предпочтительно присутствует в виде композитного материала  $\text{BaCO}_3$ . Такой материал может быть получен любым способом, известным в данной области, например путем пропитки по влагоемкости или распылительной сушки.

30 В некоторых вариантах осуществления первый компонент PGM и второй компонент PGM имеют массовое соотношение от около 60 : 1 до около 1 : 60. Предпочтительно, первый компонент PGM и второй компонент PGM имеют массовое соотношение от 30 : 1 до 1 : 30. Более предпочтительно, первый компонент PGM и второй компонент PGM имеют массовое соотношение от 20 : 1 до 1 : 20. Наиболее предпочтительно, первый компонент PGM и второй компонент PGM имеют массовое соотношение от 15 : 1 до 1 : 15.

35

Предпочтительно подложка представляет собой проточный монолит или бензиновый фильтр для улавливания частиц с проточными стенками. Более предпочтительно подложка представляет проточный монолит.

5 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  
10 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.

15 В пределах плоскости, перпендикулярной продольному направлению, монолитная подложка предпочтительно имеет от 100 до 900, предпочтительно от 300 до 750 каналов на квадратный дюйм. Например, на первой грани плотность открытых первых каналов и закрытых вторых каналов составляет от 300 до 750 каналов на квадратный дюйм. Поперечные сечения каналов могут иметь прямоугольную, квадратную, круглую, овальную, треугольную,  
20 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  
25 пористый тугоплавкий металл. Такие материалы и их применение для изготовления пористых монолитных подложек хорошо известны в данной области.

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 используемый монолит может быть сформирован  
30 путем склеивания друг с другом множества каналов или путем склеивания друг с другом множества монолитов 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 по настоящему изобретению содержит керамическую подложку, керамическая подложка может быть изготовлена  
35 из любого подходящего огнеупорного материала, например, оксида алюминия, диоксида кремния, оксида титана, 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 смеси оксидов любых двух или более из них. Наиболее предпочтительными являются кордиерит, алюмосиликат магния и карбид кремния.

5 В вариантах осуществления, в которых каталитическое изделие по настоящему изобретению 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 ферритовых сплавов, содержащих железо, никель, хром и/или алюминий в дополнение к другим примесям металлов.

10 В некоторых вариантах осуществления первую каталитическую область наносят/осаждают непосредственно на подложку. В дополнительных вариантах осуществления вторую каталитическую область наносят/осаждают на первую каталитическую область.

В других вариантах осуществления вторую каталитическую область наносят/осаждают непосредственно на подложку. В дополнительных вариантах осуществления первую каталитическую область наносят/осаждают на вторую каталитическую область.

15 Другой аспект настоящего описания относится к способу очистки выхлопного газа автомобиля, содержащего NO<sub>x</sub>, CO и HC, с применением описанного в настоящем документе каталитического изделия.

Другой аспект настоящего изобретения относится к системе для очистки выхлопного газа, содержащей каталитическое изделие, описанное в настоящем документе.

### **Определения**

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

25 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.

30 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 менее около  $\leq 5$  масс.%, предпочтительно менее около  $\leq 2$  масс.%, более предпочтительно менее около  $\leq 1$  масс.%. Выражение «по существу не содержит» включает в себя выражение «не содержит».

35 Выражение «в основном 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 менее около  $\leq 1$  масс.%, предпочтительно

менее около  $\leq 0,5$  масс.%, более предпочтительно менее около  $\leq 0,1$  масс.%. Выражение «почти не содержит» включает в себя выражение «не содержит».

Используемый в настоящем документе термин «нагрузка» относится к мере, измеряемой в г/фут<sup>3</sup> в пересчете на массу металла.

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

**Пример 1. Материалы OSC из смешанного оксида**

- 10 Материалы OSC из смешанного оксида получали путем совместного осаждения раствора, содержащего соли металлов, включая церий, цирконий и другие катионы редкоземельных металлов, а также, при наличии, катион железа, марганца или меди. Смешанный оксид прокаливали при 550 °С в течение 2 ч. Определение характеристик этих смешанных оксидов показано в таблице 1. REO относится к оксиду (-ам) редкоземельного металла.

**ТАБЛИЦА 1**

Материал OSC	Композиция (масс.%)						Площадь поверхности (м <sup>2</sup> /г)
	CeO <sub>2</sub>	ZrO <sub>2</sub>	REO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	CuO	
A (Сравнительный)	50	42,5	7,5	0	0	0	60
B	50	42,2	7,5	0,3	0	0	60
C	50	41,9	7,5	0,6	0	0	60
D	50	41,5	7,5	1,0	0	0	60
E (Сравнительный)	50	40,5	7,5	2,0	0	0	60
F	50	42,2	7,5	0	0,3	0	60
G	50	42,2	7,5	0	0	0,3	60
H (Сравнительный)	45	45	10	0	0	0	60

15

**Пример 2. Эффективность восстановления материалов OSC из смешанного оксида**

Эффективность восстановления материалов A, B, F, G OSC показана в таблице 2.

**ТАБЛИЦА 2**

Материал OSC	Эффективность восстановления
A (сравнительный)	27,5
B (содержащий 0,3 масс.% Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	41,6

F (содержащий 0,3 масс.% MnO <sub>2</sub> )	37,5
G (содержащий 0,3 масс.% CuO)	40,6
H (сравнительный)	32,0

### Пример 3. Испытание на старение материалов OSC из смешанного оксида

Испытания на старение в гидродинамических окислительно-восстановительных условиях при 1000 °С в течение 4 ч проводили на материалах А, В, С, D, E, F и G OSC в окислительной атмосфере и восстановительной газовой атмосфере с составом, представленным ниже в **таблице 3**. Пробы подвергали воздействию окислительной и восстановительной атмосфер в перемежающемся порядке с трехминутными интервалами.

**ТАБЛИЦА 3**

	H <sub>2</sub> (%)	CO (%)	O <sub>2</sub> (%)	H <sub>2</sub> O (%)	N <sub>2</sub>
Окислительная газовая среда	0	0	3	10	Остальная часть
Восстановительная газовая среда	3	3	0	10	Остальная часть

В **таблице 4** показана площадь поверхности по результатам определения методом БЭТ смешанных оксидов А–Е и Н после старения при 1000 °С в течение 4 ч. Проба Е (2,0 масс.% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) продемонстрировала резкое уменьшение площади поверхности после старения по сравнению с пробами В, С и D.

**ТАБЛИЦА 4**

Материал OSC	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> масс.%	Площадь поверхности после испытания на старение (м <sup>2</sup> /г)
А (сравнительный)	0	31
В	0,3	30
С	0,6	28
D	1,0	15
Е (сравнительный)	2,0	8
Н (сравнительный)	0	24

XRD показала, что образование пирохлора является значимым для материалов В и G OSC и незначительным для материала F OSC, тогда как материал А OSC не содержит фазу пирохлора после окислительно-восстановительного старения, как показано на **ФИГ. 1**.

### Пример 4. Получение катализатора и испытание на модели OSC газа

Катализаторы 1–4 в **таблице 5** ниже представляют собой тройные катализаторы с однослойной структурой, которые были получены с помощью материалов А, В, F и G OSC. Слой катализатора содержат Pd, нанесенный на материалы OSC, La-стабилизированный оксид алюминия и Ba в качестве промотора (4 масс.%). Покрытие из пористого оксида было нанесено на проточную сотовую подложку от NGK с размерами 25,4 x 50,0 мм, 400 ячеек на квадратный дюйм и толщиной стенки 4 тысячных дюйма (0,10 мм) с помощью методов, описанных в WO 1999/47260. Нагрузка покрытия из пористого оксида составляла около 2,0 г/дюйм<sup>3</sup>, причем нагрузка Pd составляла 100 г/фут<sup>3</sup>.

**ТАБЛИЦА 5**

Катализатор	Материал OSC	Режим накопления кислорода при 400 °C (O <sub>2</sub> ммоль/сердцевину)
1 (сравнительный)	A	0,70
2	B	1,05
3	F	0,74
4	G	0,79

10

Испытания на модели OSC газа проводили после предварительной обработки 0,5% газообразным O<sub>2</sub> (баланс N<sub>2</sub>), обрабатывая катализатор при 500 °C. Затем были выполнены измерения концентраций CO при 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 и 500 °C путем переключения между обедненной газовой композицией (1% CO, баланс N<sub>2</sub>) и обогащенной газовой композицией (0,5% O<sub>2</sub>, баланс N<sub>2</sub>) каждые 2 мин при пространственной скорости 60 000/ч. Измеренные режимы накопления кислорода катализаторов 1–4 показаны в **таблице 5**.

15

**Пример 5. Получение катализатора и испытание на эффективность**

Катализатор 5 (сравнительный)

Сравнительный катализатор 5 представляет собой тройной (Pd-Rh) катализатор с двухслойной структурой. Нижний слой содержит Pd, нанесенный на материал А OSC из примера 1, первый La-стабилизированный оксид алюминия и Ba в качестве промотора. Нагрузка покрытия из пористого оксида в нижнем слое составляла около 1,7 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Pd составляла 140 г/фут<sup>3</sup>. Верхний слой представляет собой покрытие из пористого оксида, который содержит Rh, нанесенный на второй La-стабилизированный оксид алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в верхнем слое составляла около 0,6 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Rh составляла 24 г/фут<sup>3</sup>. Общая нагрузка покрытия из пористого материала сравнительного катализатора 5 составила около 2,3 г/дюйм<sup>3</sup>.

25

Катализатор 6

Катализатор 6 представляет собой тройной (Pd-Rh) катализатор с двухслойной структурой. Нижний слой представляет собой покрытие из пористого оксида, содержащее Pd, нанесенное на материал В OSC из примера 1, первый La-стабилизированный оксид алюминия и

30



Ва в качестве промотора. Нагрузка покрытия из пористого оксида в нижнем слое составляла около 1,7 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Pd составляла 140 г/фут<sup>3</sup>. Верхний слой представляет собой покрытие из пористого оксида, который содержит Rh, нанесенный на второй La-стабилизированный оксид алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в верхнем слое составляла около 0,6 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Rh составляла 24 г/фут<sup>3</sup>. Общая нагрузка покрытия из пористого оксида в катализаторе 6 составляла около 2,3 г/дюйм<sup>3</sup>.

Сравнительный катализатор 5 и катализатор 6 подвергали стендовому старению в течение 30 ч с циклами старения с отсечкой подачи топлива при пиковых температурах 950 °С. Испытания OSC с бензиновым двигателем проводили с различными скоростями потока. Эффективность катализатора по данным анализа выбросов загрязняющих веществ с применением пробоотборных мешков показана в **таблице 6**.

**ТАБЛИЦА 6**

	Время OSC (с) при каждой скорости потока			
	10 г/с	15 г/с	20 г/с	25 г/с
Сравнительный катализатор 5	8,53	7,16	6,40	5,80
Катализатор 6	8,72	7,40	6,57	5,86

Как показано в **таблице 6**, катализаторы 6 демонстрировали улучшенную эффективность по сравнению со сравнительным катализатором 5.

Выбросы транспортных средств осуществляли на коммерческом транспортном средстве с 1,5-литровым двигателем. Выбросы измеряли в положении после катализатора. В **таблице 7** показана эффективность катализатора по данным анализа выбросов загрязняющих веществ с применением пробоотборных мешков.

**ТАБЛИЦА 7**

	Объемы выбросов загрязняющих веществ (г/миль)		
	THC	CO/10	NO <sub>x</sub>
Сравнительный катализатор 5	0,027	0,166	0,103
Катализатор 6	0,030	0,162	0,106

Как показано в **таблице 7**, катализатор 6 продемонстрировал аналогичный выброс общего количества углеводородов (THC), CO и NO<sub>x</sub> по сравнению со сравнительным катализатором 5.

## 25 **Пример 6. Получение катализатора и испытание на эффективность**

### Катализатор 7 (сравнительный)

Сравнительный катализатор 7 представляет собой набор тройного (Pd-Rh) катализатора с двумя спаренными блоками. Первый блок представляет собой двухслойную структуру. Нижний

слой содержит Pd, нанесенный на материал Н OSC из примера 1, первый La-стабилизированный оксид алюминия и Ba в качестве промотора. Нагрузка покрытия из пористого оксида в нижнем слое составляла около 1,6 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Pd составляла 140 г/фут<sup>3</sup>. Верхний слой представляет собой покрытие из пористого оксида, которое содержит Rh, нанесенный на второй OSC, и La-стабилизированный оксид алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в верхнем слое составляла около 1,0 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Rh составляла 24 г/фут<sup>3</sup>. Общая нагрузка покрытия из пористого оксида первого блока сравнительного катализатора 7 составила около 2,6 г/дюйм<sup>3</sup>.

Второй блок представляет собой двухслойную структуру. Нижний слой содержит Pd, нанесенный на третий OSC, и La-стабилизированный оксид алюминия и Ba в качестве промотора. Нагрузка покрытия из пористого оксида в нижнем слое составляла около 1,8 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Pd составляла 34 г/фут<sup>3</sup>. Верхний слой представляет собой покрытие из пористого оксида, который содержит Rh, нанесенный на четвертый OSC, и La-стабилизированный оксид алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в верхнем слое составляла около 2,0 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Rh составляла 6 г/фут<sup>3</sup>. Общая нагрузка покрытия из пористого оксида второго блока сравнительного катализатора 7 составила около 3,8 г/дюйм<sup>3</sup>.

#### Катализатор 8

Катализатор 8 представляет собой набор тройного (Pd-Rh) катализатора с двумя спаренными блоками. Первый блок представляет собой двухслойную структуру. Нижний слой содержит Pd, нанесенный на материал В OSC из примера 1, первый La-стабилизированный оксид алюминия и Ba в качестве промотора. Нагрузка покрытия из пористого оксида в нижнем слое составляла около 1,6 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Pd составляла 140 г/фут<sup>3</sup>. Верхний слой представляет собой покрытие из пористого оксида, которое содержит Rh, нанесенный на второй OSC, и La-стабилизированный оксид алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в верхнем слое составляла около 1,0 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Rh составляла 24 г/фут<sup>3</sup>. Общая нагрузка покрытия из пористого оксида первого блока катализатора 8 составила около 2,6 г/дюйм<sup>3</sup>.

Второй блок представляет собой двухслойную структуру. Нижний слой содержит Pd, нанесенный на третий OSC, и La-стабилизированный оксид алюминия и Ba в качестве промотора. Нагрузка покрытия из пористого оксида в нижнем слое составляла около 1,8 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Pd составляла 34 г/фут<sup>3</sup>. Верхний слой представляет собой покрытие из пористого оксида, который содержит Rh, нанесенный на четвертый OSC, и La-стабилизированный оксид алюминия. Нагрузка покрытия из пористого оксида в верхнем слое составляла около 2,0 г/дюйм<sup>3</sup>, нагрузка Rh составляла 6 г/фут<sup>3</sup>. Общая нагрузка покрытия из пористого оксида второго блока катализатора 8 составила около 3,8 г/дюйм<sup>3</sup>.

Выбросы транспортных средств осуществляли на коммерческом транспортном средстве с 1,5-литровым двигателем. Выбросы измеряли в положении после катализатора. В таблице 8 показана эффективность катализатора по данным анализа выбросов загрязняющих веществ с применением пробоотборных мешков.

#### ТАБЛИЦА 8

	Объемы выбросов загрязняющих веществ (г/милль)		
	ТНС	СО/10	NO <sub>x</sub>
Сравнительный катализатор 7	0,0120	0,3296	0,0125
Катализатор 8	0,0116	0,3003	0,0112

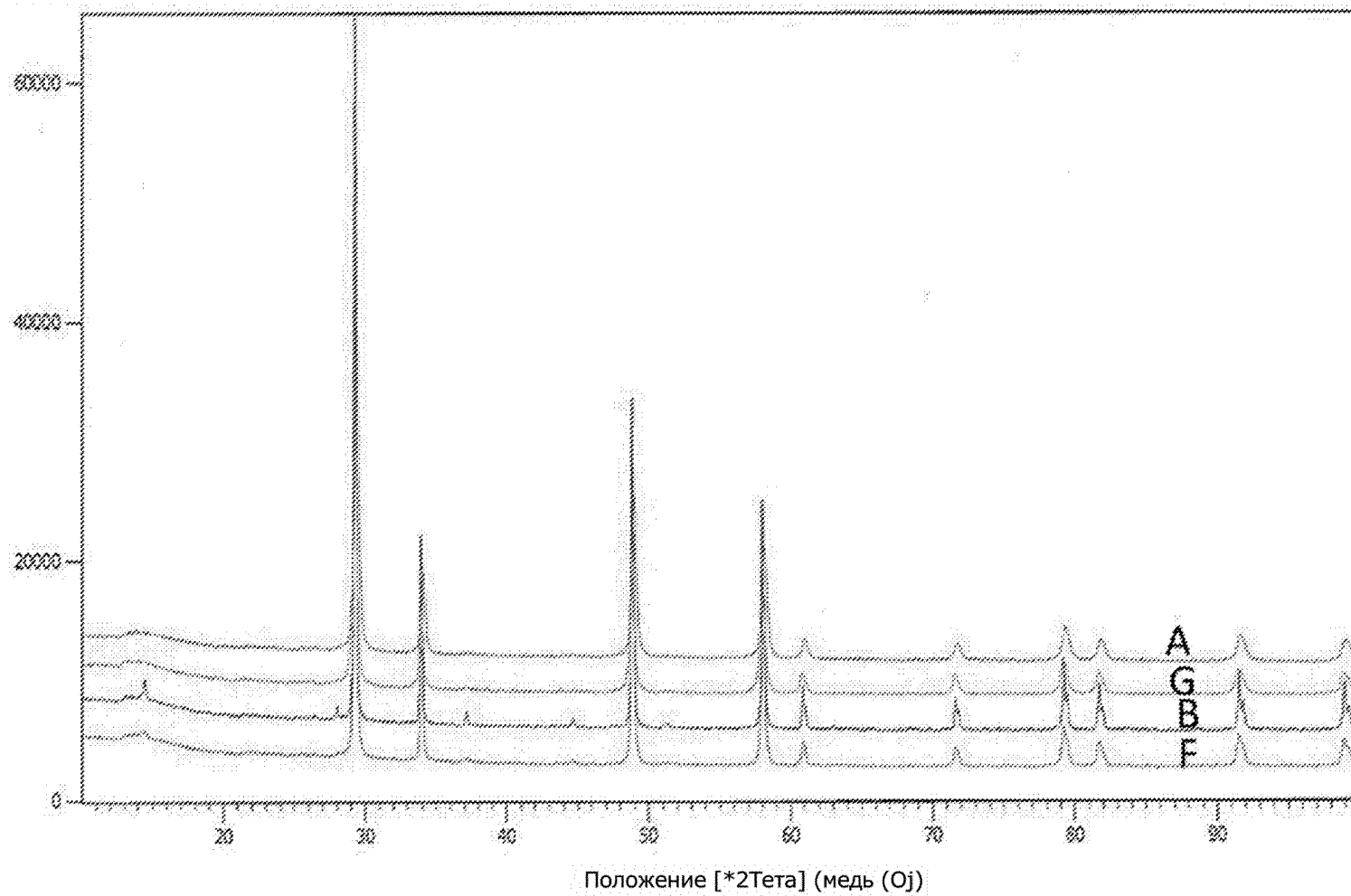
Как показано в **таблице 8**, катализатор 8 продемонстрировал сниженный выброс общего количества углеводородов (ТНС), СО и NO<sub>x</sub> по сравнению со сравнительным катализатором 7.

#### Формула изобретения

1. Материал режима накопления кислорода, содержащий смешанный оксид, причем смешанный оксид содержит оксид церия в количестве от около 10 масс.% до около 80 масс.%; оксид циркония в количестве от около 10 масс.% до около 80 масс.%; и оксид переходного металла в количестве от около 0,05 масс.% до около 1,0 масс.%, причем переходный металл выбран из группы, состоящей из титана, ванадия, хрома, марганца, железа, кобальта, меди, цинка, циркония, ниобия и их смесей.
2. Материал режима накопления кислорода по п. 1, в котором переходный металл выбран из группы, состоящей из марганца, железа, меди и их смесей.
3. Материал режима накопления кислорода по п. 1, в котором переходный металл представляет собой железо.
4. Материал режима накопления кислорода по п. 1, в котором оксид переходного металла находится в количестве от около 0,1 масс.% до около 0,8 масс.%.
5. Материал режима накопления кислорода по п. 1, в котором оксид переходного металла находится в количестве от около 0,2 масс.% до около 0,6 масс.%.
6. Материал режима накопления кислорода по п. 1, в котором смешанный оксид содержит допирующую добавку.
7. Материал режима накопления кислорода по п. 6, в котором допирующая добавка выбрана из группы, состоящей из оксида лантана, оксида неодима, оксида иттербия, оксида празеодима и их смесей.
8. Материал режима накопления кислорода по п. 1, содержащий фазу пирохлора, как определено с помощью XRD.
9. Каталитическая композиция, содержащая компонент, представляющий собой металл платиновой группы (PGM), и материал OSC по п. 1.

10. Каталитическая композиция по п. 9, в которой переходный металл выбран из группы, состоящей из марганца, железа, меди и их смесей.
11. Каталитическая композиция по п. 9, в которой переходный металл представляет собой железо.
12. Каталитическая композиция по п. 9, в которой оксид переходного металла находится в количестве от около 0,1 масс.% до около 0,8 масс.%.
13. Каталитическая композиция по п. 9, в которой оксид переходного металла находится в количестве от около 0,2 масс.% до около 0,6 масс.%.
14. Каталитическая композиция по п. 9, дополнительно содержащая носитель из неорганического оксида.
15. Каталитическая композиция по п. 14, в которой носитель из неорганического оксида представляет собой оксид алюминия.
16. Каталитическая композиция по п. 9, дополнительно содержащая щелочной или щелочноземельный металл.
17. Каталитическая композиция по п. 9, дополнительно содержащая  $\text{BaCO}_3$ .
18. Каталитическое изделие для очистки выхлопного газа, содержащее:
  - подложку; и
  - первую каталитическую область на подложке;причем первая каталитическая область содержит первый компонент PGM и материал режима накопления кислорода по п. 1.
19. Каталитическое изделие по п. 18, в котором переходный металл выбран из группы, состоящей из марганца, железа, меди и их смесей.
20. Каталитическое изделие по п. 18, в котором переходный металл представляет собой железо.

21. Каталитическое изделие по п. 18, в котором оксид переходного металла находится в количестве от около 0,1 масс.% до около 0,8 масс.%.
22. Каталитическое изделие по п. 18, в котором оксид переходного металла находится в количестве от около 0,2 масс.% до около 0,6 масс.%.
23. Каталитическое изделие по п. 18, в котором первая каталитическая область содержит первый носитель из неорганического оксида.
24. Каталитическое изделие по п. 23, в котором первый носитель из неорганического оксида представляет собой оксид алюминия.
25. Каталитическое изделие по п. 18, в котором первая каталитическая область содержит  $\text{BaCO}_3$ .
26. Каталитическое изделие по п. 18, дополнительно содержащее вторую каталитическую область.
27. Система очистки выбросов для очистки потока выхлопного газа сгорания, содержащая каталитическое изделие по п. 18.
28. Способ очистки выхлопного газа из двигателя внутреннего сгорания, включающий приведение выхлопного газа в контакт с каталитическим изделием по п. 18.



ФИГ. 1