

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202393608** (13) **A1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2024.02.29**

(51) Int. Cl. **F01N 13/00** (2010.01)  
**F01N 3/10** (2006.01)  
**F01N 3/20** (2006.01)  
**F01N 3/28** (2006.01)  
**F01N 3/08** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2021.12.21**

**(54) СПОСОБ И СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЕРХНИЗКИХ ВЫБРОСОВ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ**

(31) **202110610015.X**

(72) Изобретатель:  
**Гуань Вэй, Шэн Ли, Линь Тецзянь,  
Нин Дэчжун, Лю Чжичжи, Цинь  
Юйфэн (CN)**

(32) **2021.06.01**

(33) **CN**

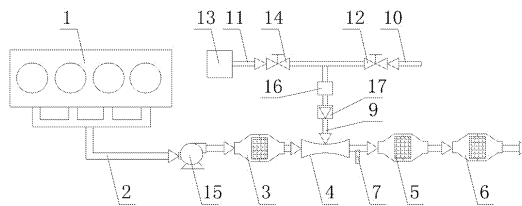
(86) **PCT/CN2021/139941**

(87) **WO 2022/252578 2022.12.08**

(74) Представитель:  
**Кузнецова С.А. (RU)**

(71) Заявитель:  
**ГУАНСИ ЮЙЧАЙ МАШИНЕРИ КО.,  
ЛТД. (CN)**

(57) Настоящее изобретение раскрывает способ обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе, относится к технической области последующей обработки двигателя и решает техническую проблему, заключающуюся в том, что существующими способами последующей обработки трудно достичь сверхнизких выбросов; указанный способ включает: применение режима контроля выбросов с помощью каталитического нейтрализатора TWC, каталитического нейтрализатора SCR и каталитического нейтрализатора ASC; выбор эффективности преобразования HC и CO в каталитическом нейтрализаторе TWC в качестве цели для обеспечения регулирования соотношения воздуха и топлива в цилиндре с обеспечением достижения выбросами HC и CO после обработки каталитическим нейтрализатором TWC установленного нормами предела; повышение концентрации кислорода в выхлопных газах, обработанных каталитическим нейтрализатором TWC, с обеспечением достижения выбросами NOx после обработки каталитическим нейтрализатором SCR установленного нормами предела. Настоящее изобретение раскрывает систему обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе. Согласно настоящему изобретению сначала происходит выбор эффективности преобразования HC и CO в каталитическом нейтрализаторе TWC в качестве цели для регулирования соотношения воздуха и топлива в цилиндре с обеспечением возможности высокоэффективного преобразования HC и CO с помощью каталитического нейтрализатора TWC; затем повышение концентрации кислорода в выхлопных газах, обработанных каталитическим нейтрализатором TWC, и высокоэффективное преобразование NOx каталитическим нейтрализатором SCR с обеспечением сверхнизких выбросов и достижением установленного нормами предела.



**A1**

**202393608**

**202393608**

**A1**

## СПОСОБ И СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЕРХНИЗКИХ ВЫБРОСОВ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ

### Область техники

Настоящее изобретение относится к области техники последующей обработки двигателя, и, в частности, оно относится к способу и системе обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе.

### Уровень техники

Чтобы соответствовать требованиям шести правил Китая по выбросам вредных веществ для большегрузных коммерческих транспортных средств и двигателей (GB17691-2018) (требования по ограничению выбросов  $\text{NO}_x \leq 0,46$  г/кВт ч,  $\text{CH}_4 \leq 0,5$  г/кВт ч,  $\text{NMHC} \leq 0,16$  г/кВт ч,  $\text{NH}_3 \leq 10$  частей на миллион), в современных двигателях на природном газе, как правило, применяется технология сжигания нужного количества +EGR+TWC+ASC. Сначала исходные уровни  $\text{NO}_x$ ,  $\text{NMHC}$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}$  в двигателе регулируются до определенного уровня с помощью внутренних технологий управления, таких как конструкция корпуса двигателя, оптимизация сгорания и стратегии внешнего охлаждения EGR, потом в сочетании со способом внешней очистки (TWC+ASC) общие выбросы двигателя регулируются так, чтобы они были в пределах шести правил Китая по выбросам.

В существующих технических решениях с трехходовым каталитическим нейтрализатором (TWC) предъявляются высокие требования к точности регулирования соотношения воздуха и топлива (как показано на фиг. 1): есть определенная разница в наиболее эффективном окне преобразования  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{HC}$ , и, даже если концентрация выхлопных газов слишком низкая или слишком высокая, эффективность преобразования  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{HC}$  не может быть одновременно наиболее высокой; использование существующих решений для ограничения окна соотношения воздуха и топлива затрудняет обеспечение контроля сверхнизких выбросов, и в результате общие выбросы двигателя незначительно превышают предельные значения выбросов, указанные в шести правилах Китая, и соблюдение следующего этапа норм по выбросам

сопряжено с большими техническими трудностями, особенно трудно гарантировать долговечность каталитического нейтрализатора.

### **Сущность изобретения**

Техническая задача, которая должна быть решена с помощью настоящего изобретения, заключается в преодолении вышеупомянутых недостатков аналогов, известных из уровня техники; первой целью настоящего изобретения является предоставление способа, который может обеспечить сверхнизкие выбросы двигателей на природном газе.

Второй целью настоящего изобретения является предоставление системы обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе.

Для реализации первой из вышеуказанных целей согласно настоящему изобретению предложен способ обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе, который включает:

применение режима контроля выбросов с помощью каталитического нейтрализатора TWC, каталитического нейтрализатора SCR и каталитического нейтрализатора ASC;

выбор эффективности преобразования HC и CO в каталитическом нейтрализаторе TWC в качестве цели для обеспечения регулирования соотношения воздуха и топлива в цилиндре с обеспечением достижения выбросами HC и CO после обработки каталитическим нейтрализатором TWC установленного нормами предела;

повышение концентрации кислорода в выхлопных газах, обработанных каталитическим нейтрализатором TWC, с обеспечением достижения выбросами NOx после обработки каталитическим нейтрализатором SCR установленного нормами предела.

В качестве дополнительного усовершенствования обеспечивают втягивание воздуха из атмосферной среды путем основанного на эффекте Вентури введения воздуха под давлением с увеличением концентрации кислорода в выхлопных газах, обработанных каталитическим нейтрализатором TWC.

Кроме того, если воздуха, втягиваемого из атмосферной среды, недостаточно для удовлетворения требований к концентрации кислорода, концентрацию кислорода

увеличивают путем сжатия воздуха.

Для реализации второй из вышеуказанных целей согласно настоящему изобретению предложена система обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе, которая содержит двигатель, при этом выхлопная труба двигателя последовательно соединена с каталитическим нейтрализатором TWC, элементом восполнения воздуха, каталитическим нейтрализатором SCR и каталитическим нейтрализатором ASC; входной конец каталитического нейтрализатора SCR снабжен датчиком кислорода; встроенное устройство управления двигателя электрически соединено с элементом восполнения воздуха и датчиком кислорода соответственно;

в двигателе за счет выбора эффективности преобразования HC и CO в каталитическом нейтрализаторе TWC в качестве цели обеспечено регулирование соотношения воздуха и топлива в цилиндре с обеспечением достижения выбросами HC и CO после обработки каталитическим нейтрализатором TWC установленного нормами предела;

посредством элемента восполнения воздуха обеспечено управление количеством восполнения воздуха в соответствии с обнаруженным значением от датчика кислорода для увеличения концентрации кислорода в выхлопных газах.

В качестве дополнительного усовершенствования элемент восполнения воздуха содержит трубку Вентури, при этом выходная сторона трубки Вентури снабжена трубкой для восполнения воздуха.

Кроме того, трубка для восполнения воздуха соединена соответственно с первым ответвлением и вторым ответвлением через соединительный тройник; первое ответвление находится в сообщении с атмосферной средой; первое ответвление снабжено первым контрольным клапаном; второе ответвление выполнено в сообщении с источником сжатого воздуха; второе ответвление снабжено вторым контрольным клапаном; встроенное устройство управления электрически связано с первым контрольным клапаном и вторым контрольным клапаном соответственно.

Кроме того, источником сжатого воздуха является подкачивающий насос или емкость со сжатым воздухом.

Кроме того, выхлопная труба между двигателем и каталитическим нейтрализатором TWC снабжена турбокомпрессором, при этом источник сжатого воздуха является

турбокомпрессором.

Кроме того, трубка для восполнения воздуха снабжена воздушным фильтром.

Кроме того, трубка для восполнения воздуха снабжена односторонним клапаном.

#### Полезные эффекты

По сравнению с аналогами, известными из уровня техники, полезные эффекты настоящего изобретения заключаются в следующем:

Согласно настоящему изобретению сначала происходит выбор эффективности преобразования HC и CO в каталитическом нейтрализаторе TWC в качестве цели для регулирования соотношения воздуха и топлива в цилиндре и обеспечение осуществления регулирования соотношения воздуха и топлива в окне высокоэффективного преобразования HC и CO с обеспечением возможности высокоэффективного преобразования HC и CO с помощью каталитического нейтрализатора TWC для обеспечения сверхнизких выбросов HC и CO; затем повышение концентрации кислорода в выхлопных газах, обработанных каталитическим нейтрализатором TWC, и высокоэффективное преобразование NOx каталитическим нейтрализатором SCR с обеспечением сверхнизких выбросов NOx и достижением установленного нормами предела.

#### Описание прилагаемых графических материалов

На фиг. 1 представлена принципиальная схема реакции последующей обработки TWC;

На фиг. 2 представлено схематическое изображение конструкции согласно изобретению;

На фиг. 3 представлено схематическое изображение конструкции элемента восполнения воздуха согласно настоящему изобретению.

На фигурах: 1 – двигатель; 2 – выхлопная труба; 3 – каталитический нейтрализатор TWC; 4 – элемент восполнения воздуха; 5 – каталитический нейтрализатор SCR; 6 – каталитический нейтрализатор ASC; 7 – датчик кислорода; 8 – трубка Вентури; 9 – трубка для восполнения воздуха; 10 – первое ответвление; 11 – второе ответвление; 12 – первый контрольный клапан; 13 – источник сжатого воздуха; 14 – второй контрольный

клапан; 15 – турбокомпрессор; 16 – воздушный фильтр; 17 – односторонний клапан.

### **Конкретный способ осуществления**

Ниже настоящее изобретение описано более подробно на основании конкретных вариантов осуществления, в которых приведены ссылки на прилагаемые графические материалы.

Как показано на фиг. 2 и 3, способ обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе включает:

применение режима контроля выбросов с помощью каталитического нейтрализатора TWC 3 + каталитического нейтрализатора SCR 5 + каталитического нейтрализатора ASC 6;

выбор эффективности преобразования HC и CO в каталитическом нейтрализаторе TWC 3 в качестве цели для регулирования соотношения воздуха и топлива в цилиндре и обеспечение осуществления регулирования соотношения воздуха и топлива в окне высокоэффективного преобразования HC и CO с обеспечением возможности высокоэффективного преобразования HC и CO с помощью каталитического нейтрализатора TWC для обеспечения сверхнизких выбросов HC и CO и достижения выбросами HC и CO после обработки каталитическим нейтрализатором TWC 3 установленного нормами предела;

повышение концентрации кислорода в выхлопных газах, обработанных каталитическим нейтрализатором TWC 3, и эффективное преобразование NOx каталитическим нейтрализатором SCR с обеспечением сверхнизких выбросов NOx и достижением выбросами NOx, обработанного каталитическим нейтрализатором SCR 5, установленного нормами предела. Выхлопные газы продолжают проходить через ASC, и NH<sub>3</sub>, который не участвует в реакции в SCR, вступает в реакцию с O<sub>2</sub> с очищением выбросов NH<sub>3</sub> до относительно низкого уровня и обеспечением тем самым сверхнизких выбросов.

В данном варианте осуществления обеспечивают втягивание воздуха из атмосферной среды путем основанного на эффекте Вентури введения воздуха под давлением с увеличением концентрации кислорода в выхлопных газах, обработанных каталитическим нейтрализатором TWC 3. Если воздуха, втягиваемого из атмосферной

среды, недостаточно для удовлетворения требований к концентрации кислорода, концентрацию кислорода увеличивают путем сжатия воздуха.

Система обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе содержит двигатель 1, при этом выхлопная труба 2 двигателя 1 последовательно соединена с каталитическим нейтрализатором TWC 3, элементом 4 воспользования воздуха, каталитическим нейтрализатором SCR 5 и каталитическим нейтрализатором ASC 6; входной конец каталитического нейтрализатора SCR 5 снабжен датчиком 7 кислорода, а встроенное устройство управления двигателя 1 электрически соединено с элементом 4 воспользования воздуха и датчиком 7 кислорода соответственно;

в двигателе 1 за счет выбора эффективности преобразования HC и CO в каталитическом нейтрализаторе TWC 3 в качестве цели обеспечено регулирование соотношения воздуха и топлива в цилиндре с обеспечением достижения выбросами HC и CO после обработки каталитическим нейтрализатором TWC 3 установленного нормами предела;

посредством элемента 4 воспользования воздуха обеспечено управление количеством воспользования воздуха в соответствии с обнаруженным значением от датчика 7 кислорода для увеличения концентрации кислорода в выхлопных газах.

Элемент 4 воспользования воздуха содержит трубку Вентури 8; выходная сторона трубки Вентури 8 снабжена трубкой 9 для воспользования воздуха; трубка 9 для воспользования воздуха соединена соответственно с первым ответвлением 10 и вторым ответвлением 11 через соединительный тройник; первое ответвление 10 находится в сообщении с атмосферной средой; первое ответвление 10 снабжено первым контрольным клапаном 12; второе ответвление 11 выполнено в сообщении с источником сжатого воздуха 13; второе ответвление 11 снабжено вторым контрольным клапаном 14; встроенное устройство управления электрически связано с первым контрольным клапаном 12 и вторым контрольным клапаном 14 соответственно. Регулирование открытия первого контрольного клапана 12 и второго контрольного клапана 14 в режиме реального времени основано на измеренной концентрации кислорода и целевой концентрации кислорода для обеспечения полного соответствия концентрации кислорода в выхлопных газах потребностям системы с обеспечением достижения сверхнизких выбросов системы.

В одном варианте осуществления источником сжатого воздуха 13 является

подкачивающий насос или емкость со сжатым воздухом.

В одном варианте осуществления выхлопная труба 2 между двигателем 1 и каталитическим нейтрализатором TWC 3 снабжена турбокомпрессором 15, при этом источник сжатого воздуха 13 является турбокомпрессором 15.

Трубка 9 для восполнения воздуха снабжена воздушным фильтром 16, который выполнен с возможностью обеспечения чистоты воздуха. Трубка 9 для восполнения воздуха снабжена односторонним клапаном 17 для предотвращения утечки выхлопных газов.

Согласно настоящему изобретению сначала происходит выбор эффективности преобразования HC и CO в каталитическом нейтрализаторе TWC в качестве цели для регулирования соотношения воздуха и топлива в цилиндре и обеспечение осуществления регулирования соотношения воздуха и топлива в окне высокоэффективного преобразования HC и CO с обеспечением возможности высокоэффективного преобразования HC и CO с помощью каталитического нейтрализатора TWC для обеспечения сверхнизких выбросов HC и CO; затем повышение концентрации кислорода в выхлопных газах, обработанных каталитическим нейтрализатором TWC, и высокоэффективное преобразование NOx каталитическим нейтрализатором SCR с обеспечением сверхнизких выбросов NOx и достижением установленного нормами предела.

По сравнению с традиционными техническими решениями, в предложенном добавлена система SCR; выбросы совместно контролируются в цилиндре и при последующей обработке, что делает управление более гибким, снижает требования к точности управления соотношением воздуха и топлива в двигателе, может улучшить выбросы загрязняющих газов двигателей на природном газе и тем самым увеличить срок службы транспортных средств по выбросам.

Выше представлен лишь предпочтительный способ осуществления настоящего изобретения, и следует отметить, что специалисты в данной области техники, без отклонения от идеи настоящего изобретения, также могут вносить изменения и улучшения, которые не повлияют на эффективность осуществления настоящего изобретения и его применимость.



## Формула изобретения

1. Способ обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе, отличающийся тем, что включает:

применение режима контроля выбросов с помощью каталитического нейтрализатора TWC (3), каталитического нейтрализатора SCR (5) и каталитического нейтрализатора ASC (6);

выбор эффективности преобразования HC и CO в каталитическом нейтрализаторе TWC (3) в качестве цели для обеспечения регулирования соотношения воздуха и топлива в цилиндре с обеспечением достижения выбросами HC и CO после обработки каталитическим нейтрализатором TWC (3) установленного нормами предела;

повышение концентрации кислорода в выхлопных газах, обработанных каталитическим нейтрализатором TWC (3), с обеспечением достижения выбросами NOx после обработки каталитическим нейтрализатором SCR (5) установленного нормами предела.

2. Способ обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе по п. 1, отличающийся тем, что обеспечивают втягивание воздуха из атмосферной среды путем основанного на эффекте Вентури введения воздуха под давлением с увеличением концентрации кислорода в выхлопных газах, обработанных каталитическим нейтрализатором TWC (3).

3. Способ обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе по п. 2, отличающийся тем, что, если воздуха, втягиваемого из атмосферной среды, недостаточно для удовлетворения требований к концентрации кислорода, концентрацию кислорода увеличивают путем сжатия воздуха.

4. Система обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе, которая содержит двигатель (1), отличающаяся тем, что выхлопная труба (2) двигателя (1) последовательно соединена с каталитическим нейтрализатором TWC (3), элементом (4) восплоения воздуха, каталитическим нейтрализатором SCR (5) и каталитическим нейтрализатором ASC (6); входной конец каталитического нейтрализатора SCR (5) снабжен датчиком (7) кислорода; встроенное устройство управления двигателя (1) электрически соединено с элементом (4) восплоения воздуха и датчиком (7) кислорода соответственно;

в двигателе (1) за счет выбора эффективности преобразования HC и CO в каталитическом нейтрализаторе TWC (3) в качестве цели обеспечено регулирование соотношения воздуха и топлива в цилиндре с обеспечением достижения выбросами HC и CO после обработки каталитическим нейтрализатором TWC (3) установленного нормами предела;

посредством элемента (4) воспользования воздуха обеспечено управление количеством воспользования воздуха в соответствии с обнаруженным значением от датчика (7) кислорода для увеличения концентрации кислорода в выхлопных газах.

5. Система обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе по п. 4, отличающаяся тем, что элемент (4) воспользования воздуха содержит трубку Вентури (8), при этом выходная сторона трубки Вентури (8) снабжена трубкой (9) для воспользования воздуха.

6. Система обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе по п. 5, отличающаяся тем, что трубка (9) для воспользования воздуха соединена соответственно с первым ответвлением (10) и вторым ответвлением (11) через соединительный тройник; первое ответвление (10) находится в сообщении с атмосферной средой; первое ответвление (10) снабжено первым контрольным клапаном (12); второе ответвление (11) выполнено в сообщении с источником (13) сжатого воздуха; второе ответвление (11) снабжено вторым контрольным клапаном (14); встроенное устройство управления электрически связано с первым контрольным клапаном (12) и вторым контрольным клапаном (14) соответственно.

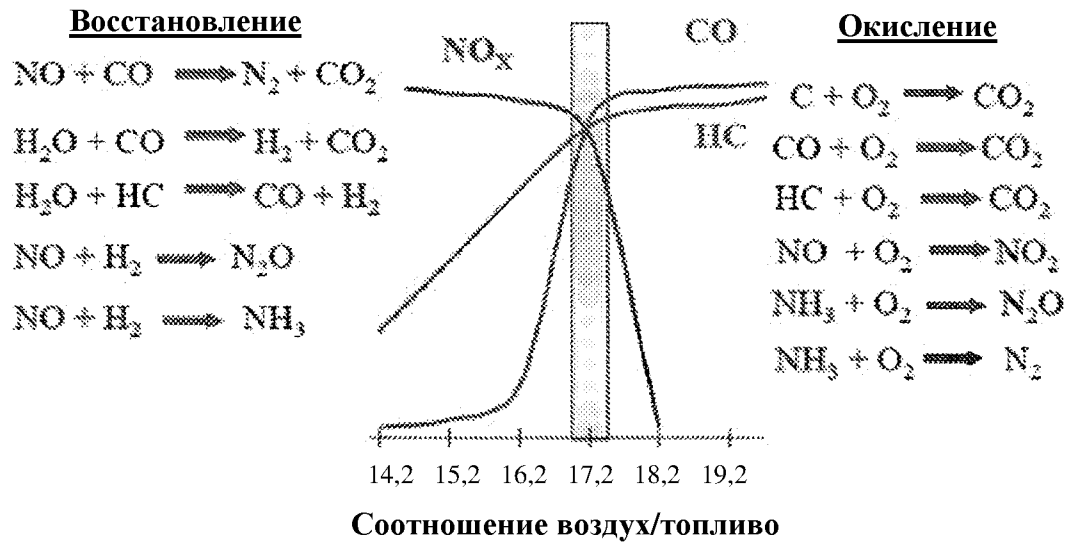
7. Система обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе по п. 6, отличающаяся тем, что источник (13) сжатого воздуха представляет собой подкачивающий насос или емкость со сжатым воздухом.

8. Система обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе по п. 6, отличающаяся тем, что выхлопная труба (2) между двигателем (1) и каталитическим нейтрализатором TWC (3) снабжена турбокомпрессором (15), при этом источник сжатого воздуха (13) является турбокомпрессором (15).

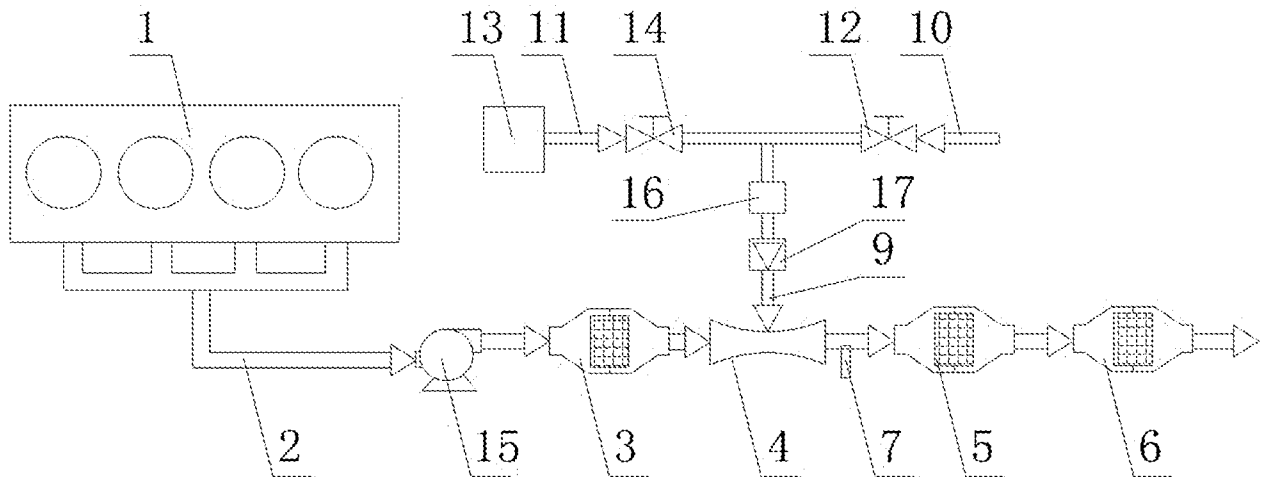
9. Система обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе по п. 5, отличающаяся тем, что трубка (9) для воспользования воздуха снабжена воздушным

фильтром (16).

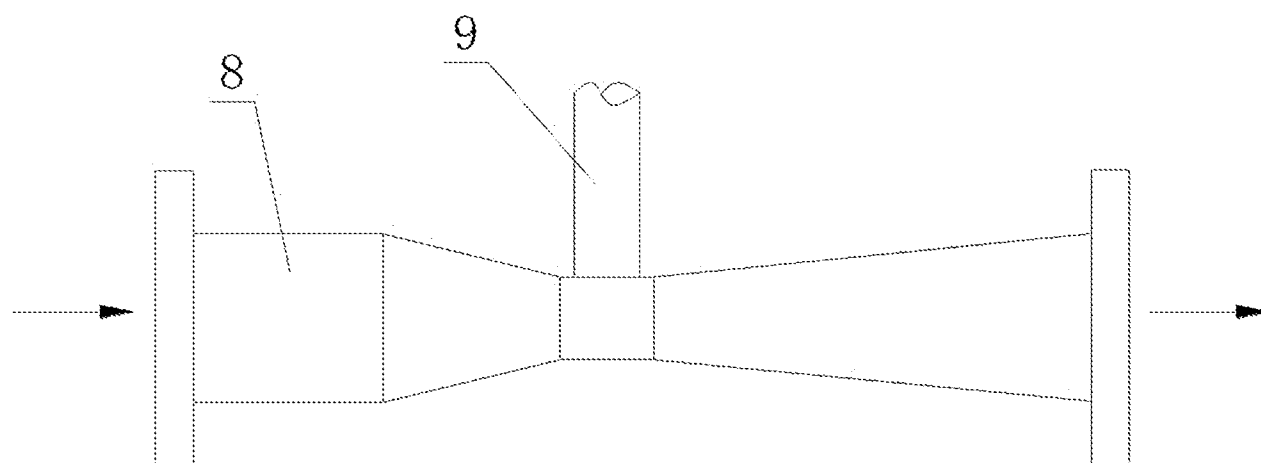
10. Система обеспечения сверхнизких выбросов двигателей на природном газе по п. 5, отличающаяся тем, что трубка (9) для восполнения воздуха снабжена односторонним клапаном (17).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3