



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2013147682/06, 06.03.2012

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.03.2012

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
28.03.2011 DK PA201100223

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2015 Бюл. № 13

(45) Опубликовано: 20.05.2016 Бюл. № 14

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: US 4141959 A, 27.02.1979. US 2009304559 A1, 10.12.2009. US 2008072579 A1, 27.03.2008. US 4847054 A, 11.07.1989. US 6941742 B2, 13.09.2005.

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на национальной фазе: 28.10.2013

(86) Заявка РСТ:
EP 2012/000994 (06.03.2012)

(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2012/130375 (04.10.2012)

Адрес для переписки:

105064, Москва, а/я 88, "Патентные поверенные
Квашнин, Сапельников и партнеры"

(72) Автор(ы):

**ТОГЕРСЕН Иоаким Раймер (DK),
ТРОЛЛЕ Хенрик (DK)**

(73) Патентообладатель(и):

ХАЛЬДОР ТОПСЕЭ А/С (DK)

(54) СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ОКСИДОВ АЗОТА И ОКСИДОВ СЕРЫ В ВЫХЛОПНОМ ГАЗЕ ИЗ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к снижению количества оксидов азота и оксидов серы, присутствующих в выхлопных газах. Способ снижения количества оксидов азота и серы в выхлопном газе из двигателя внутреннего сгорания, работающего на бедных смесях, включает пропускание выхлопного газа вместе с отрегулированным количеством аммиака через каталитическую систему, содержащую один или более катализаторов, активных в отношении реакции с оксидами азота с получением азота, где в выхлоп вводят сам аммиак или аммиак образуется после введения в выхлопной газ до

пропускания выхлопного газа через каталитическую систему; пропускание обработанного таким образом выхлопного газа через турбину в турбокомпрессоре; удаление триоксида серы и/или аммониевых соединений серы, присутствующих в выхлопе из турбокомпрессора, на последующей стадии обработки выхлопного газа. Выхлопной газ пропускают через каталитическую систему при температуре выше температуры конденсации аммониевых соединений серы, образованных по реакции с аммиаком в выхлопном газе. Количество аммиака в выхлопном газе

регулируют таким образом, чтобы получить количество менее 2 част./млн объемных или более 10 част./млн объемных после пропускания через каталитическую систему. Техническим

результатом изобретения является эффективное снижение оксидов азота и серы в выхлопном газе из двигателя внутреннего сгорания, работающего на бедных смесях. 2 н. и 5 з.п. ф-лы.

R U 2 5 8 4 2 1 7 C 2

R U 2 5 8 4 2 1 7 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 584 217** (13) **C2**

(51) Int. Cl.

F01N 3/20 (2006.01)

B01D 53/60 (2006.01)

B01D 53/94 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: 2013147682/06, 06.03.2012

(24) Effective date for property rights:
06.03.2012

Priority:

(30) Convention priority:
28.03.2011 DK PA201100223

(43) Application published: 10.05.2015 Bull. № 13

(45) Date of publication: 20.05.2016 Bull. № 14

(85) Commencement of national phase: 28.10.2013

(86) PCT application:
EP 2012/000994 (06.03.2012)

(87) PCT publication:
WO 2012/130375 (04.10.2012)

Mail address:

105064, Moskva, a/ja 88, "Patentnye poverennye
Kvashnin, Sapelnikov i partnery"

(72) Inventor(s):

**TOGERSEN Ioakim Rajmer (DK),
TROLLE KHenrik (DK)**

(73) Proprietor(s):

KHALDOR TOPSEE A/S (DK)

(54) METHOD FOR REDUCING NITROGEN OXIDES AND SULPHUR OXIDES IN EXHAUST GAS OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: method of reducing amount of nitrogen and sulphur oxides in exhaust gas of internal combustion engine operating on lean mixes, includes passing of exhaust gas together with regulated amount of ammonia through a catalyst system containing one or more catalysts, active with respect to reaction with nitrogen to produce nitrogen oxides, where ammonia is added to exhaust or ammonia is formed after introduction to exhaust gas before passing exhaust gas through catalyst; passing treated exhaust gas through a turbine in turbo compressor; removal of sulphur trioxide and/or ammonium sulphur compounds present in

exhaust of turbo-compressor, on next step of treating exhaust gas. Exhaust gas is passed through catalyst system at temperature higher than condensation temperature of ammonium compounds of sulphur, formed by reaction with ammonia in exhaust gas. Amount of ammonia in exhaust gas is adjusted to obtain an amount of less than 2 ppm by volume or more than 10 ppm by volume after passing through catalyst system.

EFFECT: effective reduction of nitrogen and sulphur oxides in exhaust gas of internal combustion engine running on lean mixtures.

7 cl

Данное изобретение относится к способу снижения количества оксидов азота и оксидов серы, присутствующих в выхлопном газе из двигателей внутреннего сгорания, с помощью восстанавливающего агента, такого как аммиак и мочевины. В частности, данное изобретение направлено на удаление таких соединений из выхлопных газов двигателей, работающих на топливе, имеющем высокое содержание серы.

Выброс оксидов азота вместе с выхлопными газами при работе стационарных конструкций и моторных средств передвижения в течение долгого времени является одной из основных экологических проблем. Вредное воздействие оксидов азота (NO_x) и оксидов серы (SO_x) хорошо известно.

В энергетической и автомобильной промышленности, особенно в выхлопных газах из двигателей, работающих на бедных смесях, восстановление NO_x до азота (N_2) обычно проводят с применением аммиака или мочевины в качестве восстанавливающих агентов над подходящим катализатором в процессе так называемого селективного каталитического восстановления (СКВ).

СКВ и катализаторы для применения в процессе восстановления описаны в известном уровне техники и не нуждаются в дополнительном описании.

Раньше удалению оксидов серы из выхлопного газа двигателя уделялось меньшее внимание, очевидно, из-за того, что содержание серы в выхлопном газе ниже существующих в настоящее время требований. Большая часть двигателей внутреннего сгорания в автомобильной промышленности работает на обессеренном топливе, и содержание серы в выхлопном газе ниже существующих в настоящее время требований или выбросы с высокими содержаниями, которые соответствуют природному уровню серы в нефтяном топливе, являются приемлемыми.

В настоящее время большие двигатели внутреннего сгорания для стационарного применения и применяемые на борту морских судов работают на топливе с высоким содержанием серы.

В качестве примера можно привести, что не существует операционного технического решения для процесса селективного каталитического восстановления DeNO_x (SCR DeNO_x) в сочетании с двигателями внутреннего сгорания, заправляемыми тяжелым дизельным топливом (ТДП) с содержанием серы более 1%.

Такие двигатели обычно оборудованы турбокомпрессорами для улучшения эффективности двигателя.

Очистка выхлопного газа из турбонагнетаемых двигателей внутреннего сгорания является проблематичной по следующим причинам.

Аммиак, являясь обычным восстанавливающим агентом, применяемым в СКВ газов NO_x , взаимодействует с оксидом серы, также присутствующим в выхлопном газе, особенно в выхлопном газе из двигателей, заправляемых ТДП. Реакционными продуктами являются сульфат аммония или бисульфат аммония, который конденсируется на катализаторе СКВ и ингибирует катализатор при контакте с аммиаком, если температура выхлопного газа меньше определенного предела.

Температура выхлопного газа обычно составляет от 330 до 500°C сразу же после выхода из двигателя. Эта температура значительно больше температуры конденсации сульфатов.

Относительно высокая температура, тем не менее, означает, что некоторые из SO_2 в выхлопном газе окисляются до SO_3 , проходя через СКВ катализатор. Образовавшийся SO_3 вместе с SO_2 , уже присутствующим на выходе выхлопной системы двигателя, приводит к образованию кислотного шлейфа, если их не уловить в линии оборудования

для обработки выхлопного газа.

После прохождения через турбину турбокомпрессора температура выхлопа снижается до температуры ниже температуры конденсации, что вызывает указанные выше проблемы.

5 Таким образом, основным объектом данного изобретения является способ объединенного восстановления NO_x и SO_x из турбонагнетаемых двигателей внутреннего сгорания, не имеющих указанных выше проблем.

10 Главной характеристикой данного изобретения является применение избыточного количества аммиака в выхлопном газе по сравнению с количеством, необходимым для СКВ, чтобы улавливать SO_3 в виде сульфата аммония или бисульфата аммония в линии оборудования, установленной далее, или количества аммиака для создания низкого проскока из СКВ, чтобы SO_3 мог улавливаться в виде H_2SO_4 в мокром газоочистителе.

15 Следовательно, в данном изобретении представлен способ снижения количества оксидов азота и серы в выхлопном газе из двигателя внутреннего сгорания, работающего на бедных смесях, включающий пропускание выхлопного газа вместе с отрегулированным количеством аммиака через каталитическую систему, содержащую один или более катализаторов, активных в отношении реакции с оксидами азота с получением азота, где в выхлоп вводят сам аммиак или аммиак образуется после
20 введения в выхлопной газ до пропускания выхлопного газа через каталитическую систему;

пропускание обработанного таким образом выхлопного газа через турбину в турбокомпрессоре; и

25 удаление триоксида серы и/или аммониевых соединений серы, присутствующих в выхлопе из турбокомпрессора, на последующей стадии обработки выхлопного газа, где

30 выхлопной газ пропускают через каталитическую систему при температуре выше температуры конденсации аммониевых соединений серы, образованных по реакции с аммиаком в выхлопном газе, и где количество аммиака в выхлопном газе регулируют таким образом, чтобы получить количество менее 2 част./млн объемных или более 10 част./млн объемных после пропускания через каталитическую систему.

В конкретных вариантах выполнения, количество аммиака может составлять менее 0,5 част./млн объемных после пропускания через каталитическую систему.

35 При создании избытка аммиака по сравнению с количеством NO_x , что приводит к проскоку аммиака, образовавшийся SO_3 может улавливаться в виде бисульфата аммония (БСА) или сульфата аммония (СА). БСА и СА являются водорастворимыми соединениями и могут быть легко удалены очисткой водой в газоочистителе. БСА и СА также могут быть удалены с помощью оборудования для продувки сажи.

40 Газоочиститель оптимизирован для улавливания SO_3 . В таком альтернативном рабочем режиме проскок аммиака поддерживают на минимальном уровне для минимизации загрязнения установленного далее оборудования.

45 Если проскок аммиака из СКВ держится выше 10 част./млн объемных, бисульфат аммония и сульфат аммония конденсируются в паровом утилизаторе тепла отработавших газов либо на теплопередающих поверхностях, либо в виде твердых частиц в газовой фазе. Отложения, образовавшиеся на поверхностях в установленном далее оборудовании, могут быть удалены очисткой водой и/или в ходе продувки сажи, а частицы удаляют в установленном далее газоочистителе SO_x .

В качестве альтернативы, проскок аммиака поддерживают низким (<2 част./млн),

что означает, что загрязнение установленного далее оборудования бисульфатом аммония и сульфатом аммония минимизировано. Затем SO_3 может быть удален в газоочистителе SO_x , который оптимизирован для удаления SO_3 .

Аммиак для применения в соответствии с данным изобретением может подаваться в виде газообразного аммиака или посредством раствора мочевины, который разлагается до аммиака после впрыска в выхлопной газ.

Способ в соответствии с данным изобретением особенно подходит для двухтактных двигателей. Такие двигатели обычно применяют на борту морских судов, и их заправляют серосодержащим тяжелым дизельным топливом.

Пример

Двухтактный двигатель на морском судне выпускает 1500 част./млн (объемных) NO_x , 750 част./млн (объемных) SO_2 и 15 част./млн (объемных) SO_3 на выходе из двигателя. Температура выхлопного газа двигателя на входе в устройство СКВ составляет от 330 до 500°C при избыточном давлении между 2 и 4 бар (бар изб.). После находящейся под давлением системы СКВ (до турбокомпрессора) уровень NO_x снижается до 300 част./млн, но образуется дополнительно 30 част./млн SO_3 . Проскок аммиака после устройства СКВ доводят до более 20 част./млн, что вызывает образование и конденсацию бисульфата аммония и сульфата аммония в паровом утилизаторе тепла отработавших газов (он находится после турбокомпрессора) либо на теплопередающих поверхностях, либо в виде твердых частиц в газовой фазе. Отложения, образованные на поверхностях, могут быть удалены путем периодической очистки утилизатора водой, а частицы удаляют в установленном далее газоочистителе SO_x . В альтернативном случае проскок аммиака поддерживают низким (<2 част./млн), что означает, что загрязнение установленного далее оборудования бисульфатом аммония и сульфатом аммония минимизируется. Затем SO_3 может быть удален в газоочистителе SO_x , который оптимизирован для удаления SO_3 .

Формула изобретения

1. Способ снижения количества оксидов азота и серы в выхлопном газе из двигателя внутреннего сгорания, работающего на бедных смесях, включающий пропускание выхлопного газа вместе с отрегулированным количеством аммиака через каталитическую систему, содержащую один или более катализаторов, активных в отношении реакции с оксидами азота с получением азота, где в выхлоп вводят сам аммиак или аммиак образуется после введения в выхлопной газ до пропускания выхлопного газа через каталитическую систему;

пропускание обработанного таким образом выхлопного газа через турбину в турбокомпрессоре; и

удаление триоксида серы и/или аммониевых соединений серы, присутствующих в выхлопе из турбокомпрессора, на последующей стадии обработки выхлопного газа, где

выхлопной газ пропускают через каталитическую систему при температуре выше температуры конденсации аммониевых соединений серы, образованных по реакции с аммиаком в выхлопном газе, и где количество аммиака в выхлопном газе регулируют таким образом, чтобы получить количество менее 2 част./млн объемных или более 10 част./млн объемных после пропускания через каталитическую систему.

2. Способ по п. 1, в котором количество аммиака в выхлопном газе регулируют таким образом, чтобы получить количество менее 0,5 част./млн объемных после

пропускания через каталитическую систему.

3. Способ по п. 1 или 2, в котором двигателем внутреннего сгорания является двухтактный двигатель.

5 4. Способ по любому из пп. 1 или 2, в котором последующая стадия обработки выхлопного газа включает промывание или газоочистку водой.

5. Способ по п. 4, в котором стадию обработки выхлопного газа проводят в паровом утилизаторе тепла отработавших газов и/или мокром газоочистителе.

6. Способ по п. 5, в котором паровой утилизатор тепла отработавших газов периодически промывают водой или очищают продувкой сажи.

10 7. Применение способа по одному из пп. 1-6 для снижения оксидов азота и серы в выхлопном газе из двигателя внутреннего сгорания, работающего на бедных смесях, установленного на борту морского судна.

15

20

25

30

35

40

45