



(51) МПК
B01D 53/94 (2006.01)
B01J 29/85 (2006.01)
B01J 23/44 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B01D 53/94 (2021.08); *B01J 29/85* (2021.08); *B01J 23/44* (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2019134061, 29.03.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 29.03.2018

Дата регистрации:
 16.11.2021

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
 30.03.2017 US 62/478,806

(43) Дата публикации заявки: 30.04.2021 Бюл. № 13

(45) Опубликовано: 16.11.2021 Бюл. № 32

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
 национальной фазе: 30.10.2019

(86) Заявка РСТ:
 US 2018/025058 (29.03.2018)

(87) Публикация заявки РСТ:
 WO 2018/183623 (04.10.2018)

Адрес для переписки:
 129090, Москва, ул. Б. Спасская, 25, стр. 3, ООО
 "Юридическая фирма Городисский и
 Партнеры"

(72) Автор(ы):

ЧЭНЬ, Хай-Ин (US),
 ФЕДЕЙКО, Джозеф (US),
 ЛУ, Цзин (US)

(73) Патентообладатель(и):

ДЖОНСОН МЭТТИ ПАБЛИК
 ЛИМИТЕД КОМПАНИ (GB)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: US 20160367941 A1, 22.12.2016. US
 20110271664 A1, 10.11.2011. US 20160367973 A1,
 22.12.2016. US 20150037233 A1, 05.02.2015. RU
 2583374 C2, 10.05.2016.

RU 2759680 C2

RU 2759680 C2

(54) КАТАЛИЗАТОР ASC/DEC С ГЕНЕРИРОВАНИЕМ ЭКЗОТЕРМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА,
 СКОНЦЕНТРИРОВАННОГО В ЗАДНЕЙ ЗОНЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к каталитическому изделию для снижения выбросов вредных веществ из потока выхлопных газов, содержащему подложку, содержащую входную сторону и выходную сторону, первую зону и вторую зону, где первая зона содержит катализатор предотвращения проскока аммиака (ASC), содержащий металл платиновой группы на носителе и первый катализатор SCR, где вторая зона содержит катализатор, содержащий дизельный катализатор окисления (DOC), где

первая зона расположена выше по потоку перед второй зоной; и где первая зона содержит нижний слой, содержащий смесь: (1) металла платиновой группы на носителе и (2) первого катализатора SCR, верхний слой, содержащий второй катализатор SCR, причем верхний слой расположен поверх нижнего слоя. Изобретение также относится к каталитическому изделию для снижения выбросов вредных веществ из потока выхлопных газов, содержащему подложку, содержащую входной конец и выходной конец,

первую зону, вторую зону и третью зону, при этом первая зона содержит второй катализатор SCR, при этом вторая зона содержит катализатор предотвращения проскока аммиака (ASC), содержащий смесь (1) металла платиновой группы на носителе и (2) первого катализатора SCR, при этом третья зона содержит катализатор («катализатор третьей зоны»), содержащий дизельный катализатор окисления (DOC), и при этом первая зона расположена выше по потоку перед второй зоной, и вторая зона расположена выше по потоку перед третьей зоной, причем ASC включен в первый слой, катализатор третьей зоны включен во второй слой, который распространяется от выходного конца на длину, которая меньше полной длины подложки, при этом второй слой расположен поверх первого слоя и имеет меньшую длину, чем первый слой; и второй катализатор SCR включен в слой,

который распространяется от входного конца на длину, которая меньше полной длины подложки, и который по меньшей мере частично перекрывает первый слой. Изобретение также относится к способам снижения выбросов вредных веществ из потока выхлопных газов, включающим контактирование потока выхлопных газов с заявленными катализитическими изделиями. Технический результат заключается в получении катализатора, который обеспечивает как удаление NOx посредством SCR, так и селективное превращение аммиака в азот, и при этом конверсия аммиака происходит в широком диапазоне температур в езловом цикле транспортного средства, и побочные продукты в виде оксида азота и закиси азота образуются в минимальном количестве. 4 н. и 16 з.п. ф-лы, 12 ил., 2 пр.

R U
2 7 5 9 6 8 0
C 2

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) RU (11) 2 759 680⁽¹³⁾ C2

(51) Int. Cl.
B01D 53/94 (2006.01)
B01J 29/85 (2006.01)
B01J 23/44 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(52) CPC
B01D 53/94 (2021.08); *B01J 29/85* (2021.08); *B01J 23/44* (2021.08)

(21)(22) Application: 2019134061, 29.03.2018

(24) Effective date for property rights:
29.03.2018

Registration date:
16.11.2021

Priority:

(30) Convention priority:
30.03.2017 US 62/478,806

(43) Application published: 30.04.2021 Bull. № 13

(45) Date of publication: 16.11.2021 Bull. № 32

(85) Commencement of national phase: 30.10.2019

(86) PCT application:
US 2018/025058 (29.03.2018)

(87) PCT publication:
WO 2018/183623 (04.10.2018)

Mail address:
129090, Moskva, ul. B. Spasskaya, 25, str. 3, OOO
"Yuridicheskaya firma Gorodisskij i Partnery"

(72) Inventor(s):
CHEN, Hai-Ying (US),
FEDEYKO, Joseph (US),
LU, Jing (US)

(73) Proprietor(s):
JOHNSON MATTHEY PUBLIC LIMITED
COMPANY (GB)

(54) ASC/DEC CATALYST WITH GENERATION OF EXOTHERMAL EFFECT CONCENTRATED IN REAR ZONE

(57) Abstract:

FIELD: exhaust gas purification.

SUBSTANCE: invention relates to a catalytic product for reducing emissions of harmful substances from an exhaust gas stream containing substrate containing an inlet side and an outlet side, the first zone and the second zone, where the first zone contains an ammonia slip catalyst (hereinafter – ASC) containing platinum group metal on a carrier and the first SCR catalyst, where the second zone contains a catalyst containing a diesel oxidation catalyst (DOC), where the first zone is located upstream in front of the second zone; and where the first zone contains a lower layer containing a mixture of (1) platinum group metal on

the carrier and (2) the first SCR catalyst, an upper layer containing the second SCR catalyst, wherein the upper layer is located on top of the lower layer. The invention also relates to a catalytic product for reducing emissions of harmful substances from an exhaust gas stream containing substrate containing an inlet end and an outlet end, the first zone, the second zone and the third zone, while the first zone contains the second SCR catalyst, while the second zone contains an ammonia slip catalyst (ASC) containing a mixture of (1) platinum group metal on a carrier and (2) the first SCR catalyst, while the third zone contains a catalyst (“third zone catalyst”) containing a diesel oxidation catalyst (DOC),

R
U

2
7
5
9
6
8
0

C
2

R U 2 7 5 9 6 8 0 C 2

and the first zone is located upstream in front of the second zone, and the second zone is located upstream in front of the third zone, wherein ASC is included in the first layer, the third zone catalyst is included in the second layer, which extends from the outlet end to a length that is less than the full length of substrate, while the second layer is located on top of the first layer and has a shorter length than the first layer; and the second SCR catalyst is included in a layer that extends from the inlet end to a length that is less than the full length of substrate, and which at least partially overlaps the first layer. The invention also relates to methods for

reducing emissions of harmful substances from the exhaust gas stream, including contacting the exhaust gas stream with the claimed catalytic products.

EFFECT: obtaining a catalyst that provides both the removal of NOx by SCR and the selective conversion of ammonia into nitrogen, and at the same time the conversion of ammonia occurs over a wide temperature range in the driving cycle of the vehicle, and by-products in the form of nitric oxide and nitrous oxide are formed in the minimum amount.

20 cl, 12 dwg, 2 ex

R U 2 7 5 9 6 8 0 C 2

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Сжигание углеводородов в дизельных двигателях, стационарных газовых турбинах и других системах приводит к образованию выхлопного газа, который должен быть очищен для удаления оксидов азота (NOx), которые включают NO (оксид азота) и NO₂ (диоксид азота), при этом NO составляет большую часть образующихся NOx. Известно, что NOx вызывают ряд проблем со здоровьем людей, а также вызывают ряд негативных воздействий на окружающую среду, включая образование смога и кислотного дождя. Для уменьшения отрицательного воздействия NO_x в выхлопном газе как на здоровье, так и на окружающую среду, желательно устраниить эти нежелательные компоненты, 10 предпочтительно посредством процесса, который не генерирует других вредных или токсичных веществ.

Выхлопной газ, образующийся в двигателях, работающих на бензинах смесях, и дизельных двигателях, как правило, обладает окислительным воздействием. NOx должны быть подвергнуты селективному восстановлению посредством катализатора и восстановителя в процессе, известном как селективное каталитическое восстановление (SCR), который обеспечивает превращение NOx в элементарный азот (N₂) и воду. В процессе SCR газообразный восстановитель, как правило, безводный аммиак, водный аммиак или мочевину, добавляют к потоку выхлопных газов перед контактированием 20 выхлопных газов с катализатором. Восстановитель абсорбируется на катализаторе, и NO_x подвергаются восстановлению при прохождении газов через катализаторную подложку или поверх нее. Для максимизации конверсии NOx часто необходимо добавлять аммиак в поток газа в количестве, превышающем стехиометрическое. Однако выпуск избыточного аммиака в атмосферу оказывает негативное воздействие на 25 здоровье людей и окружающую среду. Кроме того, аммиак является едким, особенно в его водном виде. Конденсация аммиака и воды в зонах выхлопной системы, расположенных ниже по потоку за каталитическими нейтрализаторами выхлопных газов, может привести к образованию коррозионно-активной смеси, которая может повредить выхлопную систему. Следовательно, выпуск аммиака в выхлопном газе 30 должен быть устранен. Во многих обычных выхлопных системах катализатор окисления аммиака (также известный как катализатор предотвращения проскока аммиака или "ASC") размещен за катализатором SCR по ходу потока для удаления аммиака из выхлопного газа посредством превращения его в азот. Использование катализаторов предотвращения проскока аммиака может обеспечить возможность конверсии NO_x, 35 превышающей 90%, в течение ездового цикла типового дизельного двигателя.

Было бы желательно иметь катализатор, который обеспечивает как удаление NOx посредством SCR, так и селективное превращение аммиака в азот, и при этом конверсия аммиака происходит в широком диапазоне температур в ездовом цикле транспортного средства, и побочные продукты в виде оксида азота и закиси азота образуются в 40 минимальном количестве.

СУЩНОСТЬ ИЗОБРЕТЕНИЯ

В соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения катализитическое изделие включает в себя подложку, имеющую входную сторону и выходную сторону, первую зону и вторую зону, при этом первая зона содержит 45 катализатор предотвращения проскока аммиака (ASC), содержащий металл платиновой группы на носителе и первый катализатор SCR, при этом вторая зона содержит катализатор, выбранный из группы, состоящей из дизельного катализатора окисления (DOC) и дизельного экзотермического катализатора (DEC), и при этом первая зона

расположена выше по потоку перед второй зоной. Первая зона может включать в себя нижний слой, содержащий смесь (1) металла платиновой группы на носителе и (2) первого катализатора SCR, и верхний слой, содержащий второй катализатор SCR, при этом верхний слой расположен поверх нижнего слоя. В некоторых вариантах

5 осуществления первая зона содержит нижний слой, содержащий металл платиновой группы на носителе, и верхний слой, содержащий первый катализатор SCR, при этом верхний слой расположен поверх нижнего слоя.

В некоторых вариантах осуществления носитель содержит кремнийсодержащий материал. Кремнийсодержащий материал содержит материал, выбранный из группы, 10 состоящей из (1) диоксида кремния, (2) цеолита с отношением диоксида кремния к оксиду алюминия, превышающим 200, и (3) оксида алюминия, легированного аморфным диоксидом кремния, с содержанием $\text{SiO}_2 \geq 40\%$. В некоторых вариантах осуществления металл платиновой группы присутствует на носителе в количестве от приблизительно 0,5% масс. до приблизительно 10% масс. от суммарной массы металла платиновой 15 группы и носителя, от приблизительно 1% масс. до приблизительно 6% масс. от суммарной массы металла платиновой группы и носителя или от приблизительно 1,5% масс. до приблизительно 4% масс. от суммарной массы металла платиновой группы и носителя. В некоторых вариантах осуществления металл платиновой группы может содержать платину, палладий или комбинацию платины и палладия. В определенных 20 вариантах осуществления металл платиновой группы содержит платину.

В вышеуказанной смеси весовое отношение первого катализатора SCR к металлу платиновой группы на носителе может составлять от приблизительно 3:1 до приблизительно 300:1, от приблизительно 5:1 до приблизительно 100:1 или от приблизительно 10:1 до приблизительно 50:1.

25 В некоторых вариантах осуществления первый катализатор SCR представляет собой неблагородный металл, оксид неблагородного металла, молекулярное сито, молекулярное сито с замещающим металлом или их смесь. В некоторых вариантах осуществления первого катализатор SCR содержит медь. В некоторых вариантах осуществления второй катализатор SCR представляет собой неблагородный металл, 30 оксид неблагородного металла, молекулярное сито, молекулярное сито с замещающим металлом или их смесь.

Первая зона и вторая зона могут быть расположены на одной подложке, при этом первая зона расположена на входной стороне подложки, и вторая зона расположена на выходной стороне подложки. В некоторых вариантах осуществления подложка 35 содержит первую подложку и вторую подложку, при этом первая зона расположена на первой подложке, и вторая зона расположена на второй подложке, и первая подложка расположена выше по потоку перед второй подложкой.

В соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения способ снижения выбросов вредных веществ из потока выхлопных газов включает 40 контактирование потока выхлопных газов с каталитическим изделием, имеющим подложку с входной стороной и выходной стороной, первую зону и вторую зону, при этом первая зона содержит катализатор предотвращения проскака аммиака (ASC), содержащий металл платиновой группы на носителе и первый катализатор SCR, при этом вторая зона содержит катализатор, выбранный из группы, состоящей из дизельного 45 катализатора окисления (DOC) и дизельного экзотермического катализатора (DEC), и при этом первая зона расположена выше по потоку перед второй зоной. Первая зона может включать в себя нижний слой, содержащий смесь (1) металла платиновой группы на носителе и (2) первого катализатора SCR, и верхний слой, содержащий второй

катализатор SCR, при этом верхний слой расположен поверх нижнего слоя. В некоторых вариантах осуществления первая зона содержит нижний слой, содержащий металл платиновой группы на носителе, и верхний слой, содержащий первый катализатор SCR, при этом верхний слой расположен поверх нижнего слоя.

5 В соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения катализитическое изделие включает в себя подложку, имеющую входной конец и выходной конец, первую зону, вторую зону и третью зону, при этом первая зона включает в себя второй катализатор SCR, при этом вторая зона включает в себя катализатор предотвращения проскока аммиака (ASC), содержащий смесь (1) металла платиновой 10 группы на носителе и (2) первого катализатора SCR, при этом третья зона включает в себя катализатор («катализатор третьей зоны»), выбранный из группы, состоящей из дизельного катализатора окисления (DOC) и дизельного экзотермического катализатора (DEC), и при этом первая зона расположена выше по потоку перед второй зоной, и вторая зона расположена выше по потоку перед третьей зоной. В некоторых вариантах 15 осуществления ASC включен в первый слой, катализатор третьей зоны включен во второй слой, который проходит от выходного конца на длине, которая меньше полной длины подложки, при этом второй слой расположен поверх первого слоя и имеет меньшую длину, чем первый слой, и второй катализатор SCR включен в слой, который проходит от входного конца на длине, которая меньше полной длины подложки, и 20 который по меньшей мере частично перекрывает первый слой. В некоторых вариантах осуществления первый слой проходит от выходного конца на длине, которая меньше полной длины подложки.

В некоторых вариантах осуществления носитель содержит кремнийсодержащий материал. Кремнийсодержащий материал содержит материал, выбранный из группы, 25 состоящей из (1) диоксида кремния, (2) цеолита с отношением диоксида кремния к оксиду алюминия, превышающим 200, и (3) оксида алюминия, легированного аморфным диоксидом кремния, с содержанием $\text{SiO}_2 \geq 40\%$. В некоторых вариантах осуществления металла платиновой группы имеется на носителе в количестве от приблизительно 0,5% масс. до приблизительно 10% масс. от суммарной массы металла платиновой группы и носителя, от приблизительно 1% масс. до приблизительно 6% масс. от суммарной 30 массы металла платиновой группы и носителя или от приблизительно 1,5% масс. до приблизительно 4% масс. от суммарной массы металла платиновой группы и носителя. В некоторых вариантах осуществления металла платиновой группы может содержать платину, палладий или комбинацию платины и палладия. В определенных вариантах 35 осуществления металла платиновой группы содержит платину.

В смеси весовое отношение первого катализатора SCR к металлу платиновой группы на носителе может составлять от приблизительно 3:1 до приблизительно 300:1, от приблизительно 5:1 до приблизительно 100:1 или от приблизительно 10:1 до приблизительно 50:1.

40 В некоторых вариантах осуществления первый катализатор SCR представляет собой неблагородный металл, оксид неблагородного металла, молекулярное сито, молекулярное сито с замещающим металлом или их смесь. В некоторых вариантах осуществления первый катализатор SCR содержит медь. В некоторых вариантах осуществления второй катализатор SCR представляет собой неблагородный металл, оксид неблагородного металла, молекулярное сито, молекулярное сито с замещающим 45 металлом или их смесь.

В некоторых вариантах осуществления первая зона, вторая зона и третья зона расположены на одной подложке, и первая зона расположена на входной стороне

подложки, и третья зона расположена на выходной стороне подложки. В некоторых вариантах осуществления подложка содержит первую подложку и вторую подложку, при этом первая зона и вторая зона расположены на первой подложке, и третья зона расположена на второй подложке, и первая подложка расположена выше по потоку перед второй подложкой. В некоторых вариантах осуществления подложка содержит первую подложку, вторую подложку и третью подложку, при этом первая зона расположена на первой подложке, вторая зона расположена на второй подложке и третья зона расположена на третьей подложке, и первая подложка расположена выше по потоку перед второй подложкой, и вторая подложка расположена выше по потоку перед третьей подложкой.

В соответствии с некоторыми вариантами осуществления настоящего изобретения способ снижения выбросов вредных веществ из потока выхлопных газов включает контактирование потока выхлопных газов с каталитическим изделием, содержащим подложку, содержащую входной конец и выходной конец, первую зону, вторую зону и третью зону, при этом первая зона включает в себя второй катализатор SCR, при этом вторая зона включает в себя катализатор предотвращения проскока аммиака (ASC), содержащий смесь (1) металла платиновой группы на носителе и (2) первого катализатора SCR, при этом третья зона включает в себя катализатор («катализатор третьей зоны»), выбранный из группы, состоящей из дизельного катализатора окисления (DOC) и дизельного экзотермического катализатора (DEC), и при этом первая зона расположена выше по потоку перед второй зоной, и вторая зона расположена выше по потоку перед третьей зоной. В некоторых вариантах осуществления ASC образует первый слой, катализатор третьей зоны образует второй слой и проходит от выходного конца на длине, которая меньше полной длины подложки, при этом второй слой имеет меньшую длину, чем первый слой, и второй катализатор SCR проходит от входного конца на длине, которая меньше полной длины подложки. В некоторых вариантах осуществления первый слой проходит от выходного конца на длине, которая меньше полной длины подложки.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Фиг.1 показывает конфигурацию катализатора, имеющего SCR и смесь ASC/SCR в первой зоне и DOC или DEC во второй зоне.

Фиг.2 показывает конфигурацию катализатора, имеющего SCR в первой зоне, смесь ASC/SCR во второй зоне и DOC или DEC в третьей зоне.

Фиг.3 показывает конфигурацию катализатора, имеющего SCR в первой зоне, смесь ASC/SCR во второй зоне и пропитанный DOC или DEC в третьей зоне.

Фиг.4 показывает конфигурацию контрольного катализатора, имеющего SCR и слой с ASC в первой зоне и DOC или DEC во второй зоне.

Фиг.5 показывает конверсию NH_3 в случае катализатора по изобретению и контрольного катализатора.

Фиг.6 показывает конверсию NO в случае катализатора по изобретению и контрольного катализатора.

Фиг.7 показывает конверсию CO в случае катализатора по изобретению и контрольного катализатора.

Фиг.8 показывает конверсию HC в случае катализатора по изобретению и контрольного катализатора.

Фиг.9 показывает образование N_2O в случае катализатора по изобретению и контрольного катализатора.

Фиг.10 показывает выход N₂ в случае катализатора по изобретению и контрольного катализатора.

Фиг.11 показывает температуру на выходе катализатора по изобретению и контрольного катализатора.

5 Фиг.12 показывает данные по температуре во время испытания на генерирование экзотермического эффекта.

ПОДРОБНОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Катализаторы по настоящему изобретению относятся к каталитическим изделиям, включающим в себя различные конфигурации катализатора (–ов) SCR, ASC и DOC или 10 DEC. Катализаторы и конкретные конфигурации описаны ниже с дополнительными подробностями.

Конфигурация с двумя зонами

Варианты осуществления настоящего изобретения относятся к каталитическим изделиям, имеющим первую зону и вторую зону, при этом первая зона включает в себя 15 катализатор предотвращения проскока аммиака (ASC), содержащий металл платиновой группы на носителе и первый катализатор SCR, и вторая зона включает в себя дизельный катализатор окисления (DOC) или дизельный экзотермический катализатор (DEC). Первая зона может быть выполнена с конфигурацией, включающей нижний слой, включающий в себя смесь (1) металла платиновой группы на носителе и (2) первого 20 катализатора SCR, и верхний слой, включающий в себя второй катализатор SCR, при этом верхний слой расположен поверх нижнего слоя. В некоторых вариантах осуществления первая зона может быть выполнена с конфигурацией, включающей нижний слой, включающий в себя металл платиновой группы на носителе, и верхний слой, включающий в себя первый катализатор SCR, при этом первый слой расположен 25 поверх нижнего слоя. В некоторых вариантах осуществления первая и вторая зоны расположены на одной подложке, при этом первая зона расположена на входной стороне подложки, и вторая зона расположена на выходной стороне подложки. В другом варианте осуществления первая зона расположена на первой подложке, и вторая зона расположена на второй подложке, при этом первая подложка расположена выше 30 по потоку перед второй подложкой. Первая и вторая подложки могут быть соединены вплотную. Когда первая и вторая подложки соединены вплотную, вторая подложка может быть размещена рядом с первой подложкой и/или непосредственно за первой подложкой по ходу потока.

Фиг.1 иллюстрирует двухзонную конфигурацию по вариантам осуществления 35 настоящего изобретения, при этом первая зона имеет нижний слой со смесью металла платиновой группы на носителе и катализатора SCR и верхний слой, включающий в себя катализатор SCR. Вторая зона включает в себя DOC.

Способ уменьшения выбросов вредных веществ из потока выхлопных газов может включать контактирование потока выхлопных газов с каталитическим изделием, 40 описанным в данном документе.

Конфигурация с тремя зонами

Варианты осуществления настоящего изобретения относятся к каталитическим изделиям, имеющим первую зону, вторую зону и третью зону. Первая зона может включать в себя катализатор SCR. Вторая зона может включать в себя ASC, имеющий 45 смесь металла платиновой группы на носителе с первым катализатором SCR. Третья зона может включать в себя катализатор («катализатор третьей зоны»), такой как дизельный катализатор окисления (DOC) или дизельный экзотермический катализатор (DEC). Первая зона расположена выше по потоку перед второй зоной, и вторая зона

расположена выше по потоку перед третьей зоной.

В некоторых вариантах осуществления ASC включен в первый слой. Катализатор третьей зоны может быть включен во второй слой, который проходит от выходного конца на длине, которая меньше полной длины подложки, и второй слой расположен поверх первого слоя и имеет меньшую длину, чем первый слой. Второй катализатор SCR может быть включен в слой, который проходит от входного конца на длине, которая меньше полной длины подложки, и который по меньшей мере частично перекрывает первый слой. В некоторых вариантах осуществления первый слой проходит от выходного конца на длине, которая меньше полной длины подложки. В некоторых вариантах осуществления первый слой проходит от входного конца на длине, которая меньше полной длины подложки.

В некоторых вариантах осуществления первая зона, вторая зона и третья зона расположены на одной подложке, и первая зона расположена на входной стороне подложки, и третья зона расположена на выходной стороне подложки. В некоторых вариантах осуществления первая зона и вторая зона расположены на первой подложке, и третья зона расположена на второй подложке, и первая подложка расположена выше по потоку перед второй подложкой. Первая и вторая подложки могут быть соединены вплотную. Когда первая и вторая подложки соединены вплотную, вторая подложка может быть размещена рядом с первой подложкой и/или непосредственно за первой подложкой по ходу потока.

В некоторых вариантах осуществления первая зона расположена на первой подложке, вторая зона расположена на второй подложке и третья зона расположена на третьей подложке, при этом первая подложка расположена выше по потоку перед второй подложкой, и вторая подложка расположена выше по потоку перед третьей подложкой. Первая, вторая и/или третья подложки могут быть соединены вплотную. Когда первая, вторая и/или третья подложки соединены вплотную, вторая подложка может быть размещена рядом с первой подложкой и/или непосредственно за первой подложкой по ходу потока, и третья подложка может быть размещена рядом со второй подложкой и/или непосредственно за второй подложкой по ходу потока.

Фиг.2 иллюстрирует трехзонную конфигурацию по вариантам осуществления настоящего изобретения с первой зоной, включающей в себя катализатор SCR, второй зоной, включающей в себя ASC, имеющий смесь металла платиновой группы с катализатором SCR, и третьей зоной, включающей в себя DOC. Первая зона расположена выше по потоку перед второй зоной, и вторая зона расположена выше по потоку перед третьей зоной. В конфигурации по фиг.2 смесь включена в нижний слой, который проходит от выходного конца подложки по направлению к входному концу, охватывая длину, которая меньше полной длины подложки. DOC включен в верхний слой, который расположен поверх нижнего слоя, проходит от выходного конца подложки и проходит на длине, которая меньше длины нижнего слоя. Катализатор SCR первой зоны включен в слой, который проходит от входного конца подложки и проходит по направлению к выходному концу, охватывая длину, которая меньше полной длины подложки, и который перекрывает нижний слой, включающий в себя смесь.

Фиг.3 иллюстрирует трехзонную конфигурацию по вариантам осуществления настоящего изобретения с первой зоной, включающей в себя катализатор SCR, второй зоной, включающей в себя ASC, имеющий смесь металла платиновой группы с катализатором SCR, и третьей зоной, включающей в себя DOC. Первая зона расположена выше по потоку перед второй зоной, и вторая зона расположена выше по потоку перед третьей зоной. В конфигурации по фиг.3 смесь включена в нижний слой, который

проходит от выходного конца подложки по направлению к входному концу, охватывая длину, которая меньше полной длины подложки. Зона DOC пропитана раствором нитрата платины или нитрата палладия, или смешанным нитратом платины и палладия. Катализатор SCR первой зоны включен в слой, который проходит от входного конца подложки и проходит по направлению к выходному концу, охватывая длину, которая меньше полной длины подложки, и который перекрывает нижний слой, включающий в себя смесь.

Способ уменьшения выбросов вредных веществ из потока выхлопных газов может включать контактирование потока выхлопных газов с каталитическим изделием,

10 описанным в данном документе.

Катализатор окисления аммиака

Кatalитические изделия по настоящему изобретению могут включать в себя один или более катализаторов окисления аммиака, также называемых катализатором предотвращения проскока аммиака (“ASC”). Один или более ASC могут быть

15 предусмотрены вместе с катализатором SCR или за катализатором SCR по ходу потока для окисления избыточного аммиака и предотвращения его выпуска в атмосферу. В некоторых вариантах осуществления ASC может быть предусмотрен на той же подложке, что и катализатор SCR, или смешан с катализатором SCR. В определенных вариантах осуществления материала катализатора окисления аммиака может быть 20 выбран для содействия окислению аммиака вместо образования NO_x или N_2O .

Предпочтительные материалы катализатора включают платину, палладий или их комбинацию. Катализатор окисления аммиака может содержать платину и/или палладий на носителе из оксида металла. В некоторых вариантах осуществления катализатор размещен на носителе с большой площадью поверхности, включающем, среди прочего, оксид алюминия.

платиновой группы и носителя, приблизительно 7% масс. от суммарной массы металла платиновой группы и носителя, приблизительно 8% масс. от суммарной массы металла платиновой группы и носителя, приблизительно 9% масс. от суммарной массы металла платиновой группы и носителя или приблизительно 10% масс. от суммарной массы металла платиновой группы и носителя.

5 В некоторых вариантах осуществления кремнийсодержащий носитель может содержать молекулярное сито, имеющее тип каркаса BEA, CDO, CON, FAU, MEL, MFI или MWW.

Катализатор SCR

10 Системы по настоящему изобретению могут включать в себя один или более катализаторов SCR. В некоторых вариантах осуществления каталитическое изделие может включать в себя первый катализатор SCR и второй катализатор SCR. В некоторых вариантах осуществления первый катализатор SCR и второй катализатор SCR могут содержать одинаковый состав. В некоторых вариантах осуществления первый 15 катализатор SCR и второй катализатор SCR могут содержать составы, отличающиеся друг от друга.

Система очистки выхлопных газов по изобретению может включать в себя 20 катализатор SCR, который расположен ниже по потоку за инжектором, предназначенным для ввода аммиака или соединения, разлагаемого до аммиака в выхлопном газе. Катализатор SCR может быть расположен непосредственно за инжектором, предназначенным для ввода аммиака или соединения, разлагаемого до аммиака, по ходу потока (например, отсутствует промежуточный катализатор между инжектором и катализатором SCR).

Катализатор SCR включает в себя подложку и каталитическую композицию.

25 Подложка может представлять собой проточную подложку или фильтрующую подложку. Когда катализатор SCR имеет проточную подложку, подложка может содержать композицию катализатора SCR (то есть катализатор SCR получают экструзией), или композиция катализатора SCR может быть размещена на подложке или может опираться на подложку (то есть, композицию катализатора SCR наносят на подложку методом нанесения покрытия "washcoat").

Когда катализатор SCR имеет фильтрующую подложку, он представляет собой 30 катализатор селективного каталитического восстановления с фильтром, который упоминается в данном документе посредством аббревиатуры "SCRF". SCRF содержит фильтрующую подложку и композицию для селективного каталитического восстановления (SCR). Ссылки на применение катализаторов SCR во всей данной заявке следует понимать как охватывающие также применение катализаторов SCRF там, где это уместно.

Композиция для селективного каталитического восстановления может содержать 35 состав катализатора SCR или состоять по существу из состава катализатора SCR на основе оксида металла, на основе молекулярного сита или на основе их смеси. Такие составы катализаторов SCR известны в данной области техники.

Композиция для селективного каталитического восстановления может содержать 40 состав катализатора SCR или состоять по существу из состава катализатора SCR на основе оксида металла. Состав катализатора SCR на основе оксида металла содержит ванадий или вольфрам или их смесь на носителе из тугоплавкого оксида. Тугоплавкий оксид может быть выбран из группы, состоящей из оксида алюминия, диоксида кремния, диоксида титана, диоксида циркония, диоксида церия и их комбинаций.

Состав катализатора SCR на основе оксида металла может содержать оксид ванадия

(например, V_2O_5) и/или оксид вольфрама (например, WO_3) или состоять по существу из оксида ванадия (например, V_2O_5) и/или оксида вольфрама (например, WO_3) на носителе из тугоплавкого оксида, выбранного из группы, состоящей из диоксида титана (например, TiO_2), диоксида церия (например, CeO_2) и смешанного или сложного оксида церия и циркония (например, $Ce_xZr_{(1-x)}O_2$, где $x=0,1-0,9$, предпочтительно $x=0,2-0,5$).

Когда тугоплавкий оксид представляет собой диоксид титана (например, TiO_2), концентрация оксида ванадия предпочтительно составляет от 0,5 до 6% масс. (например, от состава катализатора SCR на основе оксида металла) и/или концентрация оксида вольфрама (например, WO_3) составляет от 5 до 20% масс. Более предпочтительно, если оксид ванадия (например, V_2O_5) и оксид вольфрама (например, WO_3) предусмотрены на носителе из диоксида титана (например, TiO_2).

Когда тугоплавкий оксид представляет собой диоксид церия (например, CeO_2), концентрация оксида ванадия предпочтительно составляет от 0,1 до 9% масс. (например, от состава катализатора SCR на основе оксида металла) и/или концентрация оксида вольфрама (например, WO_3) составляет от 0,1 до 9% масс.

Состав катализатора SCR на основе оксида металла может содержать оксид ванадия (например, V_2O_5) и при необходимости оксид вольфрама (например, WO_3) или состоять по существу из оксида ванадия (например, V_2O_5) и при необходимости оксида вольфрама (например, WO_3) на носителе из диоксида титана (например, TiO_2).

Композиция для селективного катализитического восстановления может содержать состав катализатора SCR или состоять по существу из состава катализатора SCR на основе молекулярного сита. Состав катализатора SCR на основе молекулярного сита содержит молекулярное сито, которое при необходимости представляет собой молекулярное сито с замещающим переходным металлом. Предпочтительно, чтобы состав катализатора SCR содержал молекулярное сито с замещающим переходным металлом.

В большинстве случаев состав катализатора SCR на основе молекулярного сита может содержать молекулярное сито, имеющее алюмосиликатный каркас (например, цеолит), алюмофосфатный каркас (например, $AlPO$), силикоалюмофосфатный каркас (например, $SAPO$), содержащий гетероатомы, алюмосиликатный каркас, содержащий гетероатомы, алюмофосфатный каркас (например, $MeAlPO$, где Me представляет собой металл) или содержащий гетероатомы, силикоалюмофосфатный каркас (например, $MeAPSO$, где Me представляет собой металл). Гетероатом (то есть, в каркасе, содержащем гетероатомы) может быть выбран из группы, состоящей из бора (B), галлия (Ga), титана (Ti), циркония (Zr), цинка (Zn), железа (Fe), ванадия (V) и комбинаций из любых двух или более из них. Предпочтительно, чтобы гетероатомом представлял собой металл (например, каждый из вышеуказанных каркасов, содержащих гетероатомы, может представлять собой металлокомплексный каркас).

Предпочтительно, чтобы состав катализатора SCR на основе молекулярного сита содержал молекулярное сито, имеющее алюмосиликатный каркас (например, цеолит) или силикоалюмофосфатный каркас (например, $SAPO$), или состоял по существу из такого сита.

Когда молекулярное сито имеет алюмосиликатный каркас (например, молекулярное сито представляет собой цеолит), молекулярное сито, как правило, имеет молярное отношение диоксида кремния к оксиду алюминия (SAR), составляющее от 5 до 200

(например, от 10 до 200), от 10 до 100 (например, от 10 до 30 или от 20 до 80), например, от 12 до 40 или от 15 до 30. В некоторых вариантах осуществления подходящее молекулярное сито имеет SAR, составляющее > 200, > 600 или > 1200. В некоторых вариантах осуществления молекулярное сито имеет SAR от приблизительно 1500 до 5 приблизительно 2100.

Молекулярное сито, как правило, является микропористым. Микропористое молекулярное сито имеет поры с диаметром, составляющим менее 2 нм (например, в соответствии с определением «микропористого» согласно IUPAC (IUPAC – 10 Международный союз теоретической и прикладной химии) [см. *Pure & Appl. Chem.*, 66 (8), (1994), 1739–1758]).

Состав катализатора SCR на основе молекулярного сита может содержать мелкопористое молекулярное сито (например, молекулярное сито, имеющее максимальный размер кольца из восьми тетраэдрических атомов), среднепористое молекулярное сито (например, молекулярное сито, имеющее максимальный размер 15 кольца из десяти тетраэдрических атомов) или крупнопористое молекулярное сито (например, молекулярное сито, имеющее максимальный размер кольца из двенадцати тетраэдрических атомов) или комбинацию из двух или более из них.

Когда молекулярное сито представляет собой мелкопористое молекулярное сито, мелкопористое молекулярное сито может иметь структуру каркаса, представленную 20 кодом типа каркаса (FTC), выбранным из группы, состоящей из ACO, AEI, AEN, AFN, AFT, AFX, ANA, APC, APD, ATT, CDO, CHA, DDR, DFT, EAB, EDI, EPI, ERI, GIS, GOO, IHW, ITE, ITW, LEV, LTA, KFI, MER, MON, NSI, OWE, PAU, PHI, RHO, RTH, SAT, SAV, SFW, SIV, THO, TSC, UEI, UFI, VNI, YUG и ZON или смеси и/или структуры со срастанием двух или более из них. Мелкопористое молекулярное сито предпочтительно имеет 25 структуру каркаса, представленную FTC, выбранным из группы, состоящей из CHA, LEV, AEI, AFX, ERI, LTA, SFW, KFI, DDR и ITE. Более предпочтительно, если мелкопористое молекулярное сито имеет структуру каркаса, представленную FTC, выбранным из группы, состоящей из CHA и AEI. Мелкопористое молекулярное сито может иметь структуру каркаса, представленную FTC CHA. Мелкопористое 30 молекулярное сито может иметь структуру каркаса, представленную FTC AEI. Когда мелкопористое молекулярное сито представляет собой цеолит и имеет структуру каркаса, представленную FTC CHA, цеолит может представлять собой хабазит.

Когда молекулярное сито представляет собой среднепористое молекулярное сито, среднепористое молекулярное сито может иметь структуру каркаса, представленную 35 кодом типа каркаса (FTC), выбранным из группы, состоящей из AEL, AFO, AHT, BOF, BOZ, CGF, CGS, CHI, DAC, EUO, FER, HEU, IMF, ITH, ITR, JRY, JSR, JST, LAU, LOV, MEL, MFI, MFS, MRE, MTT, MVY, MWW, NAB, NAT, NES, OBW, –PAR, PCR, PON, PUN, RRO, RSN, SFF, SFG, STF, STI, STT, STW, –SVR, SZR, TER, TON, TUN, UOS, VSV, WEI и WEN или смеси и/или структуры со срастанием двух или более из них. Среднепористое 40 молекулярное сито предпочтительно имеет структуру каркаса, представленную FTC, выбранным из группы, состоящей из FER, MEL, MFI и STT. Более предпочтительно, если среднепористое молекулярное сито имеет структуру каркаса, представленную FTC, выбранным из группы, состоящей из FER и MFI, в частности, MFI. Когда среднепористое молекулярное сито представляет собой цеолит и имеет структуру 45 каркаса, представленную FTC FER или MFI, цеолит может представлять собой феррьеит, силикалит или ZSM-5.

Когда молекулярное сито представляет собой крупнопористое молекулярное сито, крупнопористое молекулярное сито может иметь структуру каркаса, представленную

кодом типа каркаса (FTC), выбранным из группы, состоящей из AFI, AFR, AFS, AFY, ASV, ATO, ATS, BEA, BEC, BOG, BPH, BSV, CAN, CON, CZP, DFO, EMT, EON, EZT, FAU, GME, GON, IFR, ISV, ITG, IWR, IWS, IWV, IWW, JSR, LTF, LTL, MAZ, MEI, MOR, MOZ, MSE, MTW, NPO, OFF, OKO, OSI, -RON, RWY, SAF, SAO, SBE, SBS, SBT, SEW,

- 5 SFE, SFO, SFS, SFV, SOF, SOS, STO, SSF, SSY, USI, UWY и VET или смеси и/или структуры со срастанием двух или более из них. Крупнопористое молекулярное сито предпочтительно имеет структуру каркаса, представленную FTC, выбранным из группы, состоящей из AFI, BEA, MAZ, MOR и OFF. Более предпочтительно, если крупнопористое молекулярное сито имеет структуру каркаса, представленную FTC, выбранным из 10 группы, состоящей из BEA, MOR и MFI. Когда крупнопористое молекулярное сито представляет собой цеолит и имеет структуру каркаса, представленную FTC BEA, FAU или MOR, цеолит может представлять собой цеолит бета, фоязит, цеолит Y, цеолит X или морденит.

15 Как правило, предпочтительно, чтобы молекулярное сито представляло собой мелкопористое молекулярное сито.

Состав катализатора SCR на основе молекулярного сита предпочтительно содержит молекулярное сито с замещающим переходным металлом. Переходный металл может быть выбран из группы, состоящей из кобальта, меди, железа, марганца, никеля, палладия, платины, рутения и рения.

- 20 Переходный металл может представлять собой медь. Преимущество составов катализатора SCR, содержащих медьзамещенное молекулярное сито, состоит в том, что такие составы имеют очень хорошую активность при восстановлении NO_x при низких температурах (например, она может превосходить активность 25 железозамещенного молекулярного сита при восстановлении NO_x при низких температурах). Системы и способ по настоящему изобретению могут включать любой тип катализатора SCR, однако системы по настоящему изобретению могут обеспечивать более заметные преимущества для катализаторов SCR, включающих в себя медь, («катализаторов Cu-SCR»), поскольку они особенно подвержены воздействию 30 сульфатации. Составы катализаторов Cu-SCR могут включать, например, Cu-замещенный SAPO-34, Cu-замещенный цеолит CHA, Cu-замещенные цеолиты AEI или их комбинации.

Переходный металл может иметься во внешеточном месте на наружной поверхности молекулярного сита или в канале, полости или каркасе молекулярного сита.

- 35 Молекулярное сито с замещающим переходным металлом, как правило, содержит замещающий переходный металл в количестве от 0,10 до 10% масс., предпочтительно в количестве от 0,2 до 5% масс.

Как правило, катализатор селективного каталитического восстановления содержит 40 композицию для селективного каталитического восстановления с общей концентрацией от 0,5 до 4,0 г/дюйм³ (от 0,03 до 0,244 г/см³), предпочтительно от 1,0 до 3,0 г/дюйм³ (от 0,061 до 0,183 г/см³).

- Композиция катализатора SCR может содержать смесь состава катализатора SCR на основе оксида металла и состава катализатора SCR на основе молекулярного сита. 45 (а) Состав катализатора SCR на основе оксида металла может содержать оксид ванадия (например, V_2O_5) и при необходимости оксид вольфрама (например, WO_3) или состоять по существу из оксида ванадия (например, V_2O_5) и при необходимости оксида вольфрама

(например, WO_3) на носителе из диоксида титана (например, TiO_2), и (b) состав катализатора SCR на основе молекулярного сита может содержать молекулярное сито с замещающим переходным металлом.

Когда катализатор SCR представляет собой SCRF, фильтрующая подложка может 5 предпочтительно представлять собой фильтрующую монолитную подложку с проточными стенками. Монолитная фильтрующая подложка с проточными стенками (например, в SCR–DPF), как правило, имеет плотность расположения ячеек, составляющую от 60 до 400 ячеек на квадратный дюйм (от 9,3 до 62 ячеек на 1 см^2). Предпочтительно, чтобы монолитная фильтрующая подложка с проточными стенками 10 имела плотность расположения ячеек, составляющую от 100 до 350 ячеек на кв. дюйм (от 15,5 до 54 ячеек на 1 см^2), более предпочтительно от 200 до 300 ячеек на кв. дюйм (от 31 до 46,5 ячейки на 1 см^2).

Монолитная фильтрующая подложка с проточными стенками может иметь толщину 15 стенок (например, среднюю толщину внутренних стенок), составляющую от 0,20 до 0,50 мм, предпочтительно от 0,25 до 0,35 мм (например, приблизительно 0,30 мм).

Монолитная фильтрующая подложка с проточными стенками без покрытия, как правило, имеет пористость от 50 до 80%, предпочтительно от 55 до 75% и более 20 предпочтительно от 60 до 70%.

Монолитная фильтрующая подложка с проточными стенками без покрытия, как 25 правило, имеет средний размер пор, составляющий, по меньшей мере, 5 мкм. Предпочтительно, чтобы средний размер пор составлял от 10 до 40 мкм, например, 15–35 мкм, более предпочтительно 20–30 мкм.

Фильтрующая подложка с проточными стенками может иметь симметричную 25 конструкцию ячеек или асимметричную конструкцию ячеек.

Как правило, в случае SCRF композиция для селективного каталитического восстановления размещена в стенке монолитной фильтрующей подложки с проточными стенками. Кроме того, композиция для селективного каталитического восстановления может быть размещена на стенках входных каналов и/или на стенках выходных каналов.

Смесь

Варианты осуществления настоящего изобретения могут включать в себя смесь (1) металла платиновой группы на носителе и (2) катализатора SCR. В некоторых вариантах осуществления в смеси весовое отношение катализатора SCR к металлу платиновой группы на носителе составляет от приблизительно 3:1 до приблизительно 300:1, от 35 приблизительно 3:1 до приблизительно 250:1, от приблизительно 3:1 до приблизительно 200:1, от приблизительно 4:1 до приблизительно 150:1, от приблизительно 5:1 до приблизительно 100:1, от приблизительно 6:1 до приблизительно 90:1, от приблизительно 7:1 до приблизительно 80:1, от приблизительно 8:1 до приблизительно 70:1, от приблизительно 9:1 до приблизительно 60:1, от приблизительно 10:1 до приблизительно 40:1, приблизительно 3:1, приблизительно 4:1, приблизительно 5:1, приблизительно 6:1, приблизительно 7:1, приблизительно 8:1, приблизительно 9:1, приблизительно 10:1, приблизительно 15:1, приблизительно 20:1, приблизительно 25:1, приблизительно 30:1, приблизительно 40:1, приблизительно 50:1, приблизительно 75:1, приблизительно 100:1, приблизительно 125:1, приблизительно 150:1, приблизительно 175:1, приблизительно 200:1, приблизительно 225:1, приблизительно 250:1, приблизительно 275:1 или 45 приблизительно 300:1.

DOC

Каталитические изделия и системы по настоящему изобретению могут включать в

себя один или более дизельных катализаторов окисления. Катализаторы окисления и, в частности, дизельные катализаторы окисления (DOC) хорошо известны в данной области техники. Катализаторы окисления предназначены для окисления CO до CO₂ и окисления газообразных углеводородов (HC) и органической фракции твердых частиц, выходящих с выхлопными газами двигателя, (растворимой органической фракции) до CO₂ и H₂O. Типовые катализаторы окисления включают в себя платину и при необходимости также палладий на носителе из неорганического оксида с большой площадью поверхности, таком как оксид алюминия, алюмосиликат и цеолит.

Подложка

Каждый из катализаторов по настоящему изобретению может дополнительно содержать проточную подложку или фильтрующую подложку. В одном варианте осуществления катализатор может быть нанесен в виде покрытия на проточную или фильтрующую подложку и предпочтительно осажден на проточной или фильтрующей подложке посредством использования процедуры нанесения покрытия “washcoat”.

Комбинация катализатора SCR и фильтра известна как фильтр для селективного каталитического восстановления (катализатор SCRF). Катализатор SCRF представляет собой устройство с одной подложкой, которое объединяет функциональные возможности SCR и фильтра для улавливания твердых частиц, и при желании пригоден для вариантов осуществления настоящего изобретения. Описание катализатора SCR и ссылки на катализатор SCR во всей данной заявке следует понимать как охватывающие также катализатор SCRF там, где это уместно.

Проточная или фильтрующая подложка представляет собой подложку, которая способна удерживать компоненты катализатора/адсорбера. Подложка предпочтительно представляет собой керамическую подложку или металлическую подложку.

Керамическая подложка может быть образована из любого жаропрочного материала, например, оксида алюминия, диоксида кремния, диоксида титана, диоксида церия, диоксида циркония, оксида магния, цеолитов, нитрида кремния, карбида кремния, силикатов циркония, силикатов магния, алюмосиликатов, металлоалюмосиликатов (таких, как кордиерит и сподумен) или смеси или смешанного оксида из любых двух или более из них. Особенно предпочтительны кордиерит, магний–алюмосиликат и карбид кремния.

Металлические подложки могут быть образованы из любого пригодного металла и, в частности, из жаростойких металлов и металлических сплавов, таких как титан и нержавеющая сталь, а также из ферросплавов, содержащих железо, никель, хром и/или алюминий помимо других металлических микропримесей.

Проточная подложка предпочтительно представляет собой проточный монолит, имеющий сотовую структуру с множеством малых параллельных тонкостенных каналов, проходящих в аксиальном направлении через подложку и проходящих насквозь от входа или выхода подложки. Поперечное сечение канала подложки может иметь любую форму, но предпочтительно является квадратным, синусоидальным, треугольным, прямоугольным, шестиугольным, трапециевидным, круглым или овальным. Проточная подложка может также быть высокопористой, что позволяет катализатору проникать в стенки подложки.

Фильтрующая подложка предпочтительно представляет собой монолитный фильтр с проточными стенками. Каналы фильтра с проточными стенками попеременно заблокированы, что позволяет потоку выхлопных газов входить в канал с входной стороны, затем проходить через стенки каналов и выходить из фильтра из другого канала, ведущего к выходной стороне. Таким образом, твердые частицы в потоке

выхлопных газов улавливаются в фильтре.

Катализатор/адсорбер может быть добавлен к проточной или фильтрующей подложке с помощью любого известного средства, такого как процедура нанесения покрытия "washcoat".

5 **Инжектор для восстановителя/мочевины**

Система может включать в себя средство для ввода азотсодержащего восстановителя в систему очистки выхлопных газов перед катализатором SCR и/или SCRF по ходу потока. Может быть предпочтительным, чтобы средство для ввода азотсодержащего восстановителя в систему очистки выхлопных газов находилось непосредственно перед 10 катализатором SCR или SCRF по ходу потока (например, отсутствует какой-либо промежуточный катализатор между средством для ввода азотсодержащего восстановителя и катализатором SCR или SCRF).

15 Восстановитель добавляют в проходящий выхлопной газ с помощью любого средства, пригодного для ввода восстановителя в выхлопной газ. Пригодные средства включают инжектор, распылитель или питатель. Такие средства хорошо известны в данной области техники.

20 Азотсодержащий восстановитель, предназначенный для использования в системе, может представлять собой аммиак сам по себе, гидразин или предшественник аммиака, выбранный из группы, состоящей из мочевины, карбоната аммония, карбамата аммония, гидрокарбоната аммония и формиата аммония. Особенно предпочтительна мочевина.

25 Система очистки выхлопных газов также может содержать средство для регулирования ввода восстановителя в выхлопной газ для восстановления NOx, содержащихся в нем. Предпочтительное средство регулирования может включать в себя электронный блок управления, при необходимости блок управления двигателем, и может дополнительно содержать датчик NOx, расположенный ниже по потоку за катализатором восстановления NO.

Преимущества

30 Каталитические изделия по настоящему изобретению могут обеспечить более высокую каталитическую активность и селективность. Кроме того, в некоторых вариантах осуществления окисление HC и генерирование экзотермического эффекта могут быть сконцентрированы в задней зоне, посредством чего передняя зона ASC будет защищена от гидротермального разложения.

35 В некоторых вариантах осуществления каталитические изделия по настоящему изобретению могут иметь эквивалентную или повышенную активность в отношении конверсии NH₃ по сравнению с каталитическим изделием, которое является эквивалентным за исключением того, что оно не включает в себя первый катализатор SCR и имеет носитель, который не является кремнийсодержащим. В некоторых вариантах осуществления каталитические изделия по настоящему изобретению могут иметь повышенную активность в отношении конверсии NH₃ по сравнению с каталитическим 40 изделием, которое является эквивалентным за исключением того, что оно не включает в себя первый катализатор SCR и имеет носитель, который не является кремнийсодержащим, при этом каталитическое изделие по изобретению демонстрирует повышение конверсии NH₃ при температурах от приблизительно 200°C до 45 приблизительно 300°C, составляющее до приблизительно 20%, до приблизительно 15%, до приблизительно 10%, от приблизительно 1% до приблизительно 20%, от приблизительно 2% до приблизительно 18%, от приблизительно 3% до приблизительно 16%, от приблизительно 4% до приблизительно 14%, от приблизительно 5% до

приблизительно 12%, от приблизительно 5% до приблизительно 10%, приблизительно 1%, приблизительно 2%, приблизительно 3%, приблизительно 4%, приблизительно 5%, приблизительно 6%, приблизительно 8%, приблизительно 10%, приблизительно 12%, приблизительно 15%, приблизительно 17% или приблизительно 20%.

- 5 В некоторых вариантах осуществления каталитические изделия по настоящему изобретению могут обеспечить эквивалентную или увеличенную конверсию NOx по сравнению с каталитическим изделием, которое является эквивалентным за исключением того, что оно не включает в себя первый катализатор SCR и имеет носитель, который не является кремнийсодержащим. В некоторых вариантах осуществления каталитические
- 10 изделия по настоящему изобретению могут иметь повышенную активность в отношении конверсии NOx по сравнению с каталитическим изделием, которое является эквивалентным за исключением того, что оно не включает в себя первый катализатор SCR и имеет носитель, который не является кремнийсодержащим, при этом каталитическое изделие по изобретению демонстрирует повышение конверсии NOx
- 15 при температурах выше приблизительно 300°C, составляющее до приблизительно 75%, до приблизительно 60%, до приблизительно 50%, до приблизительно 40%, от приблизительно 1% до приблизительно 70%, от приблизительно 5% до приблизительно 60%, от приблизительно 10% до приблизительно 50%, от приблизительно 15% до приблизительно 45%, от приблизительно 20% до приблизительно 40%, от приблизительно
- 20 25% до приблизительно 35%, приблизительно 1%, приблизительно 2%, приблизительно 5%, приблизительно 10%, приблизительно 15%, приблизительно 20%, приблизительно 25%, приблизительно 30%, приблизительно 35%, приблизительно 40%, приблизительно 45%, приблизительно 50%, приблизительно 55%, приблизительно 60%, приблизительно 65%, приблизительно 70% или приблизительно 75%.
- 25 В некоторых вариантах осуществления каталитические изделия по настоящему изобретению могут иметь уменьшенную активность в отношении образования N₂O при температурах от 200°C до 500°C по сравнению с каталитическим изделием, которое является эквивалентным за исключением того, что оно не включает в себя первый катализатор SCR и имеет носитель, который не является кремнийсодержащим. В
- 30 некоторых вариантах осуществления каталитические изделия по настоящему изобретению могут иметь уменьшенную активность в отношении образования N₂O по сравнению с каталитическим изделием, которое является эквивалентным за исключением того, что оно не включает в себя первый катализатор SCR и имеет носитель, который не является кремнийсодержащим, при этом каталитическое изделие по изобретению демонстрирует уменьшение образования N₂O при температурах от 200°C до 500°C, составляющее до приблизительно 75%, до приблизительно 60%, до приблизительно 50%, до приблизительно 40%, от приблизительно 1% до приблизительно 70%, от
- 35 приблизительно 5% до приблизительно 65%, от приблизительно 10% до приблизительно 60%, от приблизительно 15% до приблизительно 55%, от приблизительно 20% до приблизительно 50%, от приблизительно 25% до приблизительно 45%, от приблизительно 30% до приблизительно 40%, приблизительно 1%, приблизительно 5%, приблизительно 10%, приблизительно 15%, приблизительно 20%, приблизительно 25%, приблизительно 30%, приблизительно 35%, приблизительно 40%, приблизительно 45%, приблизительно 50%, приблизительно 55%, приблизительно 60%, приблизительно 65% или
- 40 приблизительно 70%.
- 45 В некоторых вариантах осуществления каталитические изделия по настоящему изобретению включают в себя первую зону, имеющую сниженную активность в

отношении конверсии углеводородов при температурах $\geq 250^{\circ}\text{C}$ по сравнению с каталитическим изделием, которое является эквивалентным за исключением того, что оно не включает в себя первый катализатор SCR и имеет носитель, который не является кремнийсодержащим. В некоторых вариантах осуществления каталитические изделия по настоящему изобретению могут включать в себя первую зону, имеющую сниженную активность в отношении конверсии углеводородов по сравнению с каталитическим изделием, которое является эквивалентным за исключением того, что оно не включает в себя первый катализатор SCR и имеет носитель, который не является кремнийсодержащим, при этом первая зона демонстрирует снижение активности в

5 отношении конверсии углеводородов при температурах $\geq 250^{\circ}\text{C}$, составляющее до приблизительно 95%, до приблизительно 90%, до приблизительно 80%, до приблизительно 70%, до приблизительно 60%, до приблизительно 50%, до приблизительно 40%, от приблизительно 1% до приблизительно 95%, от приблизительно 5% до приблизительно 90%, от приблизительно 10% до приблизительно 90%, от

10 15 приблизительно 15% до приблизительно 90%, от приблизительно 20% до приблизительно 90%, от приблизительно 20% до приблизительно 70%, от приблизительно 20% до приблизительно 65%, от приблизительно 20% до приблизительно 60%, от приблизительно 20% до приблизительно 55%, от приблизительно 20% до приблизительно 50%, от

20 25 приблизительно 25% до приблизительно 45%, от приблизительно 30% до приблизительно 40%, приблизительно 1%, приблизительно 5%, приблизительно 10%, приблизительно 15%, приблизительно 20%, приблизительно 25%, приблизительно 30%, приблизительно 35%, приблизительно 40%, приблизительно 45%, приблизительно 50%, приблизительно 55%, приблизительно 60%, приблизительно 65%, приблизительно 70%, приблизительно 75%, приблизительно 80%, приблизительно 85%, приблизительно 90% или

30 35 приблизительно 95%.

В некоторых вариантах осуществления каталитические изделия по настоящему изобретению включают в себя первую зону, характеризующуюся генерированием меньшего экзотермического эффекта при температурах $\geq 250^{\circ}\text{C}$ по сравнению с каталитическим изделием, которое является эквивалентным за исключением того, что оно не включает в себя первый катализатор SCR и имеет носитель, который не является кремнийсодержащим. В некоторых вариантах осуществления каталитические изделия по настоящему изобретению могут включать в себя первую зону, характеризующуюся генерированием меньшего экзотермического эффекта по сравнению с каталитическим изделием, которое является эквивалентным за исключением того, что оно не включает в себя первый катализатор SCR и имеет носитель, который не является кремнийсодержащим, при этом первая зона демонстрирует уменьшение генерирования экзотермического эффекта при температурах $\geq 250^{\circ}\text{C}$, составляющее до приблизительно 95%, до приблизительно 90%, до приблизительно 80%, до приблизительно 70%, до приблизительно 60%, до приблизительно 50%, до приблизительно 40%, от

40 45 приблизительно 1% до приблизительно 95%, от приблизительно 5% до приблизительно 90%, от приблизительно 10% до приблизительно 90%, от приблизительно 15% до приблизительно 90%, от приблизительно 20% до приблизительно 90%, от приблизительно 20% до приблизительно 70%, от приблизительно 20% до приблизительно 65%, от приблизительно 20% до приблизительно 60%, от приблизительно 20% до приблизительно 50%, от приблизительно 25% до приблизительно 50%, от приблизительно 25% до приблизительно 45%, от приблизительно 30% до приблизительно 40%, приблизительно 1%, приблизительно 5%, приблизительно 10%, приблизительно 15%, приблизительно 20%, приблизительно 25%, приблизительно 30%, приблизительно 35%, приблизительно

40%, приблизительно 45%, приблизительно 50%, приблизительно 55%, приблизительно 60%, приблизительно 65%, приблизительно 70%, приблизительно 75%, приблизительно 80%, приблизительно 85%, приблизительно 90% или приблизительно 95%.

В контексте данного описания и приложенной формулы изобретения формы

5 единственного числа с артиклами “a”, “an” и “the” включают упоминаемые объекты во множественном числе, если контекст явным образом не подразумевает иное. Таким образом, например, упоминание «катализатора» охватывает смесь из двух или более катализаторов и тому подобное.

Термин «просок аммиака» означает количество непрореагировавшего аммиака,

10 который проходит через катализатор SCR.

Термин «носитель» означает материал, к которому прикреплен катализатор.

Термин «обжигать» или «обжиг» означает нагрев материала в воздухе или кислороде. Это определение согласуется с определением обжига согласно IUPAC. (IUPAC.

15 Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the "Gold Book"). Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997). XML on-line corrected version: <http://goldbook.iupac.org> (2006–) created by M. Nic, J. Jirat, B. Kosata; updates compiled by A. Jenkins. ISBN 0-9678550-9-8. doi:10.1351/goldbook.) Обжиг выполняют для разложения соли металла и промотирования обмена ионов металла в катализаторе, а также для прилипания катализатора к подложке. Температуры, используемые при 20 обжиге, зависят от компонентов в материале, подлежащем обжигу, и, как правило, составляют от приблизительно 400°C до приблизительно 900°C в течение приблизительно 1–8 часов. В некоторых случаях обжиг может быть выполнен при температуре, составляющей до приблизительно 1200°C. В применениях, в которых предусмотрено выполнение процессов, описанных в данном документе, обжиг, как правило, выполняют 25 при температурах от приблизительно 400°C до приблизительно 700°C в течение приблизительно 1–8 часов, предпочтительно при температурах от приблизительно 400°C до приблизительно 650°C в течение приблизительно 1–4 часов.

Когда представлены диапазон или диапазоны различных числовых элементов, диапазон или диапазоны могут включать значения, если не указано иное.

30 Термин «селективность по отношению к N₂» означает превращение аммиака в азот, выраженное в процентах.

Термины «дизельный катализатор окисления» (DOC), «дизельный экзотермический катализатор» (DEC), «адсорбер NO_x», «SCR/PNA» (селективное каталитическое восстановление/пассивный адсорбер NO_x), «катализатор для холодного запуска» (CSC) 35 и «тройной катализатор» (TWC) представляют собой хорошо известные термины в данной области техники, используемые для описания различных типов катализаторов, используемых для очистки выхлопных газов, образующихся в процессах сгорания.

40 Термин «металл платиновой группы» или «МПГ» относится к платине, палладию, рутению, родию, осмию и иридию. Металлы платиновой группы предпочтительно представляют собой платину, палладий, рутений или родий.

Выражения «дальше по потоку/за» и «ближе по потоку/перед» описывают ориентацию катализатора или подложки, когда поток выхлопного газа проходит от входного конца к выходному концу подложки или изделия.

45 Нижеприведенные примеры просто иллюстрируют изобретение; специалист распознает множество вариантов/изменений, которые находятся в пределах сущности изобретения и объема формулы изобретения.

Пример 1

Были подготовлены катализаторы согласно вариантам осуществления настоящего

изобретения и контрольные катализаторы. Были подготовлены двухзонные катализаторы ASC+DOC. Был подготовлен смешанный катализатор ASC, имеющий первую зону с верхним слоем с катализатором SCR из Cu на цеолите и нижним слоем со смесью (1) платины на цеолите и (2) Cu на цеолите и вторую зону с DOC (с такой

5 конфигурацией, как показанная на фиг.1). Был подготовлен традиционный катализатор ASC, имеющий первую зону с верхним слоем с катализатором SCR из Cu на цеолите и нижним слоем с платиной на цеолите (и без катализатора SCR) (с такой конфигурацией, как показанная на фиг.4). Оба катализатора были подготовлены с концентрацией Pt, составляющей 3 г/фут³ (0,000106 г/см³) в зоне ASC и с идентичными зонами DOC.

10 Катализаторы были испытаны при условиях, обеспечивающих подвергание воздействию для одновременной проверки функциональных возможностей SCR, ASC и DOC. В частности, катализаторы были испытаны при следующих условиях: 1000 м.д.

(миллионных долей – ppm) NO, 1200 м.д. NH₃, 200 м.д. CO, 5000 м.д. C₁₀H₂₂ (на основе

15 C1), 10% O₂, 10% CO₂, 10% H₂O, остальное N₂; объемная скорость газа (SV) = 80000 ч⁻¹ только с зоной ASC; объемная скорость газа (SV) = 40000 ч⁻¹ с зонами ASC+DOC. Кроме того, для уяснения отдельных вкладов каждой зоны в общие эксплуатационные характеристики два катализатора ASC (смешанный ASC и традиционный ASC) были также испытаны отдельно без задней зоны DOC.

20 Результаты в отношении конверсии NO, конверсии HC, образования N₂O, температуры на выходе, конверсии NH₃, конверсии CO и выхода N₂ содержатся на фиг.5–11.

25 Как показано на фиг.5, при сравнении конверсии NH₃ видно, что оба катализатора ASC продемонстрировали эквивалентные характеристики с DOC, расположенным дальше по потоку, или без DOC, расположенного дальше по потоку. С другой стороны, вследствие более высокой селективности смешанного ASC по отношению к N₂ он 30 продемонстрировал значительно большую конверсию NO (фиг.6) и меньшее образование N₂O (фиг.9) по сравнению с традиционным ASC. Эти результаты позволяют предположить, что смешанный ASC представляет собой лучший катализатор как для восстановления NO_x, так и для предотвращения проскока NH₃ при данных условиях.

35 Как ни удивительно, смешанный ASC проявляет значительно более низкую активность в отношении конверсии HC (фиг.8) и генерирования экзотермического эффекта (фиг.11) по сравнению с традиционным ASC (например, конверсия HC составляет ~30% HC в отличие от конверсии, составляющей ~80%, при 350°C). Однако более низкая конверсия HC на смешанном ASC не оказывает влияния на генерирование экзотермического эффекта в системе ASC+DOC; как показано на фиг.8 и 11, система (ASC+DOC) в целом обеспечивает достижение эквивалентных конверсий HC и генерирования экзотермического эффекта независимо от типа ASC, расположенного 40 ближе по потоку. Эти результаты позволяют предположить, что по сравнению с традиционной системой ASC+DOC в системе «смешанный ASC+DOC» большая часть конверсии HC происходит в задней концевой зоне DOC при малой конверсии HC и малом генерировании экзотермического эффекта в передней зоне ASC. Известно, что гидротермическое старение вызывает снижение селективности в отношении N₂ 45 (вследствие ухудшения свойств компонента SCR) и потенциально снижение активности (вследствие миграции/улетучивания Pt); следовательно, было обнаружено, что в катализаторе по изобретению компонент/функциональность ASC эффективно защищены от подвергания воздействию влажности и температуры во время впрыска HC/топлива.

Пример 2

Был подготовлен незонированный катализатор DOC в качестве контрольного образца для количественного измерения генерирования экзотермического эффекта при впрыске топлива на входе DOC в двигателе. Был подготовлен смешанный катализатор ASC, 5 имеющий первую зону с верхним слоем с катализатором SCR из Cu на цеолите и нижним слоем со смесью (1) платины на цеолите и (2) Cu на цеолите и вторую зону с DOC (с такой конфигурацией, как показанная на фиг.1). Вторая зона содержала катализатор DOC, идентичный по отношению к контрольному незонированному DOC, но с МПГ, сконцентрированным в этой зоне (с более высокой плотностью/концентрацией МПГ 10 в г/фут³) для обеспечения такого же общего содержания (г) МПГ DOC. Зона ASC содержала Pt с концентрацией 3 г/фут³ (0,000106 г/см³).

Испытание на генерирование экзотермического эффекта были проведены на двигателе с обеспечением температуры на входе, составляющей 320°C, и объемной скорости газа 15 (SV), составляющей 70000 ч⁻¹, при наличии зон ASC+DOC. После стабилизации температуре на входе был выполнен впрыск топлива на входе DOC для достижения температуры на выходе, составляющей 580°C. Термопары были вставлены между концами слоя катализатора для отслеживания генерирования экзотермического эффекта и обнаружения отличий в генерировании экзотермического эффекта на расстоянии 1" 20 (25,4 мм) от передней стороны и 1" (25,4 мм) от задней стороны на контрольном незонированном DOC и зонированном ASC+DOC. Сравнение этих температур во время испытания на генерирование экзотермического эффекта представлено на фиг.12. При задании одних и тех же температур на входе и выходе во время впрыска топлива очевидно, что показания температуры на расстоянии 1" (25,4 мм) от переднего слоя 25 значительно ниже на зонированном ASC+DOC (~330°C), чем на незонированном DOC (515°C) на стадии испытания, соответствующей устойчивому состоянию. Этот пример подтверждает вышеупомянутое преимущество, связанное с защитой передней зоны ASC от гидротермического разложения за счет отсутствия подвергания воздействию высоких температур во время генерирования экзотермического эффекта в данной зоне. 30 Стоит отметить, что более быстрое повышение температур, наблюдаемое во время более ранней стадии испытания на расстоянии 1" (25,4 мм) от задней стороны системы «ASC+зонированный DOC», по сравнению с незонированным DOC позволяет выявить то, что генерирование экзотермического эффекта сконцентрировано в задней зоне за счет размещения зоны DOC с задней стороны.

35

(57) Формула изобретения

1. Каталитическое изделие для снижения выбросов вредных веществ из потока выхлопных газов, содержащее подложку, содержащую входную сторону и выходную сторону, первую зону и вторую зону,

40 где первая зона содержит катализатор предотвращения проскока аммиака (ASC), содержащий металл платиновой группы на носителе и первый катализатор SCR; где вторая зона содержит катализатор, содержащий дизельный катализатор окисления (DOC);

где первая зона расположена выше по потоку перед второй зоной; и

45 где первая зона содержит

а) нижний слой, содержащий смесь: (1) металла платиновой группы на носителе и (2) первого катализатора SCR;

б) верхний слой, содержащий второй катализатор SCR, причем верхний слой

расположен поверх нижнего слоя.

2. Каталитическое изделие по п.1, в котором носитель содержит кремнийсодержащий материал.

3. Каталитическое изделие по п.2, в котором кремнийсодержащий материал содержит

5 материал, выбранный из группы, состоящей из: (1) диоксида кремния, (2) цеолита с отношением диоксида кремния к оксиду алюминия, превышающим 200, и (3) оксида алюминия, легированного аморфным диоксидом кремния, с содержанием $\text{SiO}_2 \geq 40\%$.

4. Каталитическое изделие по п.1, в котором металл платиновой группы присутствует 10 на носителе в количестве от 0,5% масс. до 10% масс. от суммарной массы металла платиновой группы и носителя.

5. Каталитическое изделие по п.1, в котором в указанной смеси весовое отношение первого катализатора SCR к металлу платиновой группы на носителе составляет от 5:1 до 100:1.

6. Каталитическое изделие по п.1, в котором первый катализатор SCR содержит 15 медь.

7. Каталитическое изделие по п.1, в котором первая зона и вторая зона расположены на одной подложке, и первая зона расположена на входной стороне подложки, а вторая зона расположена на выходной стороне подложки.

8. Каталитическое изделие по п.1, в котором подложка содержит первую подложку 20 и вторую подложку, при этом первая зона расположена на первой подложке, а вторая зона расположена на второй подложке, и первая подложка расположена выше по потоку перед второй подложкой.

9. Способ снижения выбросов вредных веществ из потока выхлопных газов, 25 включающий контактирование потока выхлопных газов с каталитическим изделием по п.1.

10. Каталитическое изделие для снижения выбросов вредных веществ из потока выхлопных газов, содержащее подложку, содержащую входной конец и выходной конец, первую зону, вторую зону и третью зону,

30 при этом первая зона содержит второй катализатор SCR;

при этом вторая зона содержит катализатор предотвращения проскока аммиака (ASC), содержащий смесь (1) металла платиновой группы на носителе и (2) первого катализатора SCR;

при этом третья зона содержит катализатор («катализатор третьей зоны»), содержащий дизельный катализатор окисления (DOC); и

35 при этом первая зона расположена выше по потоку перед второй зоной, и вторая зона расположена выше по потоку перед третьей зоной, причем ASC включен в первый слой;

катализатор третьей зоны включен во второй слой, который распространяется от выходного конца на длину, которая меньше полной длины подложки, при этом второй слой расположен поверх первого слоя и имеет меньшую длину, чем первый слой; и

40 второй катализатор SCR включен в слой, который распространяется от входного конца на длину, которая меньше полной длины подложки, и который по меньшей мере частично перекрывает первый слой.

11. Каталитическое изделие по п.10, в котором первый слой распространяется от выходного конца на длину, которая меньше полной длины подложки.

45 12. Каталитическое изделие по п.10, в котором носитель содержит кремнийсодержащий материал.

13. Каталитическое изделие по п.12, в котором кремнийсодержащий материал

содержит материал, выбранный из группы, состоящей из: (1) диоксида кремния, (2) цеолита с отношением диоксида кремния к оксиду алюминия, превышающим 200, и (3) оксида алюминия, легированного аморфным диоксидом кремния, с содержанием $\text{SiO}_2 \geq 40\%$.

⁵ 14. Каталитическое изделие по п.10, в котором металл платиновой группы присутствует на носителе в количестве от 1% масс. до 6% масс. от суммарной массы металла платиновой группы и носителя.

¹⁰ 15. Каталитическое изделие по п.10, в котором в указанной смеси весовое отношение первого катализатора SCR к металлу платиновой группы на носителе составляет от 5:1 до 100:1.

16. Каталитическое изделие по п.10, в котором первый катализатор SCR содержит медь.

¹⁵ 17. Каталитическое изделие по п.10, в котором первая зона, вторая зона и третья зона расположены на одной подложке, и первая зона расположена на входной стороне подложки, а третья зона расположена на выходной стороне подложки.

18. Каталитическое изделие по п.10, в котором подложка содержит первую подложку и вторую подложку, при этом первая зона и вторая зона расположены на первой подложке, и третья зона расположена на второй подложке, и первая подложка расположена выше по потоку перед второй подложкой.

²⁰ 19. Каталитическое изделие по п.10, в котором подложка содержит первую подложку, вторую подложку и третью подложку, при этом первая зона расположена на первой подложке, вторая зона расположена на второй подложке, и третья зона расположена на третьей подложке, и первая подложка расположена выше по потоку перед второй подложкой, а вторая подложка расположена выше по потоку перед третьей подложкой.

²⁵ 20. Способ снижения выбросов вредных веществ из потока выхлопных газов, включающий контактирование потока выхлопных газов с каталитическим изделием по п.10.

30

35

40

45

1/9

ФИГ.1



ФИГ.2



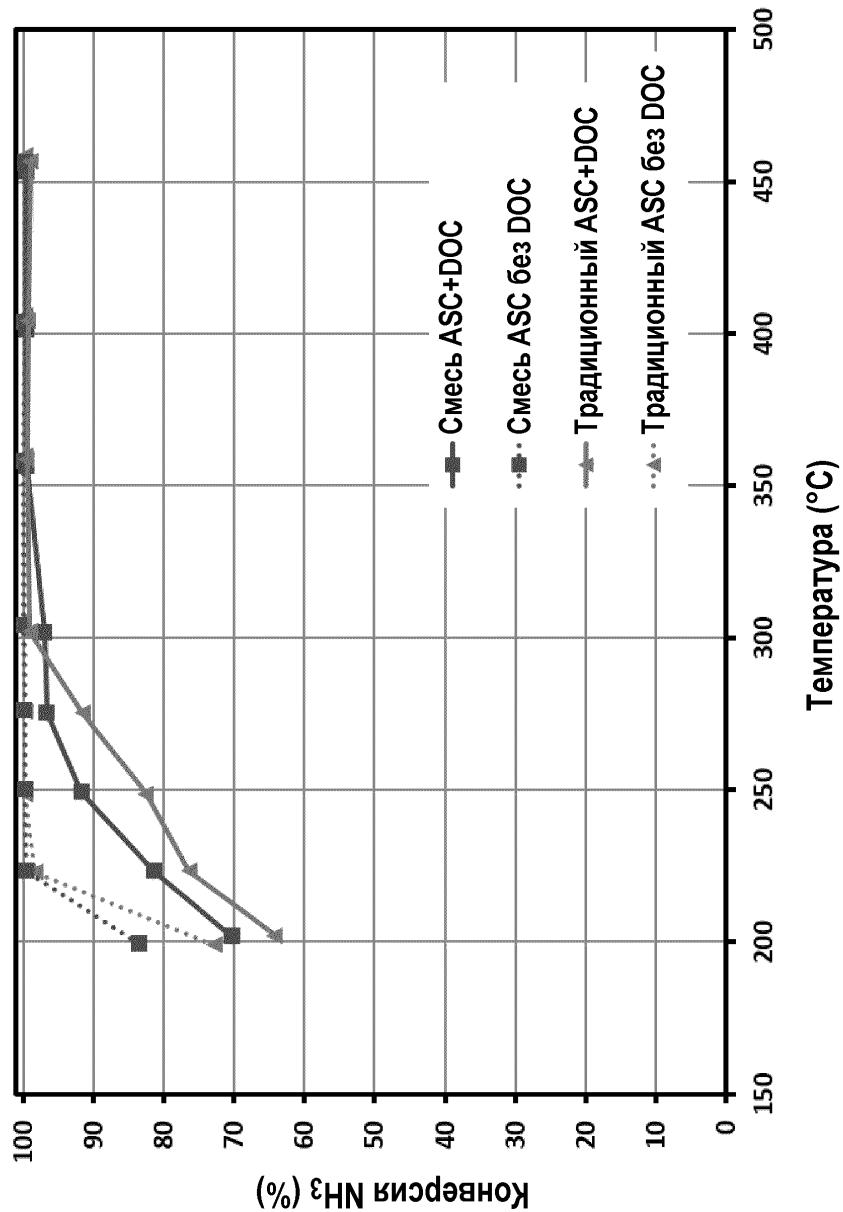
ФИГ.3



ФИГ.4

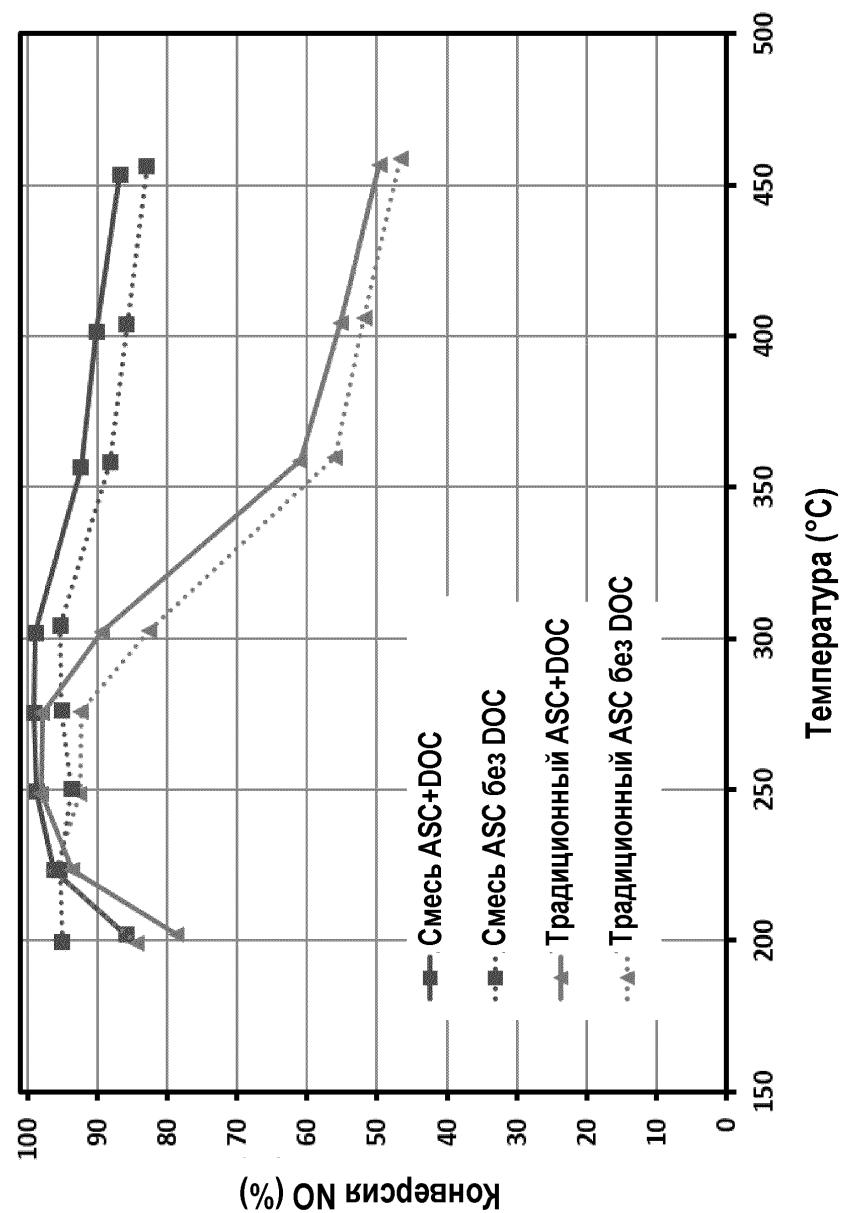


2/9



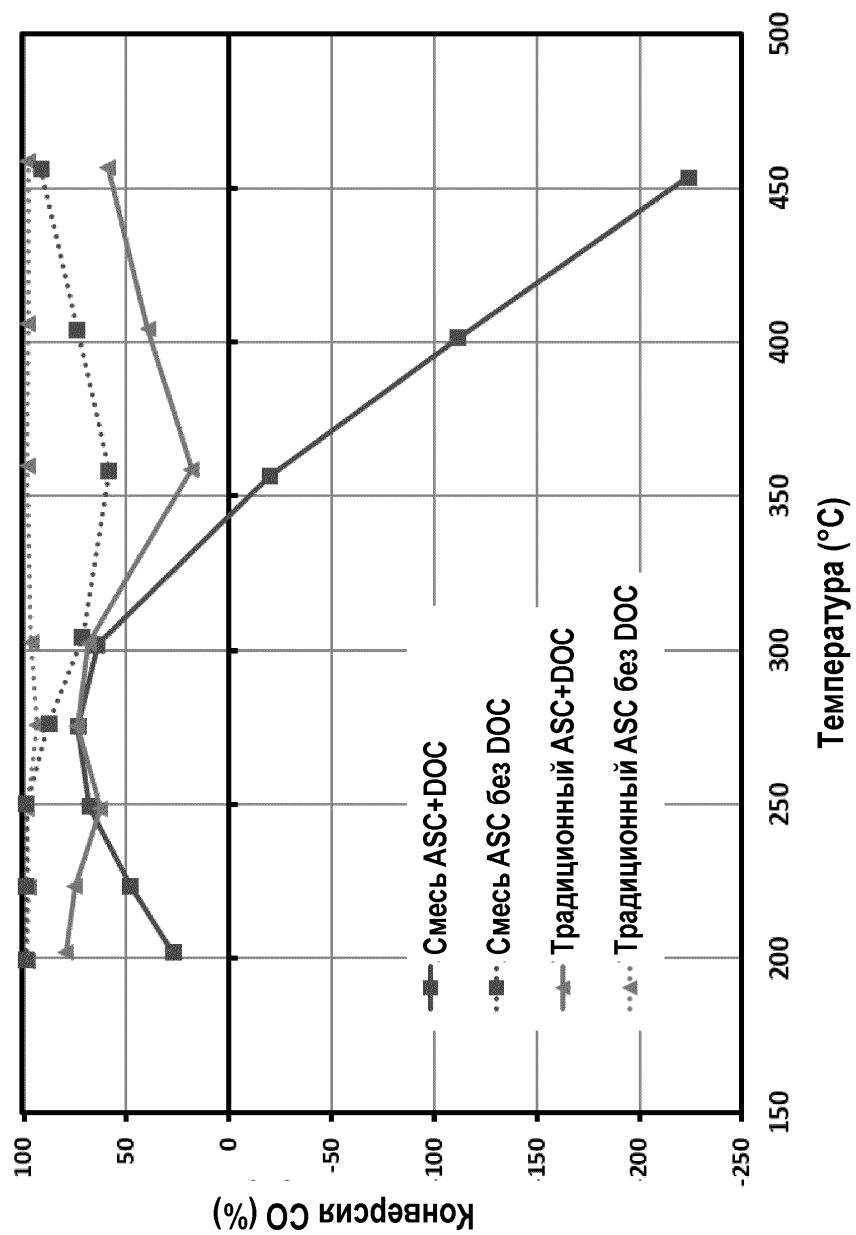
ФИГ.5

3/9



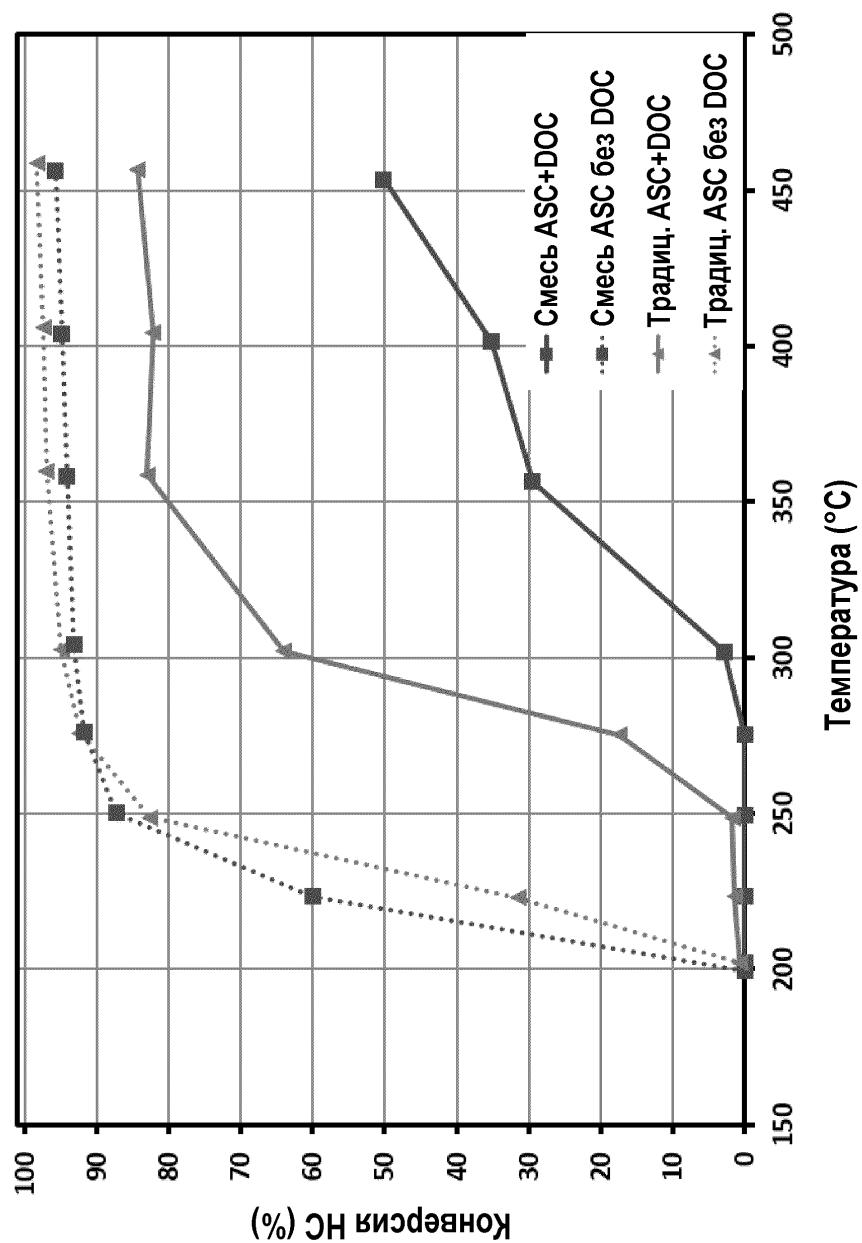
ФИГ.6

4/9



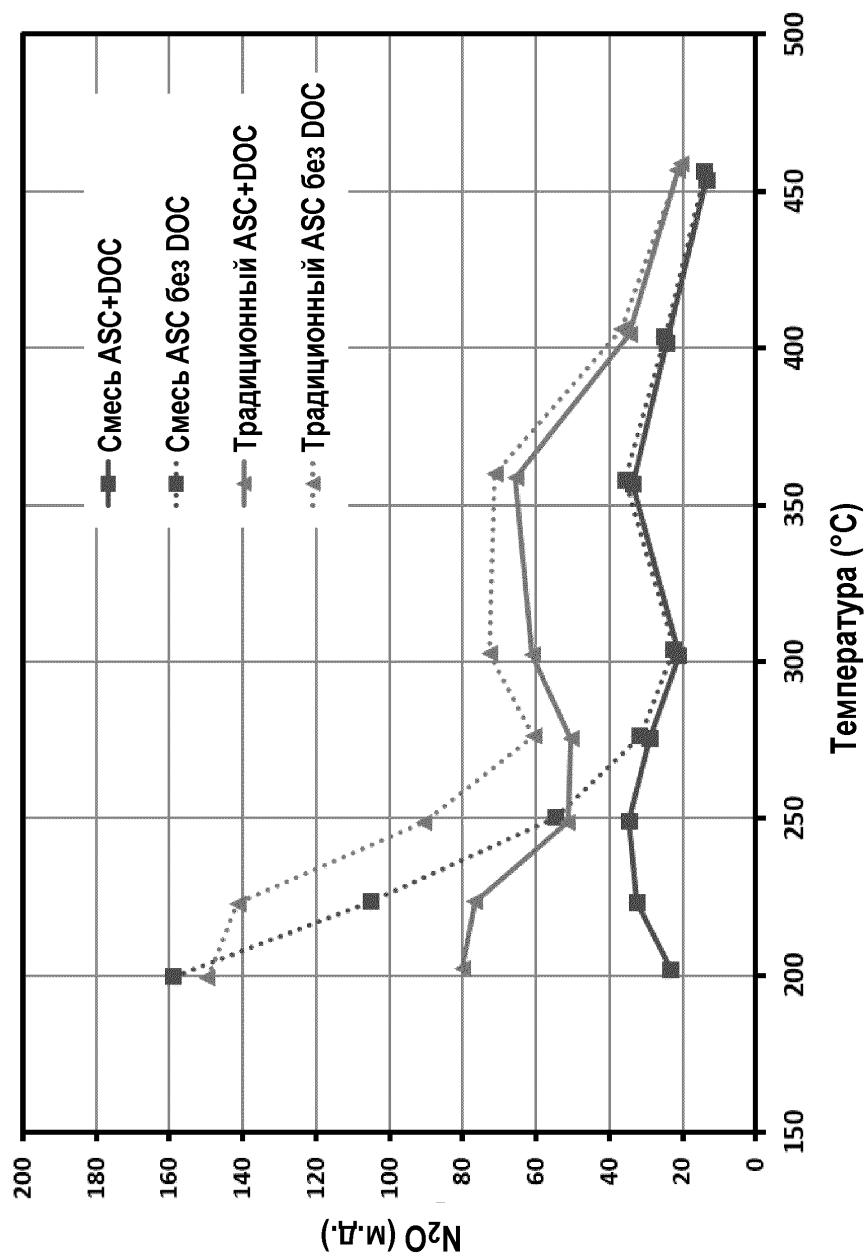
ФИГ.7

5/9



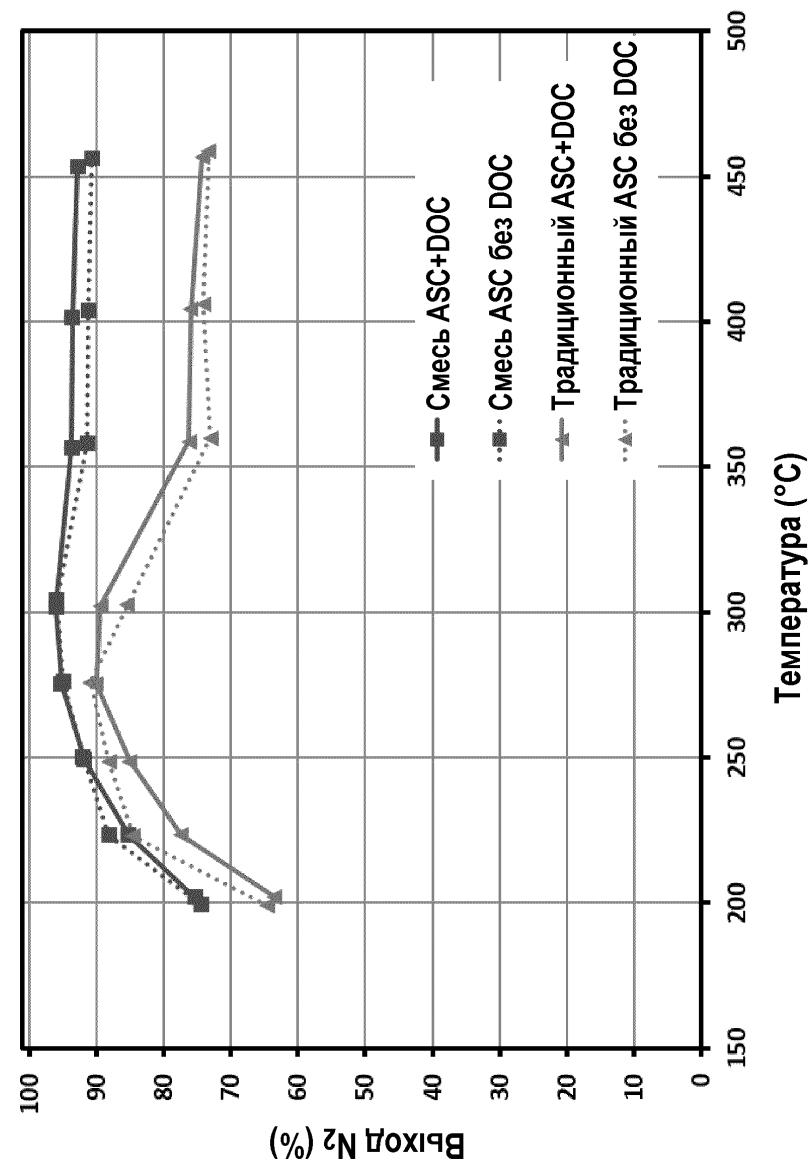
ФИГ.8

6/9



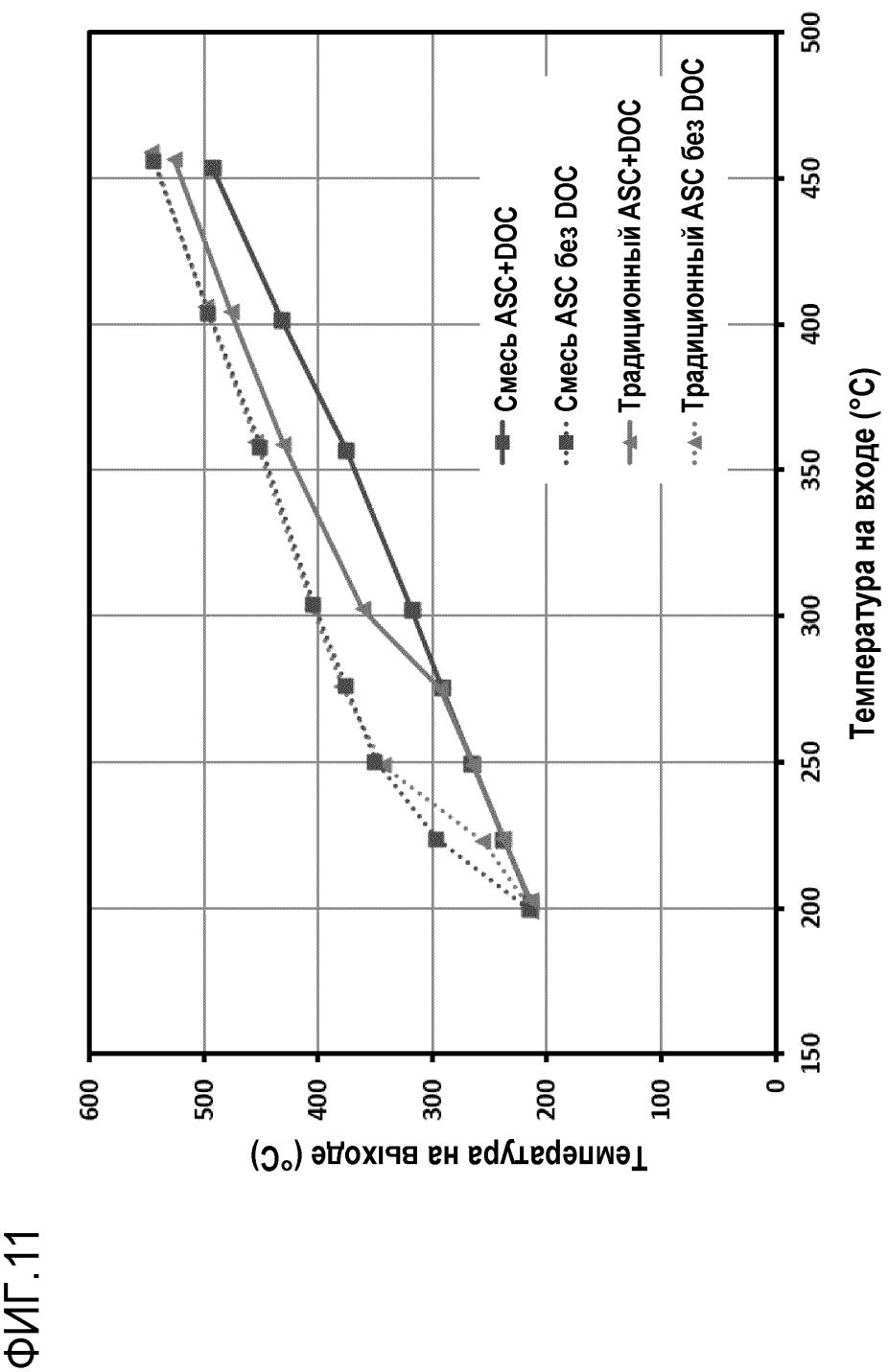
ФИГ.9

7/9



ФИГ.10

8/9



9/9

ФИГ. 12

