

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2857828

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ
ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ МАШИН С ДВИГАТЕЛЕМ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В ТУПИКОВЫХ
ВЫРАБОТКАХ**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II" (RU)*

Авторы: *Гендлер Семен Григорьевич (RU), Виленская Анастасия Викторовна (RU), Стомма Антон Андреевич (RU)*

Заявка № 2025120360

Приоритет изобретения **23 июля 2025 г.**
Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации **11 марта 2026 г.**
Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **23 июля 2045 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21F 7/00 (2026.01); F24F 11/70 (2026.01)

(21)(22) Заявка: 2025120360, 23.07.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
23.07.2025

Дата регистрации:
11.03.2026

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 23.07.2025

(45) Опубликовано: 11.03.2026 Бюл. № 8

Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II",
патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):
Гендлер Семен Григорьевич (RU),
Виленская Анастасия Викторовна (RU),
Стомма Антон Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II"
(RU)

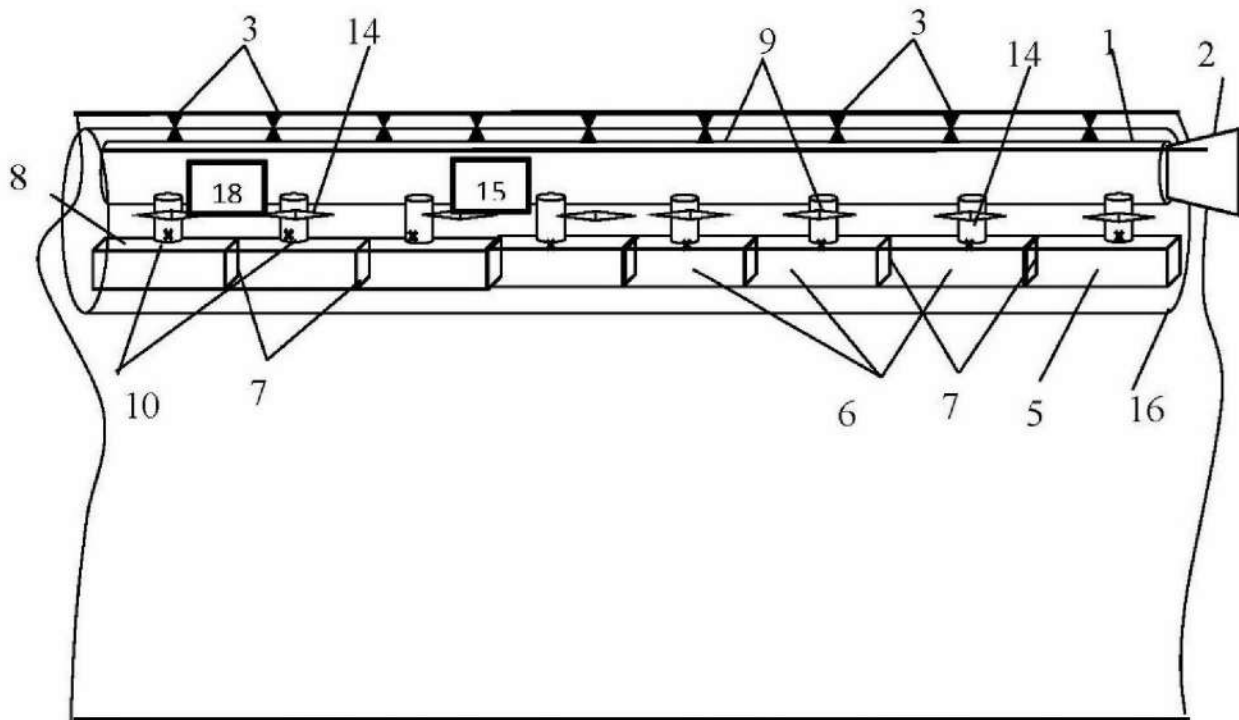
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1191604 A1, 15.11.1985. SU 846756
A1, 15.07.1981. SU 1116173 A1, 30.09.1984. KZ
23541 A4, 15.12.2010. KR 10-1088341 B1,
30.11.2011. CN 113202537 A, 03.08.2021.

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА ОТ ВЫХЛОПНЫХ ГАЗОВ МАШИН С ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ В ТУПИКОВЫХ ВЫРАБОТКАХ

(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано для очистки воздуха от выбросов загрязняющих веществ при движении по горным выработкам в период их сооружения горно-транспортного оборудования с двигателями внутреннего сгорания. Техническим результатом является повышение эффективности удаления выхлопных газов. Устройство за счет

конструкции, которая содержит вентиляционный воздуховод с вентилятором отсоса и короба П-образного сечения с секциями, которые соединены между собой цилиндрическим патрубком, а также автоматизированной системы непрерывного мониторинга окислов азота и оксида углерода, повышает эффективность удаления выхлопных газов. 4 ил.



Фиг. 1

RU 2857828 C1

RU 2857828 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E21F 7/00 (2026.01); *F24F 11/70* (2026.01)

(21)(22) Application: **2025120360, 23.07.2025**

(24) Effective date for property rights:
23.07.2025

Registration date:
11.03.2026

Priority:

(22) Date of filing: **23.07.2025**

(45) Date of publication: **11.03.2026 Bull. № 8**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet
imperatritsy Ekateriny II", patentno-litsenziornyj
otdel**

(72) Inventor(s):

**Gendler Semen Grigorevich (RU),
Vilenskaia Anastasiia Viktorovna (RU),
Stomma Anton Andreevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi
universitet imperatritsy Ekateriny II» (RU)**

(54) **DEVICE FOR CLEANING AIR FROM EXHAUST GASES OF MACHINES WITH INTERNAL COMBUSTION ENGINE IN DEAD-END WORKINGS**

(57) Abstract:

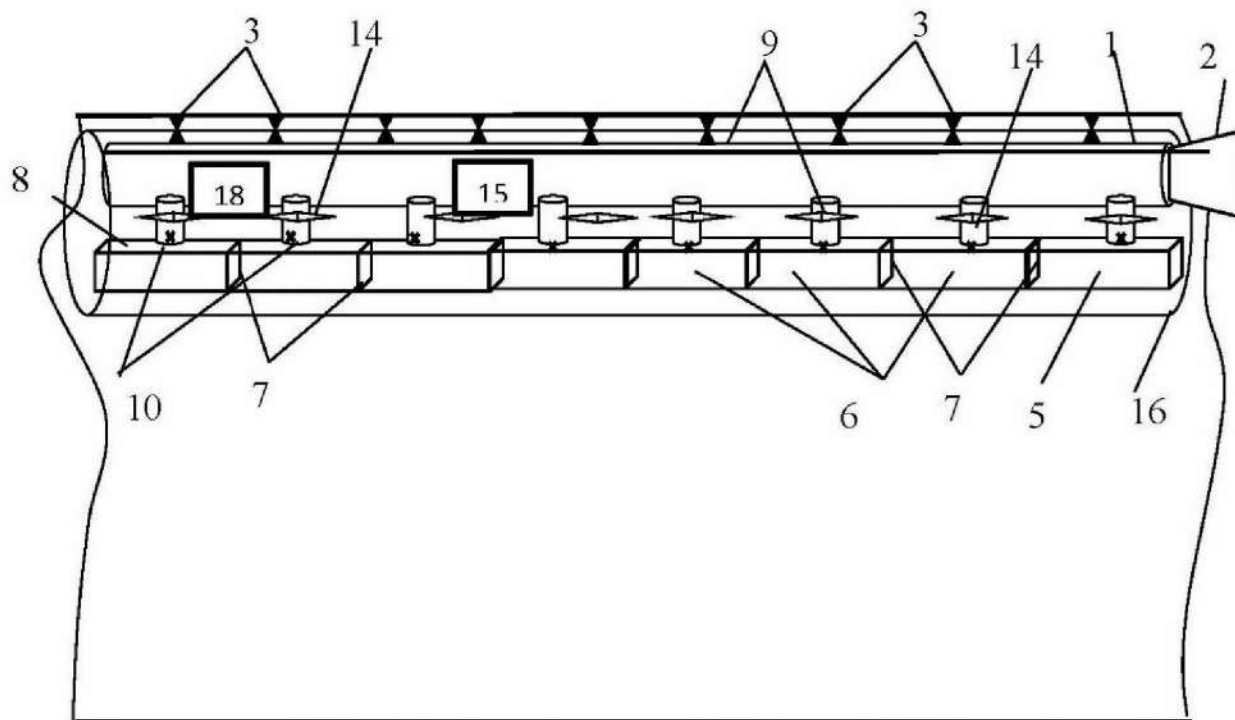
FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention can be used for cleaning air from pollutant emissions during the movement of mining and transport equipment with internal combustion engines through mine workings during their construction. The device, due to its design, which comprises a ventilation duct with an exhaust fan and U-shaped section boxes with sections interconnected

by a cylindrical nozzle, as well as an automated system for continuous monitoring of nitrogen oxides and carbon monoxide, increases the efficiency of exhaust gas removal.

EFFECT: increase in the efficiency of exhaust gas removal.

1 cl, 4 dwg



Фиг. 1

RU 2857828 C1

RU 2857828 C1

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано для очистки воздуха от выбросов загрязняющих веществ при движении по горным выработкам в период их сооружения горно-транспортного оборудования с двигателями внутреннего сгорания.

5 Известно устройство для очистки воздуха (патент RU № 2354891, опубл. 10.05.2009), содержащее полый корпус с входным каналом, где расположены две параллельных пластины, между которыми образован выходной канал, с установленным в нем фильтрами грубой и тонкой очистки, центробежный вентилятор. При этом, центробежный вентилятор установлен соосно с входным отверстием, а в выходном
10 канале расположены направляющие лопатки, установленные с возможностью полного перекрытия выходного канала, а при неполном его перекрытии – закрутки потока относительно оси входного канала.

Недостатком является применения данного устройства в протяженных помещениях, когда необходимо использовать их значительное количество, каждое из которых
15 приближенно к местам выделения загрязняющих веществ.

Известно устройство для очистки выхлопных газов дизель-мотора воздуха (патент RU № 2133357, опубл. 20.07.1999), содержащее циклон, в котором выхлопные газы очищаются от твердых компонентов, воздушный эжектор, где газы получают дополнительный импульс кинетической энергии, адсорбер с четырьмя химическими
20 пакетами адсорбентов, в которых происходит очистка газов.

Недостатком является необходимость последовательной очистки воздуха вначале от твердых компонентов в циклоне, а затем в адсорбере при обязательном придании потоку дополнительного импульса, что затруднительно в условиях тупиковой горной
25 выработки, особенно при ее значительной длине, когда потребуется использование нескольких однотипных устройств.

Известно устройство для очистки горных выработок от пыли (патент РФ №2446284, опубл. 27.03.2012), содержащее агрегат для забора пыли с всасывающими трубопроводами, бункером, сообщённым с агрегатом для забора пыли, который выполненным в виде пылесосов циклонного типа, каждый из которых соединён с
30 соответствующим всасывающими трубопроводами, и приспособлением для перемещения бункера и указанного агрегата по монорельсу вдоль выработки.

Недостатком является наличие приспособления для перемещения бункера и агрегата по монорельсу вдоль выработки, которое не позволяет обеспечить непрерывное удаление загрязняющего вещества в случае перемещения его источника вдоль выработки
35 в последующем выбросом загрязняющих веществ за пределы выработки.

Известно устройство для проветривания тупиковых горных выработок (патент РФ № 2791166, опубл. 03.03.2023), включающее магистральный трубопровод, протянутый по всей длине основной выработки с окнами, закрытыми крышками, всасывающий трубопровод, установленный в тупиковой выработке и соединённый с магистральным
40 трубопроводом, через одно из окон при снятой крышке, датчики контроля газа и пыли, размещённые на входе всасывающего трубопровода, вентилятор, аппаратура автоматического включения-выключения вентилятора, соединённая с концом магистрального трубопровода и связанная с датчиками контроля газа и пыли.

Недостатка являются жесткое крепление окон по длине магистрального
45 трубопровода, что позволяет осуществлять удаление газов только из тупиковой выработки и исключает возможность их удаления из любого другого участка системы выработок.

Известно устройство для удаления выхлопных газов из горной выработки (Авторское

свидетельство СССР № 1191604, опубл. 15.11. 1985), принятое за прототип, включающее вытяжной вентиляционный воздуховод с подсоединённым к нему вентилятором и гибкий шланг с полисоединением одним концом к выхлопной трубе, а другим к вытяжному воздуховоду, и снабжённое направляющей для свободного перемещения машины по горной выработке, для чего вытяжной вентиляционный воздуховод выполнен гофрированным и снабжён металлическими кольцами для подвески к направляющей, расположенными равномерно по длине воздуховода, и пластмассовыми обручами, установленными между металлическими кольцами в наименьшем сечении воздуховода по его внутреннему диаметру.

Недостатком является возможность удаления выхлопных газов во время выполнения погрузочно-разгрузочных операций и перемещения машины на незначительные расстояния, определяемые ограниченной длиной растяжения гофрированного вентиляционного воздуховода. Кроме того, жёсткая связь выхлопной трубы с воздуховодом, снижает мобильность перемещения машины по выработке, а также удаляемые при работе машины газы, которые выбрасываются непосредственно в воздух, могут привести к ухудшению газовой обстановки при сооружении тупиковой выработки.

Техническим результатом является повышение эффективности удаления выхлопных газов.

Технический результат достигается тем, что параллельно воздуховоду для проветривания тупиковой выработки установлен вентиляционный воздуховод, который закреплен с возможностью съема к кровле выработки креплением, при этом к одному концу вентиляционного воздуховода закреплен с возможностью съема вентилятор отсоса, в нижней части вентиляционного воздуховода выполнены отверстия, в которые жестко установлены верхние части цилиндрических патрубков, а нижние части жестко установлены в отверстия, которые выполнены в верхней поверхности П-образного короба, внутри которого на равном расстоянии друг от друга закреплены непроницаемые перегородки, которые образуют сегменты, при этом внутри нижних частей каждого цилиндрического патрубка установлен датчик определения концентраций окислов азота и оксидов углерода, а в центральной части установлена регулирующая заслонка, выходы датчиков определения концентраций окислов азота и оксидов углерода соединены с входом блока обработки данных, выход которого соединен с входом системы управления открытием/закрытием регулирующих заслонок, которая содержит микроконтроллер и драйвер, выход которой соединен с входом регулирующей заслонки.

Устройство поясняется следующими фигурами.

Фиг. 1 – общий вид устройства;

Фиг. 2 – структура управляющего блока;

Фиг. 3 – схема работы устройства;

Фиг. 4 – результаты математического моделирования конфигурации выхлопной

струи, где:

1 – вентиляционный воздуховод;

2 – вентилятор отсоса;

3 – крепления;

4 – тупиковая выработка;

5 – короб П-образного сечения;

6 – сегменты;

7 – непроницаемые перегородки;

8 – верхняя поверхность П-образного короба;

- 9 – цилиндрические патрубки;
- 10 – датчик определения концентраций окислов азота и оксидов углерода;
- 11 – выхлопные газы;
- 12 – выхлопная труба;
- 5 13 – машина с ДВС;
- 14 – регулирующие заслонки;
- 15 – система управления открытием/закрытием регулирующих заслонок;
- 16 – воздухопровод для проветривания тупиковой выработки;
- 17 – свежий воздух;
- 10 18 – блок обработки данных;
- 19 – микроконтроллер;
- 20 – драйвер.

Устройство для очистки воздуха в тупиковых выработках от выхлопных газов машин с ДВС включает воздухопровод для проветривания тупиковой выработки 16, который
 15 закреплен с возможностью съема к кровле выработки креплением 3. Параллельно воздухопроводу для проветривания тупиковой выработки 16 установлен вентиляционный воздухопровод 1, который закреплен с возможностью съема к кровле выработки креплением 3. К одному концу вентиляционного воздухопровода 1 закреплен с возможностью съема вентилятор отсоса 2. В нижней части вентиляционного воздухопровода 1 выполнены
 20 отверстия, в которые жестко установлены верхние части цилиндрических патрубков 9. Нижние части цилиндрических патрубков 9 жестко установлены в отверстия, которые выполнены в верхней поверхности П-образного короба 8, в каждом сегменте 6. Короб П-образного сечения 5, внутри которого на равном расстоянии друг от друга закреплены непроницаемые перегородки 7, которые образуют сегменты 6. Внутри нижних частей
 25 каждого цилиндрического патрубка 9 установлен датчик определения концентраций окислов азота и оксидов углерода 10. В центральной части каждого цилиндрического патрубка 9 установлена регулирующая заслонка 14. Выход датчиков определения концентраций окислов азота и оксидов углерода соединен с входом блока обработки данных 18, выход которого соединен с входом системы управления открытием/
 30 закрытием регулирующих заслонок 15, которая содержит микроконтроллер 19 и драйвер 20. Выход системы управления открытием/закрытием регулирующих заслонок 15 соединен с входом регулирующей заслонки 14.

Устройство для очистки воздуха в тупиковых выработках от выхлопных газов машин с ДВС работает следующим образом. При движении машины с ДВС по горной
 35 выработке на выходе из вертикальной выхлопной трубы 12 образуется конвективная струя выхлопных газов 11 (Фиг. 4), которая содержит окислы азота и оксид углерода. Как показали результаты математического моделирования, с увеличением высоты подъёма струи происходит изменение её диаметра, причём до определённой высоты относительно выхода из выхлопной трубы 12 диаметр струи выхлопных газов D
 40 увеличивается до D_{max} , а затем снижается за счёт продольной турбулентной диффузии. При длине и ширине сегмента 6, равных максимальному диаметру струи D_{max} , и высоте полого П-образного короба, составляющей $0,5 D_{max}$, к моменту подхода машины с ДВС 13 к сегменту 6 струя выхлопных газов 11 полностью занимает внутреннее
 45 пространство сегмента 6 (Фиг. 1, 2, 3). Выхлопные газы поступают к входу в цилиндрический патрубок 9. Датчики 10 измеряют концентрации оксидов азота и диоксида углерода в выхлопных газах и передают информацию на вход блока обработки данных 18, в котором происходит обработка данных, а затем передача информации

на вход системы управления регулирующими заслонками 15. Обработанные сигналы поступают в микроконтроллер 19. Программное обеспечение микроконтроллера 19 принимает данные от блока обработки данных 18 и, с учётом заданных пределов концентрации оксидов азота и диоксида углерода в выхлопных газах управляет драйвером 20. В случае превышения предельно допустимых значений, вырабатывается сигнал, который передается на вход регулирующей заслонки 14, которая переходит в положение «открыто». Выхлопные газы 11 поступают в вентиляционный воздуховод 1 и с помощью вентилятора отсоса 2 удаляются из тупиковой выработки 4. Так как струя конвективных газов может одновременно находиться в двух соседних сегментах 6 короб П-образного сечения 5, то регулирующие заслонки 14 открывают сразу в этих сегментах. После того, как струя выхлопных газов 11, выходящих из выхлопной трубы 12, минует очередной сегмент 6, то датчики определения концентраций окислов азота и оксидов углерода 10 передадут соответствующий сигнал на вход блока обработки данных 18, а затем обработанные сигналы передаются на вход микроконтроллера 19 система управления открытием/закрытием регулирующих заслонок 15, а затем после обработки сигнал передается на вход драйвера 20, который передает команду на вход регулирующей заслонки 14 «закрыть». Прекращается поступление выхлопных газов 11 из данного сегмента 6 в вентиляционный воздуховод 1. Непроницаемые перегородки 7 между сегментами 6 исключают возможность засасывания свежего воздуха 17 из тупиковой выработки 4 в вентиляционный воздуховод 1 с участка, прилегающего к машине с ДВС 13, и позволяют минимизировать производительность вентиляторов отсоса 2.

Были проведены расчеты работоспособности устройства. Машина с ДВС мощностью 400 л.с. движется по тупиковой выработке протяжённостью 1000 м. Расход воздуха в выработке, вычисленный по удельному расходу воздуха $3 \text{ м}^3/\text{мин}$ на л.с., составляет $20 \text{ м}^3/\text{с}$. Расход выхлопных газов равен $0,8 \text{ м}^3/\text{с}$. Расстояние от выхлопной трубы до кровли выработки равно $0,78 \text{ м}$ при высоте выработки 3 м . Диаметр выхлопной трубы $0,22 \text{ м}$.

В результате статистической обработки данных вычислительного эксперимента было показано для, что при величине корреляционного соотношения, составляющего $0,92$ и доверительном интервале 95% , зависимость между диаметром струи выхлопных газов $D_{\text{стр.}}$ и высотой H аппроксимируется выражением:

$$D_{\text{стр.}} = -2,57H^2 + 1,48H + 0,28.$$

Максимальное значение диаметра струи вычисляется по зависимости:

$$dD/dH = -5,1H + 1,46 = 0.$$

Отсюда

$$H = 0,29 \text{ м} \text{ и } D_{\text{max}} = 0,49 \text{ м}.$$

Таким образом, короб П-образного сечения 5 устанавливаются на расстоянии $0,29 \text{ м}$ от конца выхлопной трубы 12. Размеры каждого сегмента 6 короб П-образного сечения 5 равны $0,5 \times 0,5 \text{ м}^2$.

Удаление выхлопных газов 11 из тупиковой выработки даёт возможность снизить необходимый расход воздуха до $9 \text{ м}^3/\text{с}$, т.е. в $2,2$ раза. Следствием этого является снижение мощности вентилятора местного проветривания с 130 кВт до 10 кВт , что при одновременной проходки 10 забоев даст экономию электроэнергии 1200 кВт . Кроме того, общее уменьшение расхода воздуха для вентиляции этих забоев будет превышать $100 \text{ м}^3/\text{с}$, что приведёт к снижению мощности вентилятора главного проветривания.

Мощность вентилятора отсоса 2 при диаметре вентиляционного воздуховода 1, равного 0,3 м, и производительности вентилятора 0,8 м³/с будет составлять 5 кВт.

Устройство за счет конструкции, которая содержит вентиляционный воздуховод с вентилятором отсоса и короба П-образного сечения с секциями, которые соединены между собой цилиндрическим патрубком, а также автоматизированной системы непрерывного мониторинга окислов азота и оксида углерода, повышает эффективность удаления выхлопных газов.

(57) Формула изобретения

Устройство для очистки воздуха от выхлопных газов машин с двигателем внутреннего сгорания в тупиковых выработках, включающее воздуховод для проветривания тупиковой выработки, отличающееся тем, что параллельно воздуховоду для проветривания тупиковой выработки установлен вентиляционный воздуховод, который закреплен с возможностью съема к кровле выработки креплением, при этом к одному концу вентиляционного воздуховода закреплен с возможностью съема вентилятор отсоса, в нижней части вентиляционного воздуховода выполнены отверстия, в которые жестко установлены верхние части цилиндрических патрубков, а нижние части жестко установлены в отверстия, которые выполнены в верхней поверхности П-образного короба, внутри которого на равном расстоянии друг от друга закреплены непроницаемые перегородки, которые образуют сегменты, при этом внутри нижних частей каждого цилиндрического патрубка установлен датчик определения концентраций окислов азота и оксидов углерода, а в центральной части установлена регулирующая заслонка, выходы датчиков определения концентраций окислов азота и оксидов углерода соединены с входом блока обработки данных, выход которого соединен с входом системы управления открытием/закрытием регулирующих заслонок, которая содержит микроконтроллер и драйвер, выход которой соединен с входом регулирующей заслонки.

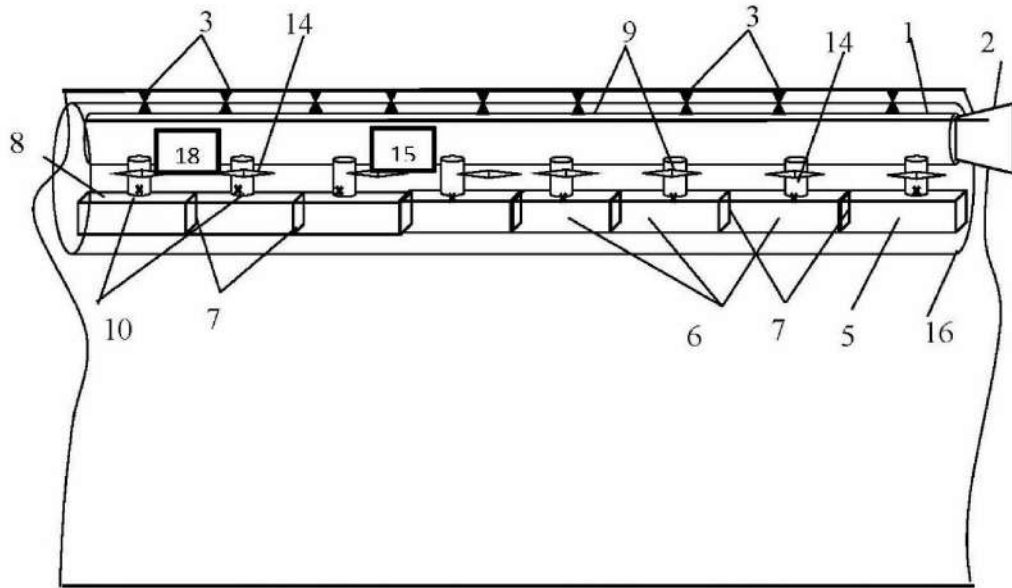
30

35

40

45

1

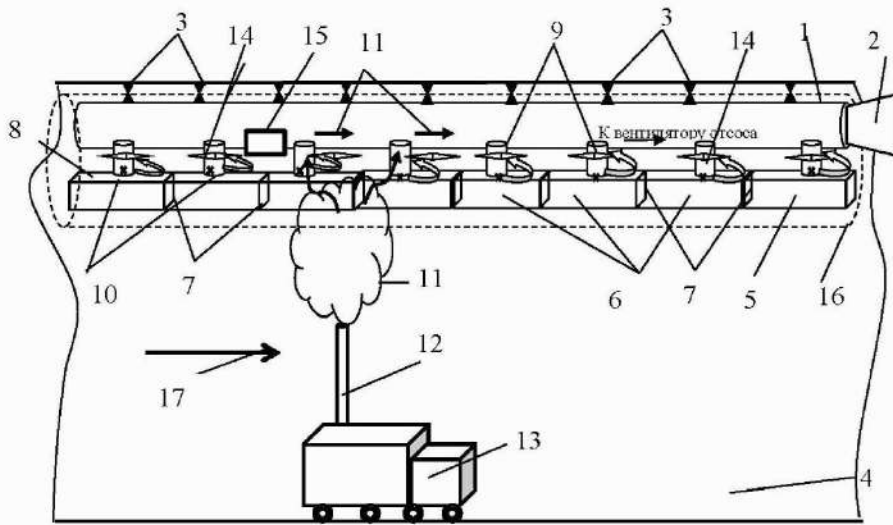


Фиг. 1

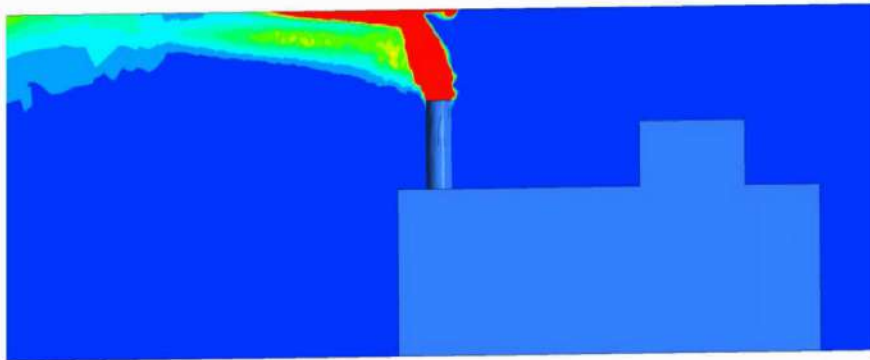
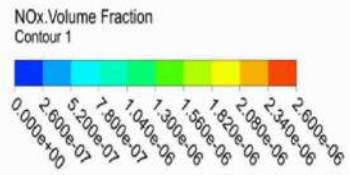


Фиг. 2

2



Фиг. 3



Фиг. 4