



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

**B01D 53/9418** (2006.01); **F01N 11/002** (2006.01); **F01N 3/021** (2006.01); **F01N 3/023** (2006.01); **F01N 3/2066** (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016137489, 27.02.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.02.2015

Дата регистрации:  
24.09.2018

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
28.02.2014 SE 1450229-8;  
28.02.2014 SE 1450230-6

(43) Дата публикации заявки: 03.04.2018 Бюл. № 10

(45) Опубликовано: 24.09.2018 Бюл. № 27

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 28.09.2016

(86) Заявка РСТ:  
SE 2015/050226 (27.02.2015)

(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2015/130217 (03.09.2015)

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

(72) Автор(ы):

**НИЛЬССОН Магнус (SE),  
БИРГЕРССОН Хенрик (SE)**

(73) Патентообладатель(и):  
**СКАНИЯ СВ АБ (SE)**

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: US 2010319320 A1, 28.01.2014. RU  
2354833 C2, 10.05.2009. DE 102008026191 A1,  
22.01.2009. US 2014056789 A1, 27.02.2014. US  
2004040289 A1, 03.04.2004.

(54) УСТРОЙСТВО И СПОСОБ ДЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КОЛИЧЕСТВО ОКСИДОВ АЗОТА В  
ВЫХЛОПНЫХ ГАЗАХ ИЗ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

(57) Реферат:

Согласно настоящему изобретению предложены способ и система обработки выхлопных газов для обработки потока выхлопных газов, формируемого при сгорании в двигателе внутреннего сгорания и содержащего оксиды азота NO<sub>x</sub>. Способ содержит первое воздействие на первое количество оксидов азота NO<sub>x\_1</sub>, достигающее первого устройства,

расположенного в системе обработки выхлопных газов. Это первое воздействие осуществляется посредством использования по меньшей мере одного NO<sub>x</sub>-удерживающего катализатора NCC и первого катализатора предотвращения проскока SC<sub>1</sub>, расположенных в первом устройстве. Здесь, NO<sub>x</sub>-удерживающий катализатор NCC может выполнять сохранение

оксидов азота  $\text{NO}_x$ . Первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  может выполнять восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окисление потенциальной добавки в потоке выхлопных газов через выхлопную систему. Это первое воздействие подвергается активному управлению на основе по меньшей мере первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x_1}$ , достигающего первого устройства. Способ также содержит второе воздействие на второе количество оксидов

азота  $\text{NO}_{x_2}$ , достигающее второго устройства, расположенного ниже по потоку от первого устройства. Активное управление первым воздействием может, согласно разным вариантам осуществления настоящего изобретения, выполняться с помощью активного управления дозировкой добавки в первом устройстве и/или с помощью активного управления состоянием выхлопных газов, содержащим, например, температуру потока выхлопных газов в первом устройстве. 3 н. и 55 з.п. ф-лы, 5 ил.



ФИГ.2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.

*F01N 3/035* (2006.01)*F01N 3/20* (2006.01)*F01N 11/00* (2006.01)(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*B01D 53/9418* (2006.01); *F01N 11/002* (2006.01); *F01N 3/021* (2006.01); *F01N 3/023* (2006.01); *F01N 3/2066* (2006.01)

(21)(22) Application: **2016137489, 27.02.2015**

(24) Effective date for property rights:  
**27.02.2015**

Registration date:  
**24.09.2018**

Priority:

(30) Convention priority:  
**28.02.2014 SE 1450229-8;**  
**28.02.2014 SE 1450230-6**

(43) Application published: **03.04.2018** Bull. № 10(45) Date of publication: **24.09.2018** Bull. № 27(85) Commencement of national phase: **28.09.2016**

(86) PCT application:  
**SE 2015/050226 (27.02.2015)**

(87) PCT publication:  
**WO 2015/130217 (03.09.2015)**

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

(72) Inventor(s):

**NILSSON, Magnus (SE),**  
**BIRGERSSON, Henrik (SE)**

(73) Proprietor(s):

**SCANIA CV AB (SE)**(54) **DEVICE AND METHOD FOR IMPACTING AMOUNT OF NITROGEN OXIDES IN EXHAUST GASES FROM INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

(57) Abstract:

FIELD: motor industry.

SUBSTANCE: according to the present invention a method and an exhaust treatment system are provided for treatment of an exhaust stream, which results from combustion in an internal combustion engine and comprises nitrogen oxides  $\text{NO}_x$ . Method comprises a first impact on a first amount of nitrogen oxides  $\text{NO}_{x-1}$ , reaching a first device arranged in the exhaust, treatment system. Said first impact is carried out through the use of at least one of a  $\text{NO}_x$ -storing catalyst NCC and a first

slip-catalyst  $\text{SC}_1$  arranged in the first device. Here,  $\text{NO}_x$ -storing catalyst NCC may carry out storage of nitrogen oxides  $\text{NO}_x$ . First slip-catalyst  $\text{SC}_1$  may carry out reduction of nitrogen oxides  $\text{NO}_x$ , and/or oxidation of a potential additive in the exhaust stream through the exhaust system. Said first impact is actively controlled based at least on the first amount of nitrogen oxides  $\text{NO}_{x-1}$  reaching the first device. Method also comprises a second impact on a second amount of nitrogen oxides  $\text{NO}_{x-2}$  reaching a second device

arranged downstream of the first device. Active control of the first impact may, according to different embodiments of the present invention, be carried out through active control of the dosage of additive at the first device and/or through active control of an exhaust environment, comprising, for example, a temperature

for the exhaust stream at the first device.

EFFECT: device and method for impacting the amount of nitrogen oxides in the exhaust gases from an internal combustion engine are provided.

58 cl, 5 dwg



ФИГ.2

Настоящее изобретение относится к способу обработки потока выхлопных газов согласно преамбуле пункта 1 формулы изобретения. Настоящее изобретение также относится к системе для обработки выхлопных газов, приспособленной для обработки потока выхлопных газов согласно преамбуле пункта 35 формулы изобретения.

5 Изобретение также относится к компьютерной программе и к компьютерному программному продукту, которые реализуют способ согласно изобретению.

#### УРОВЕНЬ ТЕХНИКИ

Дальнейшее описание уровня техники составляет описание предпосылок настоящего изобретения и, таким образом, не обязательно составляет предшествующий уровень  
10 техники.

В связи с увеличенным интересом правительств в отношении загрязнения и качества воздуха, главным образом на городских территориях, стандарты выбросов и законы о выбросах двигателей внутреннего сгорания были сформированы во многих юрисдикциях.

15 Такие стандарты выбросов часто состоят из требований, определяющих приемлемые пределы выбросов выхлопных газов из двигателей внутреннего сгорания, например, в транспортных средствах. Например, уровни выброса оксидов азота  $\text{NO}_x$ , углеводородов  $\text{C}_x\text{H}_y$ , угарного газа  $\text{CO}$  и частиц  $\text{PM}$  (твердых частиц) часто регулируются такими стандартами для большинства типов транспортных средств. Транспортные  
20 средства, оборудованные двигателями внутреннего сгорания, обычно производят такие выбросы в разной степени. В данном документе, изобретение будет главным образом описано относительно его применения к транспортным средствам. Тем не менее, изобретение может использоваться по существу во всех применениях, в которых используются двигатели внутреннего сгорания, например, в судах, таких как корабли  
25 или самолеты/вертолеты, в которых нормы и стандарты для таких применений ограничивают выбросы из двигателей внутреннего сгорания.

В попытке удовлетворить этим стандартам выбросов, выхлопные газы, формируемые посредством сгорания в двигателе внутреннего сгорания, подвергаются обработке (очищаются).  
30

Обычный способ обработки выхлопных газов из двигателя внутреннего сгорания состоит из так называемого процесса каталитической очистки, поэтому транспортные средства, оборудованные двигателем внутреннего сгорания, содержат по меньшей мере один катализатор. Существуют разные типы катализаторов, при этом разные соответствующие типы могут быть применимы в зависимости от, например, принципа  
35 сгорания, стратегий сгорания и/или типов топлива, которые используются в транспортных средствах, и/или типов соединений в потоке выхлопных газов, который должен быть очищен. В связи с по меньшей мере газами на основе азота (монооксид азота, диоксид азота), далее указываемыми ссылкой, как оксиды азота  $\text{NO}_x$ ,  
40 транспортные средства часто содержат катализатор, в котором добавка подается в поток выхлопных газов, формируемый посредством сгорания в двигателе внутреннего сгорания, чтобы восстанавливать оксиды азота  $\text{NO}_x$ , главным образом до газообразного азота и водяного пара.

Катализаторы SCR (селективного каталитического восстановления) являются обычно используемым типом катализатора для этого типа восстановления, главным образом  
45 для большегрузных автомобилей. Катализаторы SCR обычно используют аммиак  $\text{NH}_3$ , или состав, из которого аммиак может быть получен/сформирован, в качестве добавки для восстановления определенного количества оксидов азота  $\text{NO}_x$  в выхлопных газах.

Добавку впрыскивают в поток выхлопных газов, выходящий из двигателя внутреннего сгорания, выше по потоку от катализатора. Добавка, добавляемая в катализатор, поглощается (сохраняется) в катализаторе в форме аммиака  $\text{NH}_3$ , с тем чтобы окислительно-восстановительная реакция могла протекать между оксидами азота  $\text{NO}_x$  в выхлопных газах и аммиаком  $\text{NH}_3$ , доступным из добавки.

Современный двигатель внутреннего сгорания является системой, в которой имеет место взаимодействие и взаимное влияние между двигателем и обработкой выхлопных газов. В частности, существует корреляция между способностью системам обработки выхлопных газов восстанавливать оксиды азота  $\text{NO}_x$  и эффективностью топлива двигателя внутреннего сгорания. Для двигателя внутреннего сгорания, существует корреляция между эффективностью топлива двигателя/общей эффективностью и производимыми им оксидами азота  $\text{NO}_x$ . Эта корреляция устанавливает, что для заданной системы имеется положительная корреляция между производимыми оксидами азота  $\text{NO}_x$  и эффективностью топлива, другими словами, двигателю, которому позволено выбрасывать больше оксидов азота  $\text{NO}_x$ , можно вынудить потреблять меньше топлива посредством, например, более оптимального выбора моментов впрыска, что может обеспечить более высокую эффективность сгорания. Подобным образом, часто существует отрицательная корреляция между производимой массой частиц РМ и эффективностью топлива, что означает, что увеличенный выброс массы частиц РМ из двигателя связан с увеличенным потреблением топлива. Эта корреляция является основой для широко распространенного использования систем обработки выхлопных газов, содержащих катализатор SCR, целью которого является оптимизация двигателя относительно потребления топлива и выброса частиц в направлении относительно большего количества производимых оксидов азота  $\text{NO}_x$ . Восстановление этих оксидов азота  $\text{NO}_x$  затем выполняется в системе обработки выхлопных газов, которая, таким образом, также может содержать катализатор SCR. С помощью объединенного подхода в конструкции двигателя и системы обработки выхлопных газов, в которой двигатель и обработка выхлопных газов дополняют друг друга, таким образом, высокая эффективность топлива может быть достигнута вместе с низкими выбросами как частиц РМ, так и оксидов азота  $\text{NO}_x$ .

#### КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Эффективность восстановления оксидов азота  $\text{NO}_x$ , которая может быть достигнута при обработке выхлопных газов, например, в катализаторе SCR, сильно зависит от температуры выхлопных газов при восстановлении. Температура выхлопных газов, таким образом, является важным параметром для достижения высокой эффективности и/или использования системы обработки выхлопных газов. Высокая температура выхлопных газов может, однако, термодинамически влечь за собой то, что меньшая доля энергии топлива будет использоваться в форме полезной работы, производимой через коленчатый вал двигателя. Это также является обратной зависимостью между оптимизацией потребления топлива и высокой эффективностью обработки выхлопных газов.

До определенной степени, эффективность обработки выхлопных газов может быть улучшена посредством увеличения объемов субстрата. В частности, потери из-за неравномерного распределения потока выхлопных газов могут быть снижены. Однако, более высокие объемы субстрата приводят к прямому влиянию на стоимость производства и/или изготовления. Более высокий объем субстрата также приводит к

более высокому обратному давлению, которое противодействует возможным выгодам в потреблении топлива из-за более высокой степени преобразования, вызываемой увеличенным объемом.

Традиционная система обработки выхлопных газов генерирует по существу постоянную долю диоксида азота  $\text{NO}_2$  в оксидах азота  $\text{NO}_x$  для заданного потока выхлопных газов и заданной температуры. Оптимизация этих компонентов сложна, так как эти параметры зависят от способа использования двигателя и не могут быть управляемыми. Восстановительный катализатор в системах обработки выхлопных газов нуждается, с одной стороны, в существенно высокой доле диоксида азота  $\text{NO}_2$  при низких температурах выхлопных газов, но, с другой стороны, его функционирование ухудшается, если, при оптимальной температуре для окислительного катализатора DOC и для фильтра твердых частиц DPF в системе обработки выхлопных газов, доля диоксида азота  $\text{NO}_2$  становится слишком высокой. Системы обработки выхлопных газов в настоящее время, следовательно, страдают как от слишком больших/слишком высоких долей диоксида азота  $\text{NO}_2$ , так и от слишком маленьких/слишком низких долей диоксида азота  $\text{NO}_2$ , в зависимости от текущей работы и/или спецификации оборудования для соответствующего компонента.

В некоторых условиях, применяемых к температуре и потоку катализатора, то есть, в определенное время запаздывания в катализаторе («объемная скорость»), существует риск того, что будет получена неблагоприятная доля диоксидов азота  $\text{NO}_2$ . В частности, существует риск того, что отношение  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  превысит 50%, что может создать реальную проблему для очистки выхлопных газов. Оптимизация отношения  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  для критических рабочих режимов с низкими температурами, таким образом, рискует, с решениями предшествующего уровня техники, производить слишком высокую долю диоксидов азота  $\text{NO}_2$  в других рабочих режимах при более высоких температурах.

Такая более высокая доля диоксидов азота  $\text{NO}_2$  приводит к более высоким требованиям на объем катализатора SCR и/или к ограничению количества оксидов азота, выбрасываемых из двигателя, и, соответственно, к более низкой эффективности топлива для транспортного средства/двигателя. Дополнительно, существует риск того, что более высокая доля диоксида азота  $\text{NO}_2$  также приведет к производству веселящего газа  $\text{N}_2\text{O}$  в катализаторе SCR, потенциально расположенном ниже по потоку.

Высокие доли диоксида азота  $\text{NO}_2$  в оксидах азота  $\text{NO}_x$  также влечет за собой ограничение кинетической активности катализатора SCR. Адаптации дозировки мочевины, которые происходят в течение относительно короткого периода времени, в данном случае также рискуют не давать верные результаты из-за сниженной каталитической эффективности катализатора SCR.

В целом, это означает, что сложно найти решение, которое достигает как оптимизированного потребления топлива, так и эффективной обработки выхлопных газов. Это означает, что становится очень важным иметь возможность использовать систему настолько оптимально, насколько это возможно, в отношении как потребления топлива, так и обработки выхлопных газов. Соответственно, существует необходимость в оптимизации функционирования в системах обработки выхлопных газов.

Следовательно, одной из целей настоящего изобретения является предоставление способа и системы, которые обеспечивают высокую эффективность и хорошее функционирование в разных условиях.

Эта цель достигается с помощью вышеупомянутого способа согласно характеризующей части пункта 1 формулы изобретения. Эта цель также достигается с помощью вышеупомянутой системы обработки выхлопных газов согласно характеризующей части пункта 35 формулы изобретения, и вышеупомянутой компьютерной программы и компьютерного программного продукта.

Согласно настоящему изобретению, предложен способ и система обработки выхлопных газов для обработки потока выхлопных газов, формируемого при сгорании в двигателе внутреннего сгорания и содержащего оксиды азота  $\text{NO}_x$ .

Первое воздействие на первое количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающее первого устройства, расположенного в системе обработки выхлопных газов, выполняется, чтобы оказать воздействие на первое количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ . Это первое воздействие осуществляется посредством использования по меньшей мере одного  $\text{NO}_x$ -удерживающего катализатора NCC и первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , расположенных в первом устройстве. Здесь,  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор NCC может выполнять сохранение/удержание оксидов азота  $\text{NO}_x$ . Первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  может выполнять восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окисление потенциальной добавки в потоке выхлопных газов через выхлопную систему.

Это первое воздействие подвергается активному управлению на основе по меньшей мере первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающего первого устройства.

Второе воздействие на второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ , достигающее второго устройства, расположенного ниже по потоку от первого устройства, выполняется, чтобы оказать воздействие на второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ .

Активное управление первым воздействием может, согласно разным вариантам осуществления настоящего изобретения, выполняться с помощью активного управления дозировкой добавки в первом устройстве и/или с помощью активного управления состоянием выхлопных газов, содержащим, например, температуру потока выхлопных газов в первом устройстве. Здесь, состояние выхлопных газов может, например, быть окисляющим, с хорошим доступом воздуха, или может быть восстановительным, с уменьшенным доступом воздуха. Впрыск топлива в двигатель может, таким образом, влиять на состояние выхлопных газов.

Активное управление температурой может, согласно разным вариантам осуществления настоящего изобретения, осуществляться посредством регулировки воздушно-топливного отношения (значения лямбда) в двигателе внутреннего сгорания, при этом сниженный поток воздуха увеличивает температуру, а повышенный поток воздуха уменьшает температуру. Воздушно-топливное отношение может изменяться, например, посредством изменения режима сгорания двигателя.

Воздушный поток через систему обработки выхлопных газов, и, соответственно, ее температура, также могут управляться посредством управления коробкой передач в транспортном средстве, так как использование разных передач приводит к разным потокам воздуха через систему обработки выхлопных газов.

$\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор NCC может иметь характеристику, согласно которой он сохраняет/удерживает  $\text{NO}_x$  при более низких температурах и высвобождает  $\text{NO}_x$  при более высоких температурах. Настоящее изобретение в целом обеспечивает управление отношением  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  между количеством диоксида азота  $\text{NO}_2$  и количеством оксидов



азота  $\text{NO}_x$ . Таким образом, например, высокие значения этого отношения могут быть предотвращены с помощью активного управления, например отношение  $\text{NO}_2/\text{NO}_x > 50\%$  может быть предотвращено, так как значением отношения можно активно управлять, чтобы снизить его. Значение отношения  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  также может быть увеличено, когда оно слишком низкое, например, когда  $\text{NO}_2/\text{NO}_x < 50\%$ .

С помощью использования настоящего изобретения, доля оксидов азота  $\text{NO}_x$ , включающая диоксид азота  $\text{NO}_2$ , может, таким образом, подвергаться активному управлению, чему способствует активное управление количеством оксидов азота  $\text{NO}_x$  выше по потоку от по меньшей мере одного субстрата с окислительным покрытием, например, содержащим драгоценные металлы, в системе обработки выхлопных газов. Это управление отношением  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  может, помимо преимуществ в каталитической эффективности, таких как более высокое преобразование  $\text{NO}_x$ , также обеспечивать возможность снижения выбросов, в частности, диоксида азота  $\text{NO}_2$ , который вызывает очень ядовитые и сильно пахнущие выбросы. Это может привести к преимуществам при возможном будущем введении отдельных законных ограничений, относящихся к диоксиду азота  $\text{NO}_2$ , с помощью возможности снижения выбросов диоксида азота  $\text{NO}_2$ . Это можно сравнить, например, с системой Euro VI, в которой доля диоксида азота  $\text{NO}_2$ , обеспечиваемая при очистке выхлопных газов, не может подвергаться прямому воздействию в самой системе обработки выхлопных газов, так как доля диоксида азота  $\text{NO}_2$  в системе Euro VI является результатом работы/использования, и не может управляться иным образом.

Другими словами, активное управление уровнем диоксида азота  $\text{NO}_2$  облегчается при использовании настоящего изобретения, которое используется, чтобы увеличить или уменьшить уровень диоксида азота  $\text{NO}_2$  в рабочих режимах, для которых это необходимо. Таким образом, может быть создана система обработки выхлопных газов, которая требует меньшего количества драгоценного металла и, соответственно, также является более дешевой в производстве.

С помощью использования управления согласно настоящему изобретению, получен нейтральный к потреблению топлива способ увеличения скорости реакции на одном или более катализаторах селективного каталитического восстановления в системе обработки выхлопных газов, так как управление может выполняться таким образом, чтобы как можно большая доля восстановления происходила посредством путей реакции как монооксида азота  $\text{NO}$ , так и диоксида азота  $\text{NO}_2$ . Таким образом, с помощью управления согласно изобретению, доля общего преобразования оксидов азота  $\text{NO}_x$ , происходящего посредством быстрого пути реакции, другими словами, посредством «быстрого SCR», в котором восстановление происходит посредством путей реакции как монооксида азота  $\text{NO}$ , так и диоксида азота  $\text{NO}_2$ , может быть увеличена с помощью активного управления уровнем диоксида азота  $\text{NO}_2$ . Соответственно, требования к объему, связанному с катализатором, также могут быть снижены. Ниже быстрый SCR описан более подробно.

Отношение  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  может, из-за старения, принимать более низкие значения, например, после того, как система обработки выхлопных газов использовалась в течение некоторого времени. Соответственно, из-за старения/ухудшения системы обработки выхлопных газов существует риск появления неблагоприятной доли диоксида

азота  $\text{NO}_2$  в оксидах азота  $\text{NO}_x$ . Например, отношение  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  может принимать более низкие значения, когда система обработки выхлопных газов стареет, вследствие чего для компенсации старения/ухудшения должна использоваться спецификация катализатора, которая в новом/несостаренном состоянии приводит к слишком высоким отношениям  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$ .

Настоящее изобретение обеспечивает возможность предотвращения этой характеристики ухудшения со временем, которая является неблагоприятной для системы обработки выхлопных газов, посредством предотвращения чрезмерно низких значений отношения  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  с помощью активного управления согласно изобретению. Так как при использовании настоящего изобретения возможно управлять более высокими изначальными значениями отношения  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$ , создаются лучшие условия для оптимизации эффективности как для новой, так и для состаренной системы обработки выхлопных газов.

Настоящее изобретение использует тот факт, что каталитическая активность, получаемая при заданной температуре, может подвергаться воздействию, если состав выхлопных газов ухудшается. Посредством регулировки доли оксидов азота  $\text{NO}_x$ , которую составляет диоксид азота  $\text{NO}_2$ , может быть достигнуто воздействие на реакции, которые являются основой восстановления. Другими словами, активность катализатора восстановления может подвергаться воздействию посредством регулировки доли оксидов азота  $\text{NO}_x$ , которую составляет диоксид азота  $\text{NO}_2$ . Доля оксидов азота  $\text{NO}_x$ , которую составляет диоксид азота  $\text{NO}_2$ , равная 50%, согласно разным вариантам осуществления настоящего изобретения, приводит к самым быстрым скоростям и/или самой лучшей каталитической эффективности, и, следовательно, приводит к более низким требованиям, относящимся к объему субстрата катализатора восстановления. Дополнительно, управление согласно изобретению в направлении подходящего значения доли оксидов азота  $\text{NO}_x$ , которую составляет диоксид азота  $\text{NO}_2$ , означает, что требования, относящиеся к возможному катализатору предотвращения проскока SC, расположенному ниже по потоку в системе обработки выхлопных газов, являются более низкими.

Посредством активного управления уровнем оксидов азота  $\text{NO}_x$ , достигающих одного или более субстратов с окислительным покрытием в системе обработки выхлопных газов, которые могут, например, содержаться в окислительном катализаторе DOC и/или в по меньшей мере частично покрытом фильтре cDPF, может быть достигнута регулировка доли диоксида азота  $\text{NO}_2$ , достигающего первого и/или второго устройства, расположенного ниже по потоку от окислительного покрытия. Это означает, что второе устройство обеспечивает более предсказуемый оборот. Это касается, например, увеличения количества оксидов азота  $\text{NO}_x$ , производимых двигателем, в случаях, в которых существует риск того, что доля диоксида азота  $\text{NO}_2$  в оксидах азота  $\text{NO}_x$  может превысить максимальное значение.

Посредством использования настоящего изобретения, достигается более эффективное и предсказуемое восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$ . В результате, например, адаптации дозировки мочевины дают более предсказуемые результаты.

Активное управление согласно настоящему изобретению имеет потенциал облегчить выполнение системой обработки выхлопных газов требований по выбросам в стандарте Euro VI. Кроме того, управление согласно настоящему изобретению имеет потенциал

облегчить выполнение системой обработки выхлопных газов требований по выбросам в некоторых других существующих и/или будущих стандартах выбросов.

Это означает, что настоящее изобретение может обеспечивать требуемое воздействие, такое как требуемое снижение количества оксидов азота  $\text{NO}_x$  в потоке выхлопных газов, в большем количестве разных условий. Соответственно, законные ограничения и/или стандарты выбросов количества оксидов азота  $\text{NO}_x$  из системы обработки выхлопных газов могут быть выполнены в намного большем количестве условий и/или режимов вождения, чем при использовании систем по предшествующему уровню техники.

Посредством использования настоящего изобретения может быть достигнута лучшая оптимизация использования топлива для транспортного средства, так как имеется возможность управлять двигателем в режиме с более высокой эффективностью топлива, так что достигается более высокая эффективность двигателя. Таким образом, когда используется настоящее изобретение, может быть получено повышение эффективности и/или уменьшенный выброс углекислого газа  $\text{CO}_2$ .

Настоящее изобретение также имеет преимущество, состоящее в использовании двух взаимодействующих дозирующих устройств в комбинации для дозировки восстановителя, например мочевины, выше по потоку от первого и второго устройств, что освобождает и облегчает смешивание и потенциальное испарение восстановителя, так как впрыск восстановителя разделяется на два физически разных положения. Это снижает риск того, что восстановитель локально охладит систему обработки выхлопных газов, что потенциально может сформировать отложения в положениях впрыска восстановителя или ниже по потоку от таких положений.

#### **Краткий список фигур**

Изобретение будет более подробно проиллюстрировано ниже, вместе с прилагаемыми чертежами, на которых схожие символы ссылок используются для схожих деталей, и на которых:

Фигура 1 показывает примерное транспортное средство, которое может содержать настоящее изобретение,

Фигура 2 показывает блок-схему последовательности операций способа обработки выхлопных газов согласно изобретению,

Фигура 3 показывает пример системы обработки выхлопных газов согласно настоящему изобретению,

Фигура 4 показывает устройство управления, в котором может быть реализован способ согласно настоящему изобретению,

Фигура 5 показывает пример эффекта увеличенного уровня  $\text{NO}_x$ .

#### **Описание предпочтительных вариантов осуществления**

Фигура 1 схематически показывает примерное транспортное средство 100, содержащее систему 150 обработки выхлопных газов, которая может являться системой 150 обработки выхлопных газов согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения. Силовая передача содержит двигатель 101 внутреннего сгорания, который традиционным образом, через выходной вал 102 на двигателе 101 внутреннего сгорания, обычно через маховик, соединен с коробкой 103 передач через сцепление 106.

Двигатель 101 внутреннего сгорания управляется системой управления двигателем посредством устройства 115 управления. Подобным образом, сцепление 106 и коробка 103 передач могут управляться системой управления транспортного средства, с

помощью одного или более подходящих устройств управления (не показаны).

Естественно, силовая передача транспортного средства также может являться силовой передачей другого типа, например, типа с традиционной автоматической коробкой передач, или типа с гибридной силовой передачей, и т. д.

5 Выходной вал 107 из коробки 103 передач приводит в движение колеса 113, 114 через конечную передачу 108, такую как, например, обычный дифференциал, и приводные валы 104, 105, соединенные с упомянутой конечной передачей 108.

10 Транспортное средство 100 также содержит систему 150 обработки выхлопных газов/систему 150 очистки выхлопных газов для обработки/очистки выбросов выхлопных газов, формируемых при сгорании в камере сгорания двигателя 101 внутреннего сгорания, который может состоять из цилиндров. Система 150 обработки выхлопных газов может управляться системой управления транспортного средства посредством устройства 160 управления, которое также может быть соединено с двигателем и/или устройством 115 управления двигателя.

15 Согласно настоящему изобретению, предложен способ обработки потока выхлопных газов, формируемого при сгорании в двигателе внутреннего сгорания и содержащего оксиды азота  $\text{NO}_x$ . Как упоминалось выше, оксиды азота  $\text{NO}_x$  содержат монооксид азота  $\text{NO}$  и диоксид азота  $\text{NO}_2$ . Этот способ может быть проиллюстрирован с помощью блок-схемы последовательности операций на фигуре 2.

20 На первом этапе 210 способа, осуществляется первое воздействие на первое количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающее первого устройства, расположенного в системе обработки выхлопных газов, чтобы оказать воздействие на первое количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ . Это первое воздействие осуществляется с помощью использования по меньшей мере одного  $\text{NO}_x$ -удерживающего катализатора NCC и/или первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , расположенных в первом устройстве. Здесь, первое воздействие 210 может управляться активным образом, посредством активного управления содержанием оксидов азота  $\text{NO}_x$  в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC, и/или посредством активного управления восстановлением оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окислением потенциальной добавки в упомянутом потоке выхлопных газов посредством первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ . Активное управление  $\text{NO}_x$ -удерживающим катализатором NCC и/или первым катализатором предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  может выполняться на основании по меньшей мере 30 первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающего первого устройства.

На втором этапе 220 способа, осуществляется второе воздействие на второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ , достигающее второго устройства, расположенного ниже по потоку от первого устройства в системе обработки выхлопных газов, чтобы 40 оказать воздействие на второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ .

На этапе 205, который предшествует первому этапу 210 согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, добавка может добавляться в поток выхлопных газов, как более подробно описано ниже.

45 На этапе 215, который предшествует второму этапу 220 согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, добавка может добавляться в поток выхлопных газов, как более подробно описано ниже.

Согласно другим вариантам осуществления настоящего изобретения, окисление соединений азота и/или углеводородов 230, и/или фильтрация и окисление сажи 240

могут выполняться после первого воздействия 210 и перед вторым воздействием 220, например, посредством использования окислительного катализатора DOC, и/или по меньшей мере частично покрытого фильтра сDPF, как более подробно описано ниже.

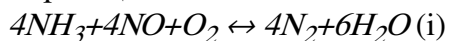
С помощью использования настоящего изобретения, может обеспечиваться управление отношением  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  между количеством диоксида азота  $\text{NO}_2$  и количеством оксидов азота  $\text{NO}_x$ . Таким образом, например, высокие значения этого отношения могут быть предотвращены с помощью активного управления, например отношение  $\text{NO}_2/\text{NO}_x > 50\%$  может быть предотвращено, так как значением отношения можно активно управлять, чтобы снизить его. Значение отношения  $\text{NO}_2/\text{NO}_x$  также может быть увеличено, когда оно слишком низкое, например, когда  $\text{NO}_2/\text{NO}_x < 50\%$ .

Другими словами, активное управление уровнем диоксида азота  $\text{NO}_2$  облегчается при использовании настоящего изобретения, которое используется, чтобы увеличить или уменьшить уровень диоксида азота  $\text{NO}_2$  в рабочих режимах, для которых это необходимо. Таким образом, может быть создана система обработки выхлопных газов, которая требует меньшего количества драгоценного металла и, соответственно, также является более дешевой в производстве.

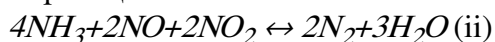
С помощью использования управления согласно настоящему изобретению, получен нейтральный к потреблению топлива способ увеличения скорости реакции на одном или более катализаторах селективного каталитического восстановления в системе обработки выхлопных газов, так как управление может выполняться таким образом, чтобы как можно большая доля восстановления происходила посредством путей реакции как монооксида азота  $\text{NO}$ , так и диоксида азота  $\text{NO}_2$ . Таким образом, с помощью управления согласно изобретению, доля общего преобразования оксидов азота  $\text{NO}_x$ , происходящего посредством быстрого пути реакции, другими словами, посредством «быстрого SCR», в котором восстановление происходит посредством путей реакции как монооксида азота  $\text{NO}$ , так и диоксида азота  $\text{NO}_2$ , может быть увеличена с помощью активного управления уровнем диоксида азота  $\text{NO}_2$ . Соответственно, требования к объему, связанному с катализатором, также могут быть снижены.

Для катализаторов SCR главным образом определены три разных типа путей реакции.

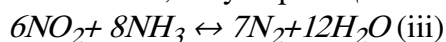
Один из этих путей реакции часто указывается ссылкой, как «стандартный SCR». Здесь, оксиды азота  $\text{NO}_x$  главным образом состоят из монооксида азота  $\text{NO}$ , поэтому путь реакции можно записать как:



Другой из этих путей реакции соответствует быстрым скоростям, и часто указывается ссылкой, как «быстрый SCR»/«быстрое восстановление». Здесь, как монооксид азота  $\text{NO}$ , так и диоксид азота  $\text{NO}_2$  доступны в равных долях в оксидах азота  $\text{NO}_x$ , поэтому путь реакции можно записать как:

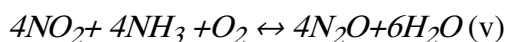
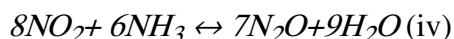


Другой из этих путей реакции соответствует медленным скоростям, и часто указывается ссылкой, как «медленный SCR»/«медленное восстановление». Здесь, для реакции доступен только диоксид азота  $\text{NO}_2$ , так как весь монооксид азота был восстановлен, и путь реакции можно записать как:



На медленных скоростях в уравнении (iii) выше, также существует риск образования

веселящего газа  $N_2O$ , в соответствии со следующими путями реакции:



Скорость реакции для восстановления/катализатора SCR, как предполагают названия, тесно связана с путями реакций. Глобальное восстановление всегда будет являться комбинацией этих трех путей, и, вероятно, еще более дополнительных реакций. Таким образом, реакции в катализаторе SCR происходят посредством вышеупомянутых конкретных путей реакции, которые имеют разные скорости.

Для температур выхлопных газов выше приблизительно  $280^\circ C$ , хорошо подобранный катализатор SCR будет работать быстро посредством пути реакции «стандартный SCR» (i). Таким образом, для таких высоких температур нет сильной зависимости от/воздействия со стороны доли диоксида азота  $NO_2$ .

При более низких температурах, однако, слишком низкие доли диоксида азота  $NO_2$  приводят к низкой кинетической активности, и, соответственно, к неэффективному каталитическому процессу. Как упоминалось выше, существует риск образования веселящего газа  $N_2O$  в компоненте, расположенном ниже по потоку, где риск особенно велик, например, в отношении катализаторов на основе драгоценных металлов, таких как катализатор предотвращения проскока SC, окислительный катализатор DOC и/или по меньшей мере частично покрытый фильтр cDPF.

Таким образом, полезно иметь возможность, с помощью использования настоящего изобретения, управлять долей диоксида азота  $NO_2$  в оксидах азота  $NO_x$ , с тем чтобы она была выше подходящего минимального значения  $NO_2/NO_{x\text{threshold\_low}}$ , и ниже подходящего максимального значения  $NO_2/NO_{x\text{threshold\_high}}$ .

Состояние термодинамического равновесия между монооксидом азота NO и диоксидом азота  $NO_2$  означает, что проблематично управлять долей диоксида азота  $NO_2$  в оксидах азота  $NO_x$  на широком диапазоне температур. Геометрия, количества и/или распределения драгоценных металлов и отложения сажи являются некоторыми из параметров, влияющих на значение отношения  $NO_2/NO_x$ , которое получено ниже по потоку от окислительных субстратов в существующей системе обработки выхлопных газов, иными словами, ниже по потоку от окислительного катализатора и/или фильтра твердых частиц.

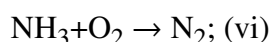
Настоящее изобретение использует открытие, согласно которому открываются дополнительные возможности для управления долей диоксида азота  $NO_2$  в оксидах азота  $NO_x$  в современных дизельных двигателях. Настоящее изобретение использует возможность управления уровнем оксидов азота  $NO_x$  двигателя. Это является возможным, так как доля диоксида азота  $NO_2$  в оксидах азота  $NO_x$  зависит от уровня оксидов азота  $NO_x$ .

Для вариантов осуществления, описанных в материалах настоящей заявки, в которых система 350 обработки выхлопных газов содержит компоненты на основе драгоценных металлов, такие как, например,  $NO_x$ -удерживающий катализатор NCC и/или окислительный катализатор DOC, расположенный выше по потоку от первого устройства, или на впуске в первое устройство, первое отношение  $NO_{2\_1}/NO_{x\_1}$ , достигающее первого устройства, или компонентов, расположенных ниже по потоку в первом устройстве, может, таким образом, подвергаться управлению.

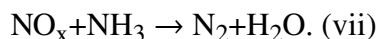
Чтобы учесть ограниченную доступность тепла, например, при холодном запуске или работе с низкой нагрузкой, желательно использовать так называемое быстрое восстановление/SCR («Быстрый SCR»). При быстром восстановлении/SCR, восстановление управляется, чтобы происходить, в настолько высокой степени, насколько это возможно, посредством путей реакции как монооксида азота NO так и диоксида азота NO<sub>2</sub>. Таким образом, при быстром восстановлении/SCR реакция использует равные части монооксида азота NO и диоксида азота NO<sub>2</sub>, что означает, что оптимальное значение молярного отношения NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> может, например, быть близким к 50%. С помощью использования настоящего изобретения, молярное отношение NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> может управляться, чтобы быть ближе к оптимальному значению, чем в случае управления без использования настоящего изобретения.

Посредством использования настоящего изобретения, таким образом, достигается более эффективное и предсказуемое восстановление диоксида азота NO<sub>2</sub>. В результате, например, адаптации дозировки мочевины дают более предсказуемые результаты.

В данном документе, термин катализатор предотвращения проскока SC используется, главным образом, чтобы обозначать катализатор, который приспособлен, чтобы окислять добавку в потоке выхлопных газов, и который выполнен с возможностью восстанавливать остатки оксидов азота NO<sub>x</sub> в потоке выхлопных газов. Более точно, такой катализатор предотвращения проскока SC приспособлен, в первую очередь, чтобы восстанавливать оксиды азота NO<sub>x</sub>, и, во вторую очередь, чтобы окислять добавку. Другими словами, катализатор предотвращения проскока SC может заботиться о проскакивающих остатках как добавки, так и оксидов азота NO<sub>x</sub>. Это также можно описать так, что катализатор предотвращения проскока SC является расширенным аммиачным катализатором предотвращения проскока SC, который также приспособлен для восстановления оксидов азота NO<sub>x</sub> в потоке выхлопных газов, чтобы получить общий многофункциональный катализатор предотвращения проскока SC, заботящийся о более типах проскока, что означает, что он заботится как о добавке, так и об оксидах азота NO<sub>x</sub>. Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, например, по меньшей мере следующие реакции могут осуществляться в многофункциональном катализаторе предотвращения проскока SC, которые восстанавливают оксиды азота NO<sub>x</sub> и окисляют добавку:



и



Здесь, реакция согласно уравнению (vi) обеспечивает окисление добавки, например, остатков добавки, которые могут содержать аммиак. Реакция согласно уравнению (vii) приводит к восстановлению оксидов азота NO<sub>x</sub>.

Соответственно, здесь добавка может окисляться в виде остатков аммиака NH<sub>3</sub>, изоциановой кислоты HNCO, мочевины или тому подобного. Эти остатки добавки, то есть, аммиак NH<sub>3</sub>, изоциановая кислота HNCO, мочевина или тому подобное, также могут использоваться для окисления оксидов азота NO<sub>x</sub>.

Чтобы получить эти характеристики, то есть, чтобы получить многофункциональный катализатор предотвращения проскока, катализатор предотвращения проскока может, согласно одному из вариантов осуществления, содержать одно или несколько веществ,

содержащихся в платиновой группе металлов (PGM), то есть, одно или несколько из иридия, осмия, палладия, платины, родия и рутения. Катализатор предотвращения проскока также может содержать одно или несколько других веществ, которые придают катализатору предотвращения проскока характеристики, схожие с таковыми в платиновой группе металлов. Катализатор предотвращения проскока также может содержать восстанавливающее  $\text{NO}_x$  покрытие, при этом покрытие может, например, содержать Cu- или Fe-цеолит или ванадий. Здесь, цеолит может быть активирован с помощью активного металла, такого как, например, медь (Cu) или железо (Fe).

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первому воздействию 210 предшествует первая подача 205 первой добавки в поток выхлопных газов выше по потоку от первого устройства. Здесь, первое воздействие 210 содержит первое восстановление первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающего первого устройства, посредством первого катализатора селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , за чем следует восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окисление потенциальной добавки в потоке выхлопных газов посредством первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ .

Как упоминалось выше, катализатор селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$  использует добавку при восстановлении оксидов азота  $\text{NO}_x$  в выхлопных газах.

Добавка впрыскивается в поток выхлопных газов, выходящий из двигателя внутреннего сгорания, выше по потоку от катализатора, и поглощается (осаждается) в первом катализаторе селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , с тем чтобы могла протекать окислительно-восстановительная реакция между оксидами азота  $\text{NO}_x$  в выхлопных газах и добавкой.

Активное управление первым воздействием может, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, содержать управление дозировкой добавки в первом устройстве.

Активное управление первым воздействием 210 может, например, также быть основано на степени покрывания/степени заполнения добавки для первого катализатора селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , и/или степени покрывания для первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ .

Активное управление первым воздействием 210 может, например, также быть основано на по меньшей мере одной каталитической характеристике для первого катализатора селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , и/или на по меньшей мере одной каталитической характеристике для первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ .

Активное управление первым воздействием 210 может, например, также быть основано на температуре для первого катализатора селективного каталитического восстановления  $T_{\text{SCR}_1}$ , и/или на температуре для первого катализатора предотвращения проскока  $T_{\text{SC}_1}$ .

Активное управление первым воздействием 210 может, например, также быть основано на величине первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , которое достигает первого устройства, и которое может быть удержано и/или восстановлено посредством первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ .

Здесь, активное управление первым воздействием 210 может содержать первую подачу 205 первой добавки, осуществляемую в такой степени, чтобы степень заполнения/



степень покрытия для первой добавки в первом катализаторе селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$  превышала значение его максимальной степени заполнения добавкой.

Такое активное управление первым воздействием 210 может приводить к проскальзыванию добавки из первого катализатора селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ .

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, активное управление первым воздействием 210, например, управление подачей добавки, следовательно, выполняется таким образом, чтобы проскальзывание добавки, выходящей из первого катализатора селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , могло в значительной степени сохраняться и/или окисляться в первом катализаторе предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ .

Использование первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  в первом устройстве обозначает, что достигается больший запас при восстановлении оксидов азота  $\text{NO}_x$ , так как можно применять много добавки перед восстановлением с помощью первого катализатора селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ . Применять так много добавки перед первым катализатором селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$  возможно, так как первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  заботится о любом потенциальном проскальзывании.

Более того, испытания показали, что восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  посредством первого многофункционального катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  в первом устройстве становится на удивление эффективным. Это является результатом существенного количества оксидов азота  $\text{NO}_x$  в потоке выхлопных газов после первого катализатора селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , присутствующих в первом катализаторе предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  в первом устройстве, чтобы достичь эффективного восстановления оксидов азота  $\text{NO}_x$ . Другими словами, относительно хорошая доступность оксидов азота  $\text{NO}_x$  в первом катализаторе предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  может использоваться, чтобы достичь очень высокой эффективности и/или очень хорошего использования, когда первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  используется в первом каталитическом устройстве.

Чтобы достичь высокой эффективности восстановления оксидов азота посредством первого катализатора селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , должна достигаться определенная высокая степень заполнения/степень покрытия для добавки в первом катализаторе селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ .

Использование этой высокой степени заполнения/степени покрытия для добавки, таким образом, облегчается с помощью использования первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ . Соответственно, очень эффективное восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  может быть получено с помощью первого катализатора селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , так как степень заполнения добавки может поддерживаться высокой.

Согласно другим вариантам осуществления настоящего изобретения, дозировка добавки может активно регулироваться таким образом, чтобы дозировка приводила к проскальзыванию добавки из первого катализатора селективного каталитического

восстановления  $SCR_1$ , до тех пор, пока это проскальзывание добавки может в значительной степени сохраняться и/или окисляться в первом катализаторе предотвращения проскока  $SC_1$ .

Для решений предшествующего уровня техники, которые не содержат первого катализатора предотвращения проскока  $SC_1$  в первом устройстве, такие высокие степени заполнения не могут использоваться из-за риска проскальзывания, которое может существенно ухудшать функционирование компонентов, расположенных ниже по потоку в системе обработки выхлопных газов.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, активное управление первым воздействием 210 выполняется таким образом, чтобы первая подача 205 первой добавки существенно снижалась, если степень заполнения для первой добавки в первом катализаторе предотвращения проскока  $SC_1$  превышает значение для максимальной степени заполнения добавки в первом катализаторе предотвращения проскока  $SC_1$ . После этого восстановления поданной добавки, степень заполнения добавки в первом катализаторе селективного каталитического восстановления  $SCR_1$  опять падает.

Например, такое активное управление, приводящее к проскальзыванию добавки из первого катализатора селективного каталитического восстановления  $SCR_1$ , может использоваться в связи с градиентом температуры перехода для потока выхлопных газов, холодного запуска двигателя внутреннего сгорания и/или движения транспортного средства, содержащего двигатель внутреннего сгорания.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первое устройство содержит  $NO_x$ -удерживающий катализатор NCC, за которым ниже по потоку следует первое дозирующее устройство, за которым ниже по потоку следует первый катализатор селективного каталитического восстановления  $SCR_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор предотвращения проскока  $SC_1$ . Здесь, оксиды азота  $NO_x$ , таким образом, сначала сохраняются/удерживаются посредством

$NO_x$ -удерживающего катализатора NCC, после чего в поток выхлопных газов подают добавку, которая используется в первом восстановлении первого количества оксидов азота  $NO_{x\_1}$  в первом катализаторе селективного каталитического восстановления  $SCR_1$ , после чего восстановление оксидов азота  $NO_x$  и/или окисление потенциальной добавки в потоке выхлопных газов выполняется посредством катализатора предотвращения проскока  $SC_1$ . Здесь стоит отметить, что первое дозирующее устройство 371 расположено между  $NO_x$ -удерживающим катализатором NCC и первым катализатором селективного каталитического восстановления  $SCR_1$ , с тем чтобы добавка подавалась внутри первого устройства. Это отличается от большинства других вариантов осуществления, описанных в материалах настоящей заявки, в которых добавка подается выше по потоку от первого устройства.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первое устройство содержит первое дозирующее устройство, за которым ниже по потоку следует первый катализатор селективного каталитического восстановления  $SCR_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор предотвращения проскока  $SC_1$ , за которым ниже по потоку следует  $NO_x$ -удерживающий катализатор NCC. Здесь, таким образом, сначала в поток выхлопных газов подают добавку, которая используется в

первом восстановлении первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$  в первом катализаторе селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , после чего восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окисление потенциальной добавки в потоке выхлопных газов выполняется посредством катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , после чего оксиды азота сохраняются/удерживаются в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первое устройство содержит  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор NCC, за которым ниже по потоку следует первое дозирующее устройство, за которым ниже по потоку следует первый катализатор селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , за которым ниже по потоку следует  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор NCC. Здесь, оксиды азота  $\text{NO}_x$ , таким образом, сохраняются в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC, после чего в поток выхлопных газов подают добавку, которая используется в первом восстановлении первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$  в первом катализаторе селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , после чего восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окисление потенциальной добавки в потоке выхлопных газов выполняется посредством катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , после чего оксиды азота сохраняются в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC. В этом варианте осуществления, первое дозирующее устройство 371 также расположено между  $\text{NO}_x$ -удерживающим катализатором NCC и первым катализатором селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , и, таким образом, подает добавку внутри первого устройства.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первое воздействие состоит из восстановления оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окисления потенциальной добавки в потоке выхлопных газов, подаваемой самим первым катализатором предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ . Другими словами, здесь первое устройство содержит только первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ .

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первое воздействие состоит из сохранения оксидов азота  $\text{NO}_x$  с помощью  $\text{NO}_x$ -удерживающего катализатора NCC. Другими словами, здесь первое устройство содержит только  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор NCC.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, активное управление первым воздействием может содержать управление сохранением оксидов азота  $\text{NO}_x$  в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC, содержащемся в первом устройстве. Управление сохранением оксидов азота  $\text{NO}_x$  в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC может выполняться подходящим образом, например, посредством активного управления состоянием выхлопных газов в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC и/или температурой в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC. Это управление может выполняться, например, посредством управления функционированием двигателя внутреннего сгорания.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, активное управление первым воздействием 210 также основано на степени покрытия оксидов азота  $\text{NO}_x$  в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC.

Первое количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающее первого устройства, может, согласно одному из вариантов осуществления, соответствовать первому отношению  $\text{NO}_{2\_1}/\text{NO}_{x\_1}$  между первым количеством диоксида азота  $\text{NO}_{2\_1}$  и первым количеством оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающим первого устройства. Значение  $(\text{NO}_{2\_1}/\text{NO}_{x\_1})_{\text{det}}$  может быть определено для этого первого отношения  $\text{NO}_{2\_1}/\text{NO}_{x\_1}$ , например, в форме измеренного, смоделированного и/или предсказанного значения.

Второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ , достигающее второго устройства, может, согласно одному из вариантов осуществления, соответствовать второму отношению  $\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2}$  между вторым количеством диоксида азота  $\text{NO}_{2\_2}$  и вторым количеством оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ , достигающим второго устройства. Значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  может быть определено для этого второго отношения  $\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2}$ , например, в форме измеренного, смоделированного и/или предсказанного значения.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, активное управление первым воздействием 210 также основано на определенном значении  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения между вторым количеством диоксида азота  $\text{NO}_{2\_2}$  и вторым количеством оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ , достигающим второго устройства. Здесь, это активное управление первым воздействием 210 может достигать уменьшения значения  $\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2}$  для этого второго отношения, так как второе количество диоксида азота  $\text{NO}_{2\_2}$ , достигающее второго устройства, увеличивается. Это может быть достигнуто посредством выполнения активного управления первым воздействием таким образом, чтобы первое воздействие содержало уменьшенное восстановление первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$  в первом устройстве. Таким образом, достигается увеличение второго количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ .

Активное управление первым воздействием может выполняться посредством управления дозировкой первой подачи 205 первой добавки в поток выхлопных газов выше по потоку от первого устройства. Активное управление может быть основано на определенном значении  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения, с тем чтобы высокое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения приводило к подаче меньшего количества добавки, чем низкое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения.

Это также может быть описано, как уменьшение первой подачи 205 добавки, если определенное значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения выше, чем верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_high}}$ ,  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}} > (\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_high}}$ .

Это верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_high}}$  может иметь значение, которое зависит от каталитических характеристик первого устройства и/или каталитических характеристик второго устройства. Верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_high}}$  также может иметь значение, которое зависит от катализатора, типа первого устройства и/или второго устройства. Верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_high}}$  также может иметь значение, которое зависит от интервала температур, в пределах которого активно первое и/или второе устройство. Верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_high}}$  также может иметь значение, которое зависит от степени покрывания добавки для первого и/или второго устройства. Верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_high}}$  также может иметь значение, которое зависит от температуры первого и/или второго устройства.

Верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_high}}$  может, например, иметь значение в пределах интервала  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_high}} > 50\%$ , предпочтительно, в пределах интервала  $50\% < (\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_high}} \leq 85\%$ , и более предпочтительно, в пределах интервала  $60\% < (\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_high}} \leq 75\%$ .

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, активное управление первым воздействием 210 достигает увеличения значения  $\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2}$  второго отношения. Это увеличение достигается из-за снижения второго количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ . Здесь, увеличение значения  $\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2}$  второго отношения может быть достигнуто посредством выполнения активного управления первым воздействием таким образом, чтобы первое воздействие содержало увеличенное восстановление первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$  в первом устройстве.

Увеличенное восстановление приводит к уменьшению второго количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ .

Как описано выше, первому воздействию 210 может предшествовать первая подача 205 первой добавки в поток выхлопных газов выше по потоку от первого устройства. Эта первая подача 205 может, согласно одному из вариантов осуществления, быть основана на определенном значении  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения, с тем чтобы низкое определенное значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения приводило к подаче большего количества добавки, чем высокое определенное значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения.

Это также может быть выражено, как увеличение первой подачи 205 добавки, если определенное значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения меньше или равно нижнему пороговому значению  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$ ,  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}} \leq (\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$ .

Это нижнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$  может иметь значение, которое зависит от каталитических характеристик первого устройства и/или второго устройства. Нижнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$  также может иметь значение, которое зависит от типа катализатора первого и/или второго устройства. Нижнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$  также может иметь значение, которое зависит от интервала температур, в пределах которого активно первое и/или второе устройство. Нижнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$  также может иметь значение, которое зависит от степени покрывания добавки для первого и/или второго устройства. Нижнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$  может иметь значение, которое зависит от температуры первого и/или второго устройства.

Нижнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$  может, например, иметь значение в пределах интервала  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}} < 50\%$ , предпочтительно, в пределах интервала  $10\% \leq (\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}} \leq 40\%$ , и более предпочтительно, в пределах интервала  $20\% \leq (\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}} \leq 60\%$ .

Как упоминалось выше, второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$  соответствует второму отношению  $\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2}$  между вторым количеством диоксида азота  $\text{NO}_{2\_2}$  и вторым количеством оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ , достигающим второго устройства.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, для которого

по меньшей мере один компонент с окисляющим покрытием расположен выше по потоку от первого устройства, активное управление первым воздействием 210 содержит управление первой подачей 205 первой добавки. Здесь, управление первой подачей 205 первой добавки происходит на основе определенного значения  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго

отношения, с тем чтобы быстрое восстановление могло использоваться во втором устройстве при первом воздействии. Таким образом, первая подача 205 может управляться таким образом, чтобы восстановление во втором устройстве могло, в настолько высокой степени, насколько возможно, происходить посредством путей реакции как для монооксида азота NO, так и для диоксида азота NO<sub>2</sub>. При быстром восстановлении, реакция использует равные части монооксида азота NO и диоксида азота NO<sub>2</sub>, что означает, что оптимальное значение молярного отношения NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> составляет примерно 50%.

Как упоминалось выше, первое количество оксидов азота NO<sub>x\_1</sub> соответствует первому отношению NO<sub>2\_1</sub>/NO<sub>x\_1</sub> между первым количеством диоксида азота NO<sub>2\_1</sub> и первым количеством оксидов азота NO<sub>x\_1</sub>, достигающим первого устройства.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, для которого по меньшей мере один компонент с окисляющим покрытием расположен выше по потоку от первого устройства, активное управление первым воздействием 210 содержит управление первой подачей 205 первой добавки. Здесь, управление первой подачей 205 первой добавки происходит на основе определенного значения  $(\text{NO}_{2\_1}/\text{NO}_{x\_1})_{\text{det}}$  первого отношения, с тем чтобы быстрое восстановление могло использоваться в первом устройстве при первом воздействии. Таким образом, первая подача 205 может управляться таким образом, чтобы восстановление в первом устройстве могло, в настолько высокой степени, насколько возможно, происходить посредством путей реакции как для монооксида азота NO, так и для диоксида азота NO<sub>2</sub>. При быстром восстановлении, реакция использует равные части монооксида азота NO и диоксида азота NO<sub>2</sub>, что означает, что оптимальное значение молярного отношения NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> составляет примерно 50%.

Вышеупомянутое определенное значение  $(\text{NO}_{2\_1}/\text{NO}_{x\_1})_{\text{det}}$  первого отношения и/или вышеупомянутое определенное значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения могут состоять из измеренного значения, смоделированного значения и/или предсказанного значения.

Специалист в данной области техники поймет, что способ обработки потока выхлопных газов согласно настоящему изобретению также может быть реализован в компьютерной программе, которая, при исполнении на компьютере, будет заставлять компьютер выполнять способ. Компьютерная программа обычно состоит из части компьютерного программного продукта 403, при этом компьютерный программный продукт содержит подходящий энергонезависимый/постоянный цифровой запоминающий носитель, на котором хранится компьютерная программа. Упомянутый энергонезависимый/постоянный машиночитаемый носитель состоит из подходящей памяти, такой как: ПЗУ (постоянное запоминающее устройство, ROM), ППЗУ (программируемое ПЗУ, PROM), СППЗУ (стираемое ППЗУ, EPROM), флэш-память, ЭСППЗУ (электрически стираемое ППЗУ, EEPROM), устройство жесткого диска, т. д.

Фигура 4 схематически показывает устройство 400 управления. Устройство 400 управления содержит вычислительное устройство 401, которое может состоять из по существу любого подходящего типа процессора или микрокомпьютера, например,

схемы для цифровой сигнальной обработки (цифровой сигнальный процессор, DSP) или схемы с предопределенной конкретной функцией (специализированной интегральной схемы, ASIC). Вычислительное устройство 401 соединено с узлом 402 памяти, установленным в устройство 400 управления и предоставляющим вычислительному устройству 401, например, сохраненный программный код и/или сохраненные данные, которые необходимы вычислительному устройству 401, чтобы иметь возможность производить вычисления. Вычислительное устройство 401 также приспособлено, чтобы хранить частичные или окончательные результаты расчетов в устройстве 402 памяти.

Устройство 400 управления дополнительно оборудовано устройствами 411, 412, 413, 414 для приема и передачи входных и выходных сигналов. Эти входные и выходные сигналы могут содержать формы волны, импульсы или другие атрибуты, которые могут быть детектированы, как информация, устройствами 411, 412, 413, 414 для приема и передачи сигналов, и могут быть преобразованы в сигналы, которые можно обработать посредством вычислительного устройства 401. Затем эти сигналы передаются на вычислительное устройство 401. Устройства 412, 414 для передачи выходных сигналов приспособлены, чтобы преобразовывать результаты вычислений из вычислительного устройства 401 в выходные сигналы для передачи на другие части системы управления транспортного средства и/или компонент(ы), для которых предназначен сигнал, например, на первое и/или второе дозирующее устройство.

Каждое из соединений с устройствами для приема и передачи входных и выходных сигналов может состоять из одного или более из кабеля; шины данных, такой как шина контроллерной сети (CAN), шина информационно-ориентированной системы передачи (MOST) или любая другая конфигурация шины; или беспроводного соединения.

Специалист в данной области техники поймет, что вышеупомянутый компьютер может состоять из вычислительного устройства 401, и что вышеупомянутая память может состоять из устройства 402 памяти.

Как правило, системы управления в современных транспортных средствах состоят из системы коммуникационных шин, состоящей из одной или более коммуникационных шин, соединяющих множество электронных устройств управления (ECU), или контроллеров, и других компонентов, содержащихся в транспортном средстве. Такая система управления может содержать большое количество устройств управления, и ответственность за конкретную функцию может быть распределена среди более чем одного устройства управления. Транспортные устройства показанного типа, таким образом, часто содержат существенно больше устройств управления, чем показано на фигуре 4, что хорошо известно специалисту в данной области техники.

Настоящее изобретение, в показанном варианте осуществления, реализовано в устройстве 400 управления. Изобретение может, тем не менее, также быть реализовано в одном или более других устройствах управления, уже присутствующих в транспортном средстве, или в устройстве управления, специально предназначенном для настоящего изобретения.

Здесь, и в данном документе, устройства часто описываются, как предназначенные для выполнения этапов способа согласно изобретению. Это также означает, что устройства приспособлены и/или установлены для выполнения этих этапов способа.

Фигура 3 схематически показывает систему 350 обработки выхлопных газов согласно одному из аспектов настоящего изобретения, которая через выхлопной трубопровод 302 соединена с двигателем 301 внутреннего сгорания. Выхлопные газы, формируемые при сгорании в двигателе 301, то есть, поток 303 выхлопных газов (обозначенный стрелками), подается к первому устройству 331, расположенному в системе 350

обработки выхлопных газов, чтобы произвести первое воздействие 210 на первое количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающее первого устройства 331.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, поток 303 выхлопных газов пропускают через первое дозирующее устройство 371, расположенное в системе 350 обработки выхлопных газов, чтобы произвести первую подачу 205 первой добавки в поток 303 выхлопных газов перед тем, как он достигает первого устройства 331. Для данного варианта осуществления, используется первая добавка, которая подается в поток 303 выхлопных газов во время первой подачи 205 при первом воздействии посредством первого устройства 331.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения, первый катализатор гидролиза, который может состоять по существу из любого подходящего гидролизного покрытия, и/или первый смеситель могут располагаться в соединении с первым дозирующим устройством 371. Первый катализатор гидролиза и/или первый смеситель, в данном случае, используются, чтобы увеличить скорость разложения мочевины в аммиак, и/или чтобы смешивать добавку с выбросами, и/или чтобы испарять добавку.

Согласно настоящему изобретению, первое устройство 331 содержит по меньшей мере один  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор NCC и/или первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ . Здесь,  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор NCC приспособлен, чтобы выполнять сохранение оксидов азота  $\text{NO}_x$ . Первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  может являться многофункциональным, и может выполнять восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окисление потенциальной добавки в потоке 303 выхлопных газов.

Это первое воздействие 210 посредством первого устройства 331 может, согласно настоящему изобретению, управляться активно на основе по меньшей мере первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающего первого устройства 331. Это активное управление, например, может быть получено посредством управления первой дозировкой, посредством управления температурой в первом устройстве 331 и/или посредством управления состоянием выхлопных газов в первом устройстве 331 способом, описанным выше.

Система 350 обработки выхлопных газов также содержит второе устройство 332, приспособленное, чтобы производить второе воздействие 240 на второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ , достигающее второго устройства 332.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, система 350 обработки выхлопных газов также содержит второе дозирующее устройство 372, расположенное ниже по потоку от первого устройства 331, то есть, выше по потоку от второго устройства 331, чтобы производить вторую подачу 215 второй добавки в поток 303 выхлопных газов. Для этого второго варианта осуществления, используется вторая добавка, которая подается в поток выхлопных газов вторым дозирующим устройством 372 во время второго воздействия во втором устройстве 332.

Система 350 обработки выхлопных газов также содержит, согласно одному из вариантов осуществления, по меньшей мере одно устройство 374 управления дозировкой, приспособленное, чтобы управлять по меньшей мере одним из первой подачи 205 и второй подачи 215.

Другими словами, устройство 374 управления дозировкой управляет одним или более из первого дозирующего устройства 371 и второго дозирующего устройства 372, и/или насосов или схожих устройств, которые снабжают эти дозирующие устройства 371, 372



добавкой. Согласно одному из вариантов осуществления, эта дозировка управляется таким образом, чтобы достаточное количество добавки подавалось в поток выхлопных газов посредством первого дозирующего устройства 371, чтобы достичь активного управления первым воздействием.

5 С помощью использования системы 350 обработки выхлопных газов согласно настоящему изобретению, активное управление уровнем диоксида азота  $\text{NO}_2$  может использоваться, чтобы увеличивать или уменьшать уровень диоксида азота  $\text{NO}_2$  в тех рабочих режимах, для которых это необходимо. Таким образом, может быть создана система обработки выхлопных газов, которая требует меньшего количества  
10 драгоценного металла и, соответственно, также является более дешевой в производстве.

С помощью использования управления согласно настоящему изобретению, получен нейтральный к потреблению топлива способ увеличения скорости реакции на одном или более катализаторах восстановления в системе обработки выхлопных газов, так как управление может выполняться таким образом, чтобы как можно большая доля  
15 восстановления происходила посредством путей реакции как монооксида азота  $\text{NO}$ , так и диоксида азота  $\text{NO}_2$ .

Нагрузка на катализаторы восстановления, в некоторых вариантах осуществления, повышает уровень оксидов азота  $\text{NO}_x$ . Тем не менее, катализаторы, которые выполняют  
20 восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$ , будут иметь хорошие условия для того, чтобы справиться с этой нагрузкой, так как повышение главным образом происходит при температуре выхлопных газов около 260-340°C, при которой катализаторы имеют довольно высокую эффективность.

Посредством использования настоящего изобретения, достигается более эффективное  
25 и предсказуемое восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$ . Это означает, что, например, управление дозировкой добавки будет приводить к более надежным результатам.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, система обработки выхлопных газов может содержать первый окислительный катализатор  $\text{DOC}_1$  311, содержащий субстрат с окислительным покрытием, расположенный выше  
30 по потоку от первого дозирующего устройства 371, и/или второй окислительный катализатор  $\text{DOC}_2$  312, содержащий субстрат с окислительным покрытием, расположенный ниже по потоку от первого устройства 331. Первый окислительный катализатор  $\text{DOC}_1$  311 и/или второй окислительный катализатор  $\text{DOC}_2$  312, в данном  
35 случае, приспособлены, чтобы окислять соединения азота, соединения углерода и/или углеводородов, в потоке 303 выхлопных газов в системе 350 обработки выхлопных газов. При окислении в первом окислительном катализаторе  $\text{DOC}_1$  311, часть монооксида азота  $\text{NO}$  в потоке 303 выхлопных газов окисляется в диоксид азота  $\text{NO}_2$ .

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, система 350  
40 обработки выхлопных газов содержит фильтр 320 твердых частиц ниже по потоку от первого устройства или ниже по потоку от второго окислительного катализатора  $\text{DOC}_2$  312, если он содержится в системе. Фильтр 320 твердых частиц приспособлен, чтобы улавливать и окислять частицы сажи. Поток 303 выхлопных газов пропускают через фильтрующую структуру фильтра твердых частиц, в котором частицы сажи  
45 улавливаются в фильтрующей структуре из проходящего через нее потока 303 выхлопных газов, сохраняются и окисляются в фильтре твердых частиц.

Первый окислительный катализатор  $\text{DOC}_1$  311 и/или второй окислительный

катализатор DOC<sub>2</sub> 312 по меньшей мере частично покрыты каталитическим окислительным покрытием, при этом такое окислительное покрытие может содержать по меньшей мере один драгоценный металл, например, платину.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, фильтр 320 твердых частиц состоит из дизельного фильтра твердых частиц (DPF). Таким образом, этот фильтр используется, чтобы улавливать, сохранять и окислять частицы сажи из потока 303 выхлопных газов.

Согласно другому варианту осуществления настоящего изобретения, фильтр 320 твердых частиц состоит из фильтра твердых частиц, который по меньшей мере частично покрыт каталитическим окислительным покрытием, при этом такое окислительное покрытие может содержать по меньшей мере один драгоценный металл. То есть, фильтр 320 твердых частиц может быть по меньшей мере частично покрыт одним или более драгоценными металлами, например, платиной. Фильтр твердых частиц cDPF, содержащий окислительное покрытие, может приводить к более стабильным условиям для уровня диоксида азота NO<sub>2</sub> во втором устройстве 332.

Дополнительно, использование фильтра твердых частиц cDPF, содержащего окислительное покрытие, означает, что значение отношения NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, то есть, уровень NO<sub>2</sub>, может регулироваться. Так как используется фильтр твердых частиц cDPF с окислительным покрытием, согласно одному из вариантов осуществления, второй окислительный катализатор DOC<sub>2</sub> 312 в системе не нужен.

Посредством активного управления уровнем оксидов азота NO<sub>x</sub>, достигающих по меньшей мере одного субстрата с окислительным покрытием, который может, например, содержаться в первом DOC<sub>1</sub>, 311 во втором DOC<sub>2</sub> и/или в cDPF, может быть достигнута регулировка доли диоксида азота NO<sub>2</sub>, достигающего второго катализатора селективного каталитического восстановления, расположенного ниже по потоку. Это означает, что второй катализатор селективного каталитического восстановления обеспечивает оборот, который является более предсказуемым. Например, увеличение количества оксидов азота NO<sub>x</sub>, производимых двигателем, может потребоваться в тех случаях, в которых ожидается, что существует риск того, что доля диоксидов азота NO<sub>2</sub> превысит максимальное требуемое значение. В качестве примера, фигура 5 показывает эффект, полученный для доли диоксидов азота NO<sub>2</sub> при увеличении уровня оксидов азота NO<sub>x</sub> с низкого значения, например, 300 миллионных долей, до более высокого значения, например, 1400 миллионных долей. Как описано на фигуре, значение отношения NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> в DOC и/или DPF падает с примерно 70% до значения между 50% и 60%, когда уровень оксидов азота NO<sub>x</sub> возрастает с 300 миллионных долей до 1400 миллионных долей. Это снижение значения отношения NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> существенно улучшает условия для «быстрого SCR», как описано выше.

Нагрузка на первое и/или второе устройство возрастает в результате увеличения уровня оксидов азота NO<sub>x</sub>. Так как увеличение происходит главным образом при температуре выхлопных газов, составляющей примерно 260-340°C, при которой существует риск того, что по меньшей мере один окислительный субстрат произведет NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>>50%, первое 331 и/или второе 332 устройства будут иметь хорошие условия для того, чтобы справиться с этой нагрузкой. При этих температурах, то есть, при 260-340°C, первое 331 и/или второе 332 устройства, в зависимости от соответствующих

спецификаций, имеют довольно высокую эффективность. Дополнительно, при этих температурах существуют довольно хорошие условия для испарения восстановителя.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первая и/или вторая добавка содержит аммиак  $\text{NH}_3$  или мочевины, из которой может быть сгенерирован/сформирован/высвобожден аммиак. Этой добавкой может, например, являться AdBlue. Первая и вторая добавка могут относиться к одному типу или к разным типам.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, система 350 обработки выхлопных газов содержит систему 370 для подачи добавки, которая содержит по меньшей мере один насос 373, приспособленный, чтобы снабжать первое 371 и второе 372 дозирующие устройства добавкой, например, аммиаком или мочевиной.

Один пример такой системы 370 для подачи добавки схематически показан на фигуре 3, где система содержит первое дозирующее устройство 371 и второе дозирующее устройство 372, которые расположены выше по потоку от первого устройства 331 и выше по потоку от второго устройства 332, соответственно. Первое и второе дозирующие устройства 371, 372, часто состоящие из дозирующих сопел, которые подают добавку в поток 303 выхлопных газов и смешивают с ним эту добавку, снабжаются добавкой посредством по меньшей мере одного насоса 373 через каналы 375 для добавки. По меньшей мере один насос 373 получает добавку из одного или более баков 376 для добавки через один или несколько каналов 377 между баком/баками 376 и по меньшей мере одним насосом 373. Стоит понимать, что добавка может находиться в жидкой форме и/или газообразной форме. Там, где добавка находится в жидкой форме, насос 373 является жидкостным насосом, и один или несколько баков 376 являются баками для жидкости. Там, где добавка находится в газообразной форме, насос 373 является газовым насосом, и один или несколько баков 376 являются баллонами для газа. Если используются как газообразные, так и жидкие добавки, устанавливается несколько баков и насосов, при этом по меньшей мере один бак и один насос приспособлены для подачи жидкой добавки, и по меньшей мере один бак и один насос приспособлены для подачи газообразной добавки.

Согласно одному из вариантов осуществления изобретения, по меньшей мере один насос 373 содержит объединенный насос, который питает как первое 371, так и второе 372 дозирующие устройства первой и второй добавкой, соответственно. Согласно другому варианту осуществления изобретения, по меньшей мере один насос содержит первый и второй насос, которые питают первое 371 и второе 372 дозирующие устройства, соответственно, первой и второй добавкой, соответственно. Конкретное функционирование системы 370 для подачи добавки хорошо описано в предшествующем уровне техники, и точный способ впрыска добавки, таким образом, не будет описываться более подробно в материалах настоящей заявки. Тем не менее, как правило, температура в точке впрыска/катализаторе SCR должна быть выше нижней пороговой температуры, чтобы избежать осаждений и формирования нежелательных побочных продуктов, таких как нитрат аммония  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Пример значения такой нижней пороговой температуры может составлять примерно  $200^\circ\text{C}$ . Согласно одному из вариантов осуществления изобретения, система 370 для подачи добавки содержит устройство 374 управления дозировкой, приспособленное, чтобы управлять по меньшей мере одним насосом 373, с тем чтобы добавка подавалась в поток выхлопных газов. Устройство 374 управления дозировкой содержит, согласно одному из вариантов осуществления, первое устройство 378 управления насосом, приспособленное, чтобы управлять по меньшей мере одним насосом 373 таким образом, чтобы первая доза первой добавки

подавалась в поток 303 выхлопных газов через первое дозирующее устройство 371. Устройство 374 управления дозировкой также содержит второе устройство 379 управления насосом, приспособленное, чтобы управлять по меньшей мере одним насосом 373, с тем чтобы вторая доза второй добавки подавалась в поток 303 выхлопных газов через второе дозирующее устройство 372.

Первая и вторая добавки обычно состоят из одинакового типа добавки, например, мочевины. Тем не менее, согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первая добавка и вторая добавка могут относиться к разным типам, например, являться мочевиной и аммиаком, что означает, что дозировка для каждого из первого 331 и второго 332 устройств, и, соответственно, также функционирование каждого из первого 331 и второго 332 устройств могут быть оптимизированы также и относительно типа добавки. Если используются разные типы добавки, бак 376 содержит несколько вспомогательных баков, которые содержат разные соответствующие типы добавки. Один или несколько насосов 373 могут использоваться, чтобы подавать разные типы добавки в первое дозирующее устройство 371 и второе дозирующее устройство 372. Как упоминалось выше, один или несколько баков и один или несколько насосов приспособлены в соответствии с состоянием добавки, то есть, в соответствии с тем, является ли добавка газообразной или жидкой.

Один или несколько насосов 373, таким образом, управляются посредством устройства 374 управления дозировкой, которое генерирует сигналы управления для управления подачей добавки, с тем чтобы требуемое количество впрыскивалось в поток 303 выхлопных газов с помощью первого 371 и второго 372 дозирующего устройства, соответственно, выше по потоку от первого 331 и второго 332 устройства. Более подробно, первое устройство 378 управления насосом приспособлено, чтобы управлять либо объединенным насосом, либо насосом, специально предназначенным для первого дозирующего устройства 371, с тем чтобы управлять подачей первой дозы в поток 303 выхлопных газов через первое дозирующее устройство 371. Второе устройство 379 управления насосом приспособлено, чтобы управлять либо объединенным насосом, либо насосом, специально предназначенным для второго дозирующего устройства 372, с тем чтобы управлять подачей второй дозы в поток 303 выхлопных газов через второе дозирующее устройство 372.

На фигуре изображено по меньшей мере одно устройство 374 управления, содержащее отдельно отмеченные узлы 378, 379. Эти узлы 378, 379 также могут являться логически отдельными, но физически реализованными в одном узле, или могут быть расположены/реализованы совместно как логически, так и физически. Например, эти узлы 378, 379 могут соответствовать разным группам команд, например, в форме программного кода, который загружается в процессор и используется им, когда соответствующий узел активен/используется для выполнения соответствующих этапов способа.

Система 350 обработки выхлопных газов также может быть оборудована одним или несколькими датчиками, такими как один или несколько датчиков 361, 362, 363, 364, 365  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$  и/или температуры, расположенными, например, выше по потоку от окислительного катализатора 311, потенциально расположенного выше по потоку от первого устройства, на впуске первого устройства 331, на выпуске первого устройства 331, на впуске второго устройства 332 и/или на выпуске второго устройства 332, для определения уровня оксидов азота, диоксида азота и/или температур в системе обработки выхлопных газов.

Устройство 360 управления может быть приспособлено, чтобы предоставлять сигналы управления и/или сигналы, соответствующие измерениям, выполняемым одним или

несколькими из датчиков 361, 362, 363, 364, 365  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$  и/или температуры, по меньшей мере одному устройству 374 управления дозировкой. После этого, по меньшей мере одно устройство 374 управления дозировкой основывает управление подачей дозируемого вещества на таких сигналах управления и/или сигналах измерений, с тем чтобы получить вышеупомянутое активное управление первым воздействием.

Устройство 360 управления также может быть приспособлено, чтобы предоставлять сигналы управления и/или сигналы, соответствующие измерениям, выполняемым одним или несколькими из датчиков 361, 362, 363, 364, 301  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NO}_2$  и/или температуры, двигателю 301 внутреннего сгорания и/или устройству управления двигателя. После этого, двигатель 301 внутреннего сгорания и/или устройство управления двигателя основывает управление двигателем на этих сигналах управления и/или сигналах измерений, с тем чтобы получить вышеупомянутое активное управление первым воздействием с помощью управления температурой и/или состоянием выхлопных газов.

Способ согласно настоящему изобретению может быть реализован по существу на всех системах обработки выхлопных газов, содержащих вышеописанное первое устройство 331, вышеописанное второе устройство 332 и активное управление первым воздействием. Каждое из первого устройства 331 и второго устройства 332 может быть расположено множеством разных способов, и иметь множество разных характеристик/функций, как описано в примерах ниже.

Согласно разным вариантам осуществления настоящего изобретения, первое устройство 331 может содержать одно из группы:

- первый катализатор селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , при этом первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  приспособлен, чтобы окислять остаток добавки и/или помогать первому катализатору селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$  с дополнительным восстановлением оксидов азота  $\text{NO}_x$  в потоке 303 выхлопных газов;

- первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , при этом первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  приспособлен, чтобы окислять добавку и/или помогать первому катализатору селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$  с восстановлением оксидов азота  $\text{NO}_x$  в потоке 303 выхлопных газов;

- первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , за которым ниже по потоку следует дополнительный первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$ , при этом первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  и дополнительный первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$  приспособлены, чтобы окислять добавку и/или помогать первому катализатору селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$  с восстановлением оксидов азота  $\text{NO}_x$  в потоке 330 выхлопных газов;

- первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , при этом первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  приспособлен, чтобы окислять добавку и/или восстанавливать оксиды азота  $\text{NO}_x$  в потоке 330 выхлопных газов;

- первый катализатор предотвращения проскока  $SC_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор селективного каталитического восстановления  $SCR_1$ , объединенный с исключительно окисляющим покрытием в своей выходной части, при этом первый катализатор предотвращения проскока  $SC_1$  приспособлен, чтобы окислять добавку и/или помогать первому катализатору селективного каталитического восстановления  $SCR_1$ , объединенному с исключительно окисляющим покрытием в своей выходной части, с дополнительным восстановлением оксидов азота  $NO_x$  в потоке 303 выхлопных газов;

-  $NO_x$ -удерживающий катализатор NCC, который выполняет сохранение оксидов азота  $NO_x$ ;

- первый катализатор селективного каталитического восстановления  $SCR_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор предотвращения проскока  $SC_1$ , за которым ниже по потоку следует  $NO_x$ -удерживающий катализатор (NCC), при этом первый катализатор предотвращения проскока  $SC_1$  приспособлен, чтобы окислять добавку и/или восстанавливать оксиды азота  $NO_x$  в потоке 303 выхлопных газов, при этом  $NO_x$ -удерживающий катализатор выполняет сохранение оксидов азота  $NO_x$ ;

-  $NO_x$ -удерживающий катализатор NCC, за которым ниже по потоку следует первое дозирующее устройство 371, за которым ниже по потоку следует первый катализатор селективного каталитического восстановления  $SCR_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор предотвращения проскока  $SC_1$ , при этом первый катализатор предотвращения проскока  $SC_1$  приспособлен, чтобы окислять добавку и/или восстанавливать оксиды азота  $NO_x$  в потоке 303 выхлопных газов, и при этом  $NO_x$ -удерживающий катализатор выполняет сохранение оксидов азота  $NO_x$ ; и

-  $NO_x$ -удерживающий катализатор NCC, за которым ниже по потоку следует первое дозирующее устройство 371, за которым ниже по потоку следует первый катализатор селективного каталитического восстановления  $SCR_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор предотвращения проскока  $SC_1$ , за которым ниже по потоку следует дополнительный  $NO_x$ -удерживающий катализатор  $NCC_b$ , при этом первый катализатор предотвращения проскока  $SC_1$  приспособлен, чтобы окислять добавку и/или восстанавливать оксиды азота  $NO_x$  в потоке 303 выхлопных газов, и при этом  $NO_x$ -удерживающий катализатор NCC и дополнительный  $NO_x$ -удерживающий катализатор  $NCC_b$  выполняют сохранение оксидов азота  $NO_x$ . Примеры некоторых из этих вариантов осуществления приведены ниже.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первое устройство 331 содержит  $NO_x$ -удерживающий катализатор NCC, за которым ниже по потоку следует первое дозирующее устройство 371, за которым ниже по потоку следует первый катализатор селективного каталитического восстановления  $SCR_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор предотвращения проскока  $SC_1$ . Здесь, оксиды азота  $NO_x$ , таким образом, сначала сохраняются посредством  $NO_x$ -удерживающего катализатора NCC, после чего в поток выхлопных газов подают добавку, которая используется в первом восстановлении первого количества оксидов

азота  $\text{NO}_{x\_1}$  в первом катализаторе селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , после чего восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окисление потенциальной добавки в потоке выхлопных газов выполняется посредством катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ . Здесь стоит отметить, что первое дозирующее устройство 371 расположено между  $\text{NO}_x$ -удерживающим катализатором NCC и первым катализатором селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , с тем чтобы добавка подавалась внутри первого устройства 331. Это отличается от большинства других вариантов осуществления, описанных в материалах настоящей заявки, в которых добавка подается выше по потоку от первого устройства.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, выхлопная система содержит первое дозирующее устройство 371, за которым ниже по потоку следует первое устройство 331, содержащее первый катализатор селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , за которым ниже по потоку следует  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор NCC. Здесь, таким образом, сначала в поток выхлопных газов подают добавку, которая используется в первом восстановлении первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$  в первом катализаторе селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , после чего восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окисление потенциальной добавки в потоке выхлопных газов выполняется посредством катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , после чего оксиды азота сохраняются в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первое устройство содержит  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор NCC, за которым ниже по потоку следует первое дозирующее устройство 371, за которым ниже по потоку следует первый катализатор селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , за которым ниже по потоку следует первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , за которым ниже по потоку следует  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор NCC. Здесь, оксиды азота  $\text{NO}_x$ , таким образом, сохраняются в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC, после чего в поток выхлопных газов подают добавку, которая используется в первом восстановлении первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$  в первом катализаторе селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , после чего восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окисление потенциальной добавки в потоке выхлопных газов выполняется посредством катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ , после чего оксиды азота сохраняются в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC. В этом варианте осуществления, первое дозирующее устройство 371 также расположено между  $\text{NO}_x$ -удерживающим катализатором NCC и первым катализатором селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , и, таким образом, подает добавку внутри первого устройства.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первое воздействие состоит из восстановления оксидов азота  $\text{NO}_x$  и/или окисления потенциальной добавки в потоке выхлопных газов, подаваемой самим катализатором предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ . Другими словами, здесь первое устройство 331 содержит только первый многофункциональный катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$ .

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, первое воздействие состоит из сохранения оксидов азота  $\text{NO}_x$  с помощью  $\text{NO}_x$ -удерживающего катализатора NCC. Другими словами, здесь первое устройство 331 содержит только  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор NCC.

Согласно одному из вариантов осуществления настоящего изобретения, активное управление первым воздействием может содержать управление сохранением оксидов азота  $\text{NO}_x$  в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC, содержащемся в первом устройстве 331. Управление сохранением оксидов азота  $\text{NO}_x$  в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC может выполняться подходящим образом, например, посредством активного управления состоянием выхлопных газов в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC и/или температурой в  $\text{NO}_x$ -удерживающем катализаторе NCC. Это управление может, например, выполняться с помощью управления функционированием двигателя 301 внутреннего сгорания, напрямую посредством устройства 360 управления или через устройство управления двигателя.

Согласно разным вариантам осуществления настоящего изобретения, второе устройство 332 может содержать одно из группы:

- второй катализатор селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_2$ ; и
- второй катализатор селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_2$ , за которым ниже по потоку следует второй катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_2$ , в котором второй катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_2$  приспособлен, чтобы окислять оставшуюся добавку и/или помогать второму катализатору селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_2$  с дополнительным восстановлением оксидов азота  $\text{NO}_x$  в потоке 303 выхлопных газов.

В данном документе, катализатор селективного каталитического восстановления SCR обозначает традиционный катализатор SCR (селективного каталитического восстановления). Катализаторы SCR обычно используют добавку, часто аммиак  $\text{NH}_3$  или соединение, из которого может быть получен/сформирован аммиак, которая используется для восстановления оксидов азота  $\text{NO}_x$  в выхлопных газах. Добавку впрыскивают в поток выхлопных газов, выходящий из двигателя внутреннего сгорания, выше по потоку от катализатора, как описано выше. Добавка, добавляемая в катализатор, поглощается (сохраняется) в катализаторе в форме аммиака  $\text{NH}_3$ , с тем чтобы окислительно-восстановительная реакция могла протекать между оксидами азота  $\text{NO}_x$  в выхлопных газах и аммиаком  $\text{NH}_3$ , доступным из добавки.

Катализатор предотвращения проскока SC, в качестве используемого в данном документе, обозначает катализатор, который приспособлен, чтобы окислять добавку и/или помогать катализатору селективного каталитического восстановления SCR восстанавливать оксиды азота  $\text{NO}_x$  в упомянутом потоке 303 выхлопных газов.

Использование первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  в первом устройстве 331 способствует более высокой нагрузке, и, следовательно, более эффективному использованию первого катализатора селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , и также способствует снижению стартовой температуры (температуры "зажигания") для восстановления  $\text{NO}_x$ .

Наличие в первом устройстве 331 первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  и/или дополнительного первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$ ,



которые являются многофункциональными, и соответственно, восстанавливают оксиды азота  $\text{NO}_x$  посредством использования добавки и также окисляют добавку, влечет за собой множество преимуществ для системы обработки выхлопных газов. Здесь, первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  и/или дополнительный первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$  могут использоваться в симбиозе с первым катализатором восстановления  $\text{SCR}_1$ , с тем чтобы функционирование первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  и/или дополнительного первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$  в отношении восстановления оксидов азота  $\text{NO}_x$  и окисления остатков добавки, а также характеристики отложения добавки катализаторов проскальзывания  $\text{SC}_1$ ,  $\text{SC}_{1b}$  составляли дополнение к функционированию первого катализатора восстановления  $\text{SCR}_1$ . Комбинация этих характеристик первого устройства 331, содержащего первый катализатор восстановления  $\text{SCR}_1$ , первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  и/или дополнительный первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$ , обозначает, что на первом устройстве 331 может быть получен более высокий уровень преобразования. Кроме того, использование первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  и/или дополнительного первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$  в первом устройстве 331 приводит к условиям, позволяющим избегать неизбежного окисления восстановителя, происходящего в компонентах, расположенных ниже по потоку от первого устройства 331 в системе обработки выхлопных газов, которая может потенциально содержать металлы платиновой группы.

Более того, испытания показали, что восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  посредством первого многофункционального катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  и/или дополнительного первого катализатора предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$  в первом устройстве 331 становится на удивление эффективным. Это является результатом существенного количества оксидов азота  $\text{NO}_x$ , присутствующих в потоке 303 выхлопных газов в первом катализаторе предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  и/или дополнительном первом катализаторе предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$  в первом устройстве 331, чтобы достичь эффективного восстановления оксидов азота  $\text{NO}_x$ . Другими словами, относительно хорошая доступность оксидов азота  $\text{NO}_x$  в первом катализаторе предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  и/или дополнительном первом катализаторе предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$  может использоваться, чтобы достичь очень высокой эффективности и/или очень хорошего использования, когда первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  и/или дополнительный первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$  используется в первом каталитическом устройстве 331.

Первый катализатор селективного каталитического восстановления  $\text{SCR}_1$ , первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_1$  и/или дополнительный первый катализатор предотвращения проскока  $\text{SC}_{1b}$  могут использоваться с целью генерирования тепла, например, посредством окисления углеводородов  $\text{HC}$  в потоке выхлопных газов, что способствует восстановлению загрязненных серой компонентов, таких как катализатор и/или компоненты, расположенные ниже по потоку от него. При восстановлении загрязненных серой компонентов, количество серы, содержащейся в компонентах,

снижается.

Система согласно настоящему изобретению может быть приспособлена, чтобы выполнять все варианты осуществления способа, описанные выше и в формуле изобретения, при этом система для соответствующего варианта осуществления достигает

специалист в данной области техники также понимает, что вышеописанная система может быть изменена с соответствием с разными вариантами осуществления способа согласно изобретению. Вдобавок, изобретение относится к моторному транспортному средству 100, например, грузовому автомобилю или автобусу, содержащему по меньшей мере одну систему для обработки потока выхлопных газов.

Настоящее изобретение не ограничивается вариантами осуществления изобретения, описанными выше, но относится к и содержит все варианты осуществления в пределах объема прикрепленных независимых пунктов формулы изобретения.

#### (57) Формула изобретения

1. Способ обработки потока (303) выхлопных газов, формирующихся при сгорании в двигателе (301) внутреннего сгорания и содержащих оксиды азота  $\text{NO}_x$ , включающие монооксид азота  $\text{NO}$  и диоксид азота  $\text{NO}_2$ ; причем способ включает:

- первое воздействие (210) на первое количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающее первого устройства (331), расположенного в системе (350) обработки выхлопных газов для оказания воздействия на первое количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , так что первое воздействие выполняют посредством использования по меньшей мере первого катализатора ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока в первом устройстве (331), причем первый катализатор ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока выполняет, в первую очередь, восстановление оксидов азота  $\text{NO}_x$  и, во вторую очередь, окисление потенциальной добавки в потоке (303) выхлопных газов, так что первым воздействием (210) активно управляют на основе по меньшей мере первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающего первого устройства (331); и

- второе воздействие (220) на второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ , достигающее второго устройства (332), расположенного ниже по потоку от первого устройства (331) для оказания воздействия на второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ .

2. Способ по п. 1, в котором обработка потока выхлопных газов также содержит окисление (230) одного или более оксидов азота  $\text{NO}$  и частично окисленных соединений углерода в потоке (303) выхлопных газов, причем окисление (230) происходит на по меньшей мере одном субстрате с окислительным покрытием, расположенным ниже по потоку от первого устройства (331).

3. Способ по п.1, в котором

- первому воздействию (210) предшествует первая подача (205) первой добавки в поток (303) выхлопных газов выше по потоку от первого устройства (331); и  
- первое воздействие (210) содержит первое восстановление первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$  посредством первого катализатора селективного каталитического восстановления ( $\text{SCR}_1$ ) с последующим первичным восстановлением оксидов азота  $\text{NO}_x$  и вторичным окислением потенциальной добавки в потоке (303) выхлопных газов посредством первого катализатора ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока.

4. Способ по п.2, в котором

- первому воздействию (210) предшествует первая подача (205) первой добавки в поток (303) выхлопных газов выше по потоку от первого устройства (331); и  
- первое воздействие (210) содержит первое восстановление первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$  посредством первого катализатора селективного каталитического восстановления ( $\text{SCR}_1$ ) с последующим первичным восстановлением оксидов азота  $\text{NO}_x$  и вторичным окислением потенциальной добавки в потоке (303) выхлопных газов посредством первого катализатора ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока.

5. Способ по п. 3, в котором активное управление первым воздействием (210) также основано на степени заполнения для добавки для первого катализатора ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления и/или для первого катализатора ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока.

6. Способ по п. 4, в котором активное управление первым воздействием (210) также основано на степени заполнения для добавки для первого катализатора ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления и/или для первого катализатора ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока.

7. Способ по любому из пп. 3-6, в котором активное управление первым воздействием (210) также основано на по меньшей мере одной каталитической характеристике первого устройства (331).

8. Способ по любому из пп. 3-6, в котором активное управление первым воздействием (210) также основано на температуре  $T_{\text{SCR}_1}$  первого катализатора селективного каталитического восстановления и/или температуре  $T_{\text{SC}_1}$  первого катализатора предотвращения проскока.

9. Способ по любому из пп. 3-6, в котором активное управление первым воздействием (210) также основано на том, сколько из первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$  возможно удержать и/или восстановить посредством первого устройства (331).

10. Способ по любому из пп. 3-6, в котором активное управление первым воздействием (210) включает то, что первую подачу (205) первой добавки проводят в такой степени, что степень заполнения для первой добавки в первом катализаторе ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления превышает значение для максимальной степени заполнения для добавки в первом катализаторе ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления.

11. Способ по любому из пп. 3-6, в котором активное управление первым воздействием (210) выполняют так, что первая подача (205) первой добавки приводит к проскоку добавки из первого катализатора селективного каталитического восстановления ( $\text{SCR}_1$ ).

12. Способ по п. 11, в котором активное управление первым воздействием (210) выполняют так, что проскок добавки из первого катализатора ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления может быть по существу удержан и/или окислен в первом катализаторе ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока.

13. Способ по п. 12, в котором активное управление первым воздействием (210) выполняют так, что первая подача (205) первой добавки снижена так, что степень заполнения для первого катализатора ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления падает, если степень заполнения для первой добавки в первом катализаторе ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока превышает значение для максимальной

степени заполнения для добавок в первом катализаторе ( $SC_1$ ) предотвращения проскока.

14. Способ по любому из пп. 3-6, в котором первому восстановлению первого количества оксидов азота  $NO_{x\_1}$  посредством первого катализатора ( $SCR_1$ ) селективного каталитического восстановления предшествует удержание оксидов азота  $NO_x$  посредством  $NO_x$ -удерживающего катализатора (NCC), расположенного выше по потоку от первого катализатора ( $SCR_1$ ) селективного каталитического восстановления.

15. Способ по любому из пп. 3-6, в котором за восстановлением оксидов азота  $NO_x$  и/или окислением потенциальной добавки в потоке (303) выхлопных газов первым катализатором ( $SC_1$ ) предотвращения проскока следует удержание оксидов азота  $NO_x$  посредством  $NO_x$ -удерживающего катализатора (NCC), расположенного ниже по потоку от первого катализатора ( $SC_1$ ) предотвращения проскока.

16. Способ по любому из пп. 3-6, в котором активное управление первым воздействием (210) также основано на степени заполнения для оксидов азота  $NO_x$  в  $NO_x$ -удерживающем катализаторе (NCC), включенным в первое устройство (331).

17. Способ по любому из пп. 1-6, в котором первое воздействие состоит из удержания оксидов азота  $NO_x$  посредством  $NO_x$ -удерживающего катализатора (NCC) и первичного восстановления оксидов азота  $NO_x$  и вторичного окисления потенциальной добавки в потоке (303) выхлопных газов посредством первого катализатора ( $SC_1$ ) предотвращения проскока.

18. Способ по любому из пп. 1-6, в котором активное управление первым воздействием (210) также основано на определенном значении  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{det}$  второго отношения между вторым количеством диоксида азота  $NO_{2\_2}$  и вторым количеством оксидов азота  $NO_{x\_2}$ , достигающим второго устройства (332).

19. Способ по п. 18, в котором активное управление первым воздействием (210) достигает уменьшения значения  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})$  второго отношения, при этом уменьшение достигается посредством увеличения второго количества оксидов азота  $NO_{x\_2}$ .

20. Способ по п. 19, в котором уменьшение значения  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})$  второго отношения достигается посредством активного управления первым воздействием на первое количество оксидов азота  $NO_{x\_1}$ , выполняемого так, что первое воздействие включает уменьшенное восстановление первого количества оксидов азота  $NO_{x\_1}$  в первом устройстве (331) так, что второе количество оксидов азота  $NO_{x\_2}$  увеличивается.

21. Способ по п.18, в котором

- первому воздействию (210) предшествует первая подача (205) первой добавки в поток (303) выхлопных газов выше по потоку от первого устройства (331); и
- первая подача (205) основана на определенном значении  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{det}$  второго отношения, так что высокое определенное значение  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{det}$  второго отношения приводит к подаче меньшего количества добавки, чем низкое определенное значение  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{det}$ .

22. Способ по п.19, в котором

- первому воздействию (210) предшествует первая подача (205) первой добавки в поток (303) выхлопных газов выше по потоку от первого устройства (331); и
- первая подача (205) основана на определенном значении  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{det}$  второго

отношения, так что высокое определенное значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{det}}$  второго отношения приводит к подаче меньшего количества добавки, чем низкое определенное значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{det}}$ .

23. Способ по п.20, в котором

- первому воздействию (210) предшествует первая подача (205) первой добавки в поток (303) выхлопных газов выше по потоку от первого устройства (331); и  
 - первая подача (205) основана на определенном значении  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{det}}$  второго отношения, так что высокое определенное значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{det}}$  второго отношения приводит к подаче меньшего количества добавки, чем низкое определенное значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{det}}$ .

24. Способ по п. 21, в котором первая подача (205) добавки уменьшена, если определенное значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{det}}$  второго отношения выше, чем верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$ ,  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{det}} > (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$ .

25. Способ по п. 22, в котором первая подача (205) добавки уменьшена, если определенное значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{det}}$  второго отношения выше, чем верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$ ,  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{det}} > (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$ .

26. Способ по п. 23, в котором первая подача (205) добавки уменьшена, если определенное значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{det}}$  второго отношения выше, чем верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$ ,  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{det}} > (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$ .

27. Способ по п. 24, в котором верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$  имеет значение, которое зависит от одного или более из группы:

- каталитические характеристики первого устройства (331);
- каталитические характеристики второго устройства (332);
- тип катализатора первого устройства (33,1);
- тип катализатора второго устройства (332);
- интервал температур, в пределах которого активно первое устройство (331);
- интервал температур, в пределах которого активно второе устройство (332);
- степень заполнения для добавки первого устройства (331);
- степень заполнения для добавки второго устройства (332);
- температура в первом устройстве (331);
- температура во втором устройстве (332).

28. Способ по п.25, в котором верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$  имеет значение, которое зависит от одного или более из группы:

- каталитические характеристики первого устройства (331);
- каталитические характеристики второго устройства (332);
- тип катализатора первого устройства (33,1);
- тип катализатора второго устройства (332);
- интервал температур, в пределах которого активно первое устройство (331);
- интервал температур, в пределах которого активно второе устройство (332);
- степень заполнения для добавки первого устройства (331);
- степень заполнения для добавки второго устройства (332);
- температура в первом устройстве (331);
- температура во втором устройстве (332).

29. Способ по п.26, в котором верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$  имеет значение, которое зависит от одного или более из группы:

- каталитические характеристики первого устройства (331);
- каталитические характеристики второго устройства (332);
- тип катализатора первого устройства (33,1);
- тип катализатора второго устройства (332);
- 5 - интервал температур, в пределах которого активно первое устройство (331);
- интервал температур, в пределах которого активно второе устройство (332);
- степень заполнения для добавки первого устройства (331);
- степень заполнения для добавки второго устройства (332);
- температура в первом устройстве (331);
- 10 - температура во втором устройстве (332).

30. Способ по п.24, в котором верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} > 50\%$ ;
- 15  $50\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 85\%$ ; и
- $60\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 75\%$ .

31. Способ по п.25, в котором верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} > 50\%$ ;
- 20  $50\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 85\%$ ; и
- $60\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 75\%$ .

32. Способ по п.26, в котором верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- 25  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} > 50\%$ ;
- $50\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 85\%$ ; и
- $60\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 75\%$ .

33. Способ по п.27, в котором верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- 30  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} > 50\%$ ;
- $50\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 85\%$ ; и
- $60\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 75\%$ .

34. Способ по п.28, в котором верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- 35  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} > 50\%$ ;
- $50\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 85\%$ ; и
- $60\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 75\%$ .

40 35. Способ по п.29, в котором верхнее пороговое значение  $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- $(\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} > 50\%$ ;
- 45  $50\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 85\%$ ; и
- $60\% < (\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2)_{\text{threshold\_high}} \leq 75\%$ .

36. Способ по п.16, в котором активное управление первым воздействием (210) достигает увеличения значения  $\text{NO}_2\_2/\text{NO}_x\_2$  второго отношения, при этом увеличение

достигается посредством уменьшения второго количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ .

37. Способ по п. 36, в котором увеличение значения  $\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2}$  второго отношения достигается посредством активного управления первым воздействием на первое количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , выполняемого так, что первое воздействие включает

увеличенное восстановление первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$  в первом устройстве (331), так что второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$  уменьшено.

38. Способ по п.16, в котором

- первому воздействию (210) предшествует первая подача (205) первой добавки в поток (303) выхлопных газов выше по потоку от первого устройства (331); и
- первая подача (205) основана на определенном значении  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения, так что низкое определенное значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения приводит к подаче большего количества добавки, чем высокое определенное значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$ .

39. Способ по п.36, в котором первая подача (205) увеличивается, если определенное значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения меньше или равно нижнему пороговому значению  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$ ,  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}} \leq (\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$ .

40. Способ по п.37, в котором первая подача (205) увеличивается, если определенное значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения меньше или равно нижнему пороговому значению  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$ ,  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}} \leq (\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$ .

41. Способ по п.38, в котором первая подача (205) увеличивается, если определенное значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения меньше или равно нижнему пороговому значению  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$ ,  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}} \leq (\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$ .

42. Способ по п. 39, в котором нижнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$  имеет значение, которое зависит от одного или более из группы:

- каталитические характеристики первого устройства (331);
- каталитические характеристики второго устройства (332);
- тип катализатора первого устройства (331);
- тип катализатора второго устройства (332);
- интервал температур, в пределах которого активно первое устройство (331);
- интервал температур, в пределах которого активно второе устройство (332);
- степень заполнения для добавки первого устройства (331);
- степень заполнения для добавки второго устройства (332);
- температура в первом устройстве (331);
- температура во втором устройстве (332).

43. Способ по п.40, в котором нижнее пороговое значение  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{threshold\_low}}$  имеет значение, которое зависит от одного или более из группы:

- каталитические характеристики первого устройства (331);
- каталитические характеристики второго устройства (332);
- тип катализатора первого устройства (331);
- тип катализатора второго устройства (332);
- интервал температур, в пределах которого активно первое устройство (331);
- интервал температур, в пределах которого активно второе устройство (332);
- степень заполнения для добавки первого устройства (331);
- степень заполнения для добавки второго устройства (332);
- температура в первом устройстве (331);

- температура во втором устройстве (332).

44. Способ по п.41, в котором нижнее пороговое значение  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low}$  имеет значение, которое зависит от одного или более из группы:

- каталитические характеристики первого устройства (331);
- каталитические характеристики второго устройства (332);
- тип катализатора первого устройства (331);
- тип катализатора второго устройства (332);
- интервал температур, в пределах которого активно первое устройство (331);
- интервал температур, в пределах которого активно второе устройство (332);
- степень заполнения для добавки первого устройства (331);
- степень заполнения для добавки второго устройства (332);
- температура в первом устройстве (331);
- температура во втором устройстве (332).

45. Способ по п.39, в котором нижнее пороговое значение  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} < 50\%$ ;
- $10\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 40\%$ ; и
- $20\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 60\%$ .

46. Способ по п.40, в котором нижнее пороговое значение  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} < 50\%$ ;
- $10\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 40\%$ ; и
- $20\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 60\%$ .

47. Способ по п.41, в котором нижнее пороговое значение  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} < 50\%$ ;
- $10\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 40\%$ ; и
- $20\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 60\%$ .

48. Способ по п.42, в котором нижнее пороговое значение  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} < 50\%$ ;
- $10\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 40\%$ ; и
- $20\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 60\%$ .

49. Способ по п.43, в котором нижнее пороговое значение  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} < 50\%$ ;
- $10\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 40\%$ ; и
- $20\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 60\%$ .

50. Способ по п.44, в котором нижнее пороговое значение  $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low}$  имеет значение в пределах интервала из группы:

- $(NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} < 50\%$ ;
- $10\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 40\%$ ; и
- $20\% \leq (NO_{2\_2}/NO_{x\_2})_{threshold\_low} \leq 60\%$ .



51. Способ по любому из пп. 1-6, в котором

- второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$  соответствует второму отношению  $\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2}$  между вторым количеством диоксида азота  $\text{NO}_{2\_2}$  и вторым количеством оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ , достигающим второго устройства (331); и

- управление первой подачей (205) первой добавки проводят на основе определенного значения  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  второго отношения, так что возможно применение быстрого восстановления во втором устройстве (331).

52. Способ по п.16, в котором определенное значение первого значения  $(\text{NO}_{2\_1}/\text{NO}_{x\_1})_{\text{det}}$  отношения между первым количеством диоксида азота  $\text{NO}_{2\_1}$  и первым количеством оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающего первого устройства, и/или второе  $(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  отношение состоит из одного из группы:

- измеренное значение;
- смоделированное значение;
- прогнозируемое значение.

53. Способ по п.29, в котором определенное значение первого значения  $(\text{NO}_{2\_1}/\text{NO}_{x\_1})_{\text{det}}$  отношения между первым количеством диоксида азота  $\text{NO}_{2\_1}$  и первым количеством оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающего первого устройства, и/или второе

$(\text{NO}_{2\_2}/\text{NO}_{x\_2})_{\text{det}}$  отношение состоит из одного из группы:

- измеренное значение;
- смоделированное значение;
- прогнозируемое значение.

54. Способ по любому из пп. 1-6, в котором активное управление первым воздействием достигнуто с помощью использования одного или более из:

- управления дозировкой добавки в первом устройстве (331);
- управления температурой в первом устройстве (331); и
- управления состоянием выхлопных газов в первом устройстве (331).

55. Машиночитаемый носитель, содержащий компьютерную программу, содержащую программный код, который, при выполнении программного кода на компьютере, достигает того, что компьютер выполняет способ по любому из пп. 1-54.

56. Система (350) обработки выхлопных газов, выполненная с возможностью обработки потока (303) выхлопных газов, формирующихся при сгорании в двигателе (301) внутреннего сгорания и содержащих оксиды азота  $\text{NO}_x$ , включающие монооксид азота  $\text{NO}$  и диоксид азота  $\text{NO}_2$ ; причем система содержит

- первое устройство (331), расположенное в системе (350) обработки выхлопных газов для обеспечения первого воздействия (210) на первое количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающее первого устройства (331), причем первое воздействие выполнено

посредством использования по меньшей мере первого катализатора ( $\text{SC}_1$ )

предотвращения проскока в первом устройстве (331), причем первый катализатор ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока выполнен с возможностью, в первую очередь, восстановления оксидов азота  $\text{NO}_x$  и, во вторую очередь, окисления потенциальной добавки в потоке

(303) выхлопных газов и причем первое воздействие (210) подвергается активному управлению на основе первого количества оксидов азота  $\text{NO}_{x\_1}$ , достигающего первого устройства (331); и

- второе устройство (332), расположенное ниже по потоку от первого устройства

(331), для обеспечения второго воздействия (220) на второе количество оксидов азота  $\text{NO}_{x\_2}$ , достигающее второго устройства (332).

57. Система (350) обработки выхлопных газов по п. 56, в которой первое каталитическое устройство (331) содержит одно из группы:

- 5 - первый катализатор ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления, за которым ниже по потоку следует первый катализатор ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока;
- первый катализатор ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока, за которым ниже по потоку следует первый катализатор ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления;
- 10 - первый катализатор ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока, за которым ниже по потоку следует первый катализатор ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления, за которым ниже по потоку следует дополнительный первый катализатор ( $\text{SC}_{1b}$ ) предотвращения проскока, причем дополнительный первый катализатор ( $\text{SC}_{1b}$ ) предотвращения проскока выполнен с возможностью окисления добавки и/или способствования первому катализатору ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления в восстановлении оксидов азота  $\text{NO}_x$  в потоке (303) выхлопных газов;
- первый катализатор ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока;
- 20 - первый катализатор ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока, за которым ниже по потоку следует первый катализатор ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления, объединенный с исключительно окисляющим покрытием в своей выходной части;
- первый катализатор ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления, за которым ниже по потоку следует первый катализатор ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока,
- 25 за которым ниже по потоку следует  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор (NCC);
- $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор (NCC), за которым ниже по потоку следует первый катализатор ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления, за которым ниже по потоку следует первый катализатор ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока;
- 30 -  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор (NCC), за которым ниже по потоку следует первый катализатор ( $\text{SCR}_1$ ) селективного каталитического восстановления, за которым ниже по потоку следует первый катализатор ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока, за которым ниже по потоку следует дополнительный  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор ( $\text{NCC}_b$ ); и
- 35 - первый катализатор ( $\text{SC}_1$ ) предотвращения проскока и  $\text{NO}_x$ -удерживающий катализатор (NCC).

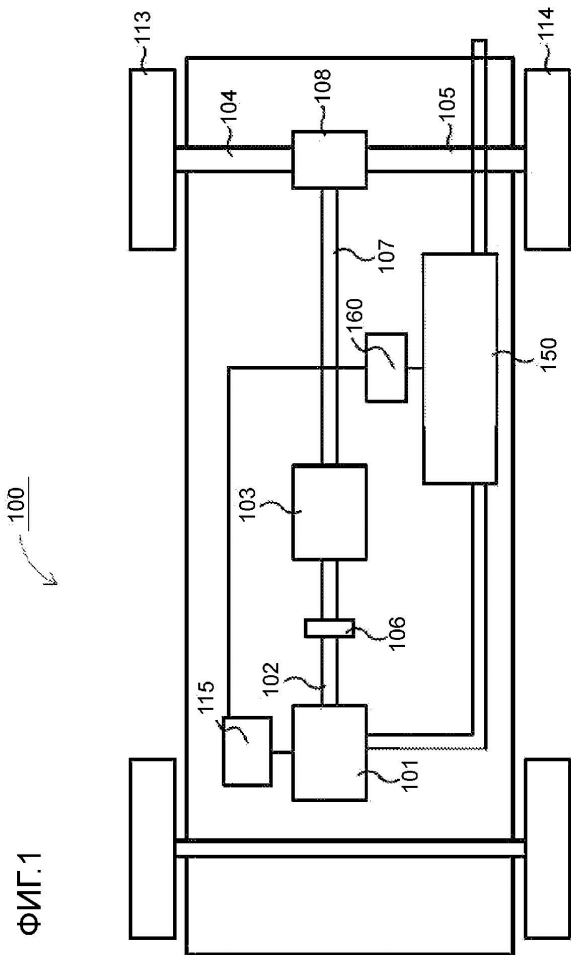
58. Система (350) обработки выхлопных газов по любому из пп. 56, 57, в которой второе устройство (332) содержит одно из группы:

- 40 - второй катализатор ( $\text{SCR}_2$ ) селективного каталитического восстановления;
- второй катализатор ( $\text{SCR}_2$ ) селективного каталитического восстановления, за которым ниже по потоку следует второй катализатор ( $\text{SC}_2$ ) предотвращения проскока, причем второй катализатор ( $\text{SC}_2$ ) предотвращения проскока выполнен с возможностью окисления остатка добавки и/или способствования второму катализатору селективного каталитического восстановления ( $\text{SCR}_2$ ) в дополнительном восстановлении оксидов азота  $\text{NO}_x$  в потоке (303) выхлопных газов.
- 45

1

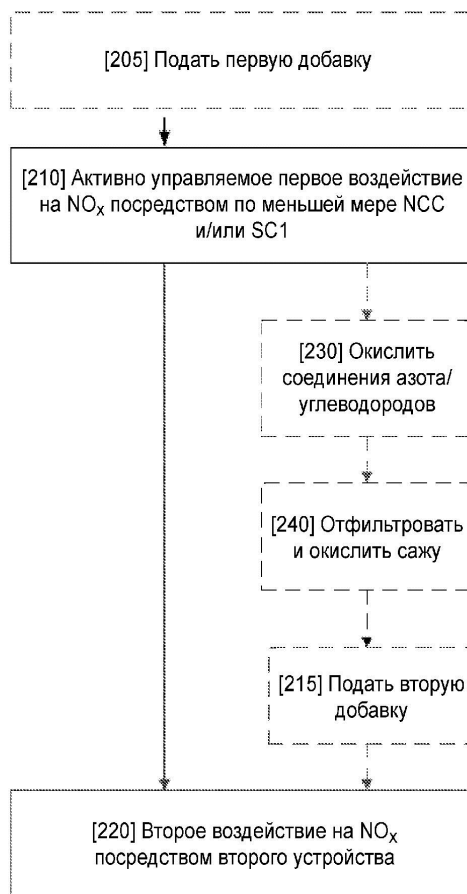
535990

1/5



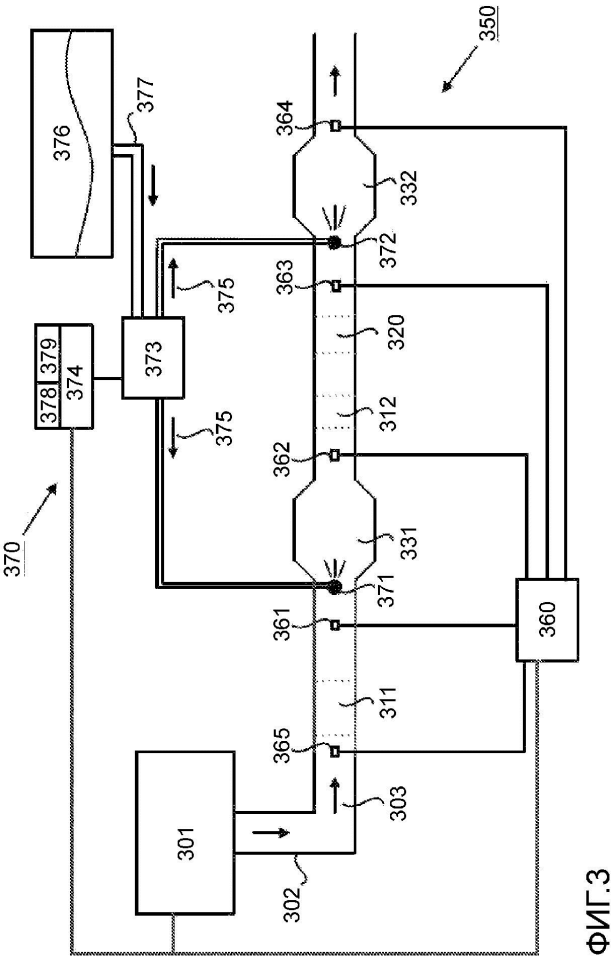
2

2/5

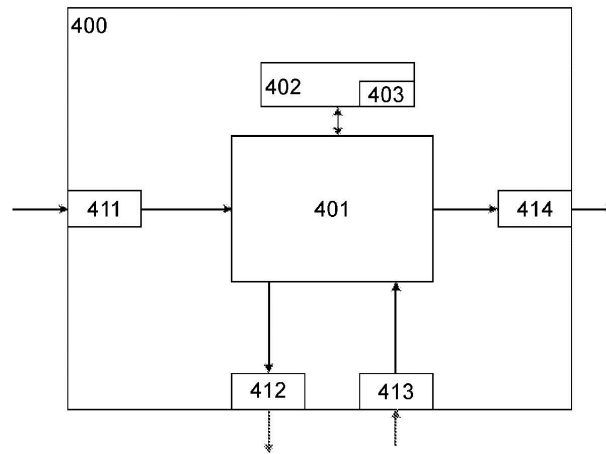


ФИГ.2

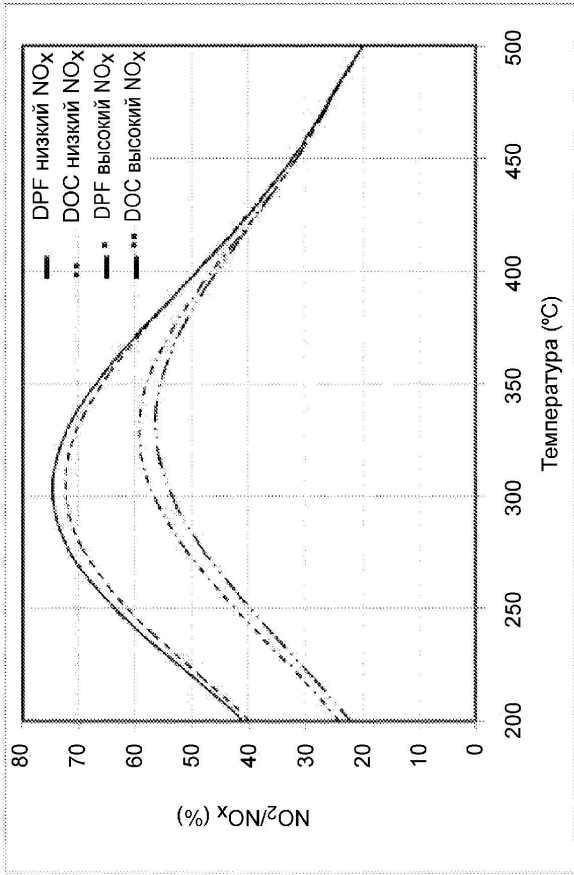
3/5



4/5



ФИГ.4



ФИГ.5