

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2851560

**Система проветривания протяженных тупиковых
выработок**

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

Авторы: *Гендлер Семён Григорьевич (RU), Иконников Дмитрий Андреевич (RU), Серегин Александр Сергеевич (RU), Белехов Павел Александрович (RU), Подрезова Мария Андреевна (RU)*

Заявка № **2025111943**

Приоритет изобретения **27 февраля 2025 г.**

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации **25 ноября 2025 г.**

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает **27 февраля 2045 г.**

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21F 1/08 (2025.08); *F24F 7/04* (2025.08)

(21)(22) Заявка: 2025111943, 27.02.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.02.2025

Дата регистрации:
25.11.2025

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.02.2025

(45) Опубликовано: 25.11.2025 Бюл. № 33

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 Семён Григорьевич (RU),
Иконников Дмитрий Андреевич (RU),
Серегин Александр Сергеевич (RU),
Белехов Павел Александрович (RU),
Подрезова Мария Андреевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

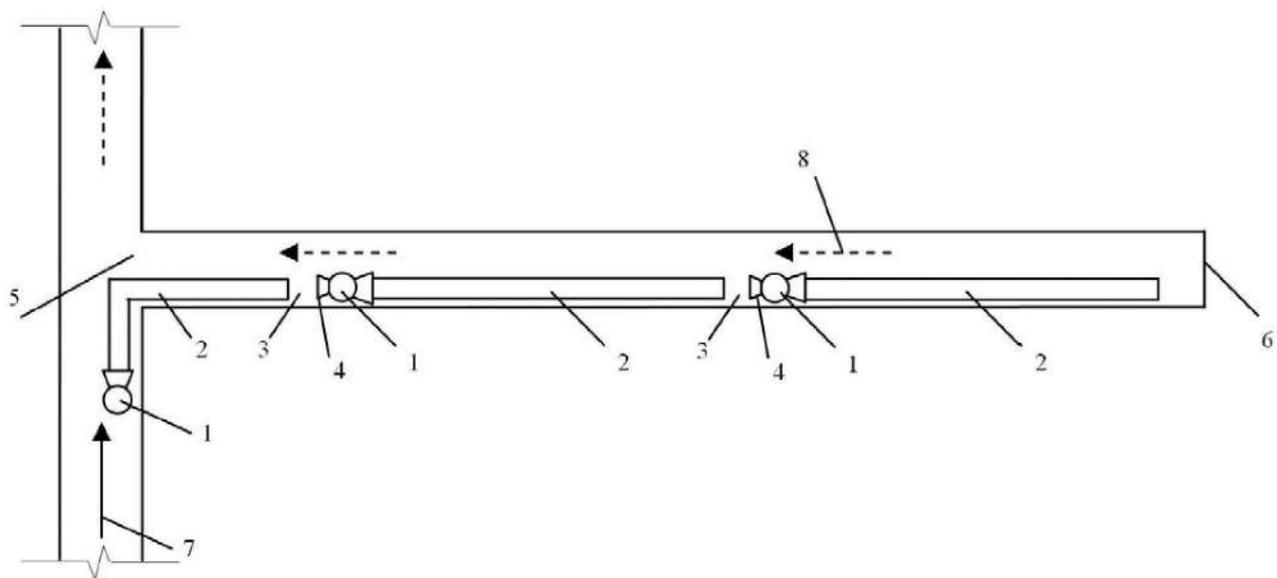
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2816134 C1, 26.03.2024. SU
1654589 A1, 07.06.1991. SU 1355724 A1,
30.11.1987. RU 2631946 C1, 29.09.2017. SU
1627721 A1, 15.02.1991. CN 106968700 A,
21.07.2017. GB 2039362 B, 20.10.1982.

(54) Система проветривания протяженных тупиковых выработок

(57) Реферат:

Изобретение относится к системе проветривания протяженных тупиковых выработок. Техническим результатом является повышение эффективности проветривания, протяженных тупиковых горных выработок. Система содержит вентилятор местного проветривания, участки вентиляционного трубопровода, элементы крепления к крепи горной выработки. Вентиляторы местного проветривания - ВМП соединены с возможностью съема с участками гибкого вентиляционного

трубопровода. В конце каждой секции образован технологический разрыв. Перед каждым ВМП, за исключением ВМП первой секции, с возможностью съема закреплены насадки. Насадки выполнены в форме кольца постоянного или переменного сечения - конфузор или диффузор, с толщиной стенок, выполненной с возможностью выдерживать разрежение воздуха, создаваемое ВМП, следующим за насадкой, без деформации. 3 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E21F 1/08 (2025.08); F24F 7/04 (2025.08)

(21)(22) Application: **2025111943, 27.02.2025**

(24) Effective date for property rights:
27.02.2025

Registration date:
25.11.2025

Priority:

(22) Date of filing: **27.02.2025**

(45) Date of publication: **25.11.2025 Bull. № 33**

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Gendler Semen Grigorevich (RU),
Ikonnikov Dmitrij Andreevich (RU),
Seregin Aleksandr Sergeevich (RU),
Belekhov Pavel Aleksandrovich (RU),
Podrezova Mariya Andreevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet imperatritsy Ekateriny II" (RU)**

(54) **VENTILATION SYSTEM FOR LONG DEAD-END WORKINGS**

(57) Abstract:

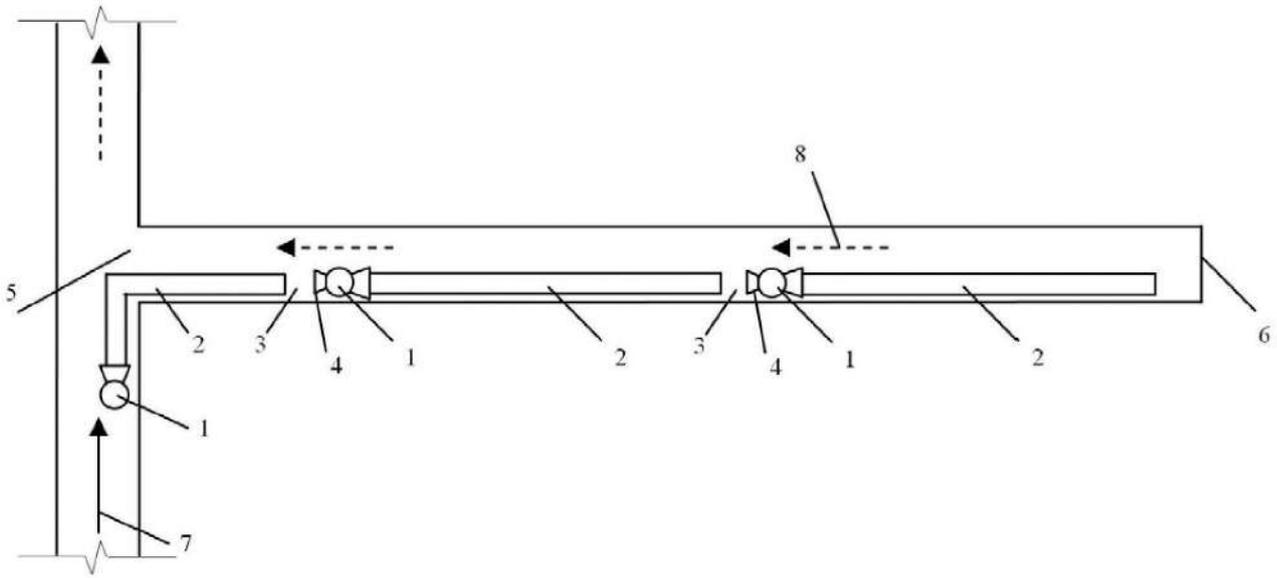
FIELD: mine ventilation.

SUBSTANCE: invention relates to a ventilation system for long dead-end workings. The system comprises a local ventilation fan, ventilation duct sections, and elements for attachment to the mine support. The local ventilation fans (LVFs) are connected to flexible ventilation duct sections with the possibility of removal. A technological gap is formed at the end of each section. Nozzles are attached to each local ventilation fan, except for the first section, with the

possibility of removal. The nozzles are made in the form of a ring with a constant or variable cross-section - a confuser or diffuser, with a wall thickness designed to withstand the air pressure created by the local ventilation fan following the nozzle without deformation.

EFFECT: increased ventilation efficiency in long dead-end mine workings.

1 cl, 3 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к области горного дела и строительства к устройствам проветривания горных выработок и сооружений, в том числе большой протяжённости.

Известна установка для нагнетательного проветривания тупиковых забоев горных выработок (патент RU №2428568, опубл. 10.09.2011 г.), включающая вентилятор, нагнетательный трубопровод, эжектирующее водораспылительное устройство, содержащее выпускную головку с кольцевой выпускной щелью, ресивером и штуцером для подвода сжатого воздуха, которое установлено на конце нагнетательного трубопровода и служит для выпуска общей струи в атмосферу горной выработки в сторону тупикового забоя, при этом водораспылительное устройство включает профилированный двухступенчатый диффузор, образованный последовательным соединением приемного и основного диффузоров, при этом приемный диффузор переходит через торообразную выпуклую поверхность в основной диффузор, снабженный на выходе двухслойной мелкоячеистой сеткой, причем длина приемного диффузора такая, что эжектирующая струя в нем успевает увеличиться в поперечном размере за счет подсоса воздуха из струи нагнетательного трубопровода до размера радиуса кривизны выпуклой поверхности, что обеспечивает отрыв эжектирующей струи от выпуклой поверхности, ее отброс к центру потока и дальнейшее перемешивание с эжектируемой струей во внутреннем пространстве основного диффузора.

Недостатками установки являются использование высокопроизводительного вентилятора местного проветривания работающего на высоких оборотах, что значительно ухудшает акустический комфорт на рабочих местах вблизи данной установки, невозможность проветривать протяженные тупиковые выработки, в связи с ограниченной дальностью создаваемой струи воздуха, присутствует необходимость периодического перемещения данной громоздкой конструкции с его отключением, что не обеспечивает непрерывный процесс проветривания выработки необходимость и снижает общий уровень безопасности в тупиковой выработке.

Известно устройство для проветривания тупиковой горной выработки (Авторское свидетельство СССР №1620646, опубл. 15.01.1991), включающее трубопровод, один конец которого соединён с нагнетателем, а другой установлен у груди забоя, воздухоотводящий патрубок с воздухозапорным элементом, соединённый с трубопроводом, нагнетательный патрубок, клапан, выполненный в виде боковой поверхности усечённого конуса, который может перемещаться внутри патрубков вдоль их оси.

Недостатками данного устройства является использование трубопровода с участками, соединённых друг с другом вентиляторными, внутри которых размещено рабочее колесо и кок, а также жёстких патрубков, находящийся с всасывающей стороны вентиляторов. Предлагаемое конструктивное решение полностью исключает возможность оперативного реверсирования вентиляционного потока в случае возникновения пожара в забое выработки и обеспечения эвакуации горнорабочих в направлении противоположной подаче свежего воздуха. Данное устройство не позволяет эффективно проветривать протяженные тупиковые выработки вследствие ограничения по длине подающего воздух трубопровода.

Известно устройство для подачи воздуха (авторское свидетельство СССР №188439, опубл. 01.11.1966), имеющего участки, соединённые с жёсткими патрубками, которые связаны с вентиляторными и сообщёнными со свободными участками гибкого трубопровода, причём промежуточные гибкие патрубки снабжены параллельными направляющими стержнями, размещёнными внутри патрубков в плоскости их поперечного сечения и выполненными с диаметром, равным диаметру гибкого

трубопровода, и имеющими герметизирующие ободки, расположенные на свободном конце патрубков, внутренний диаметр которых меньше диаметра гибкого трубопровода, при этом свободный конец каждого участка гибкого трубопровода снабжён гибким торцевым кольцом, выполнен с боковыми отверстиями и установлен внутри жесткого промежуточного патрубка на направляющих стержнях с помощью боковых отверстий, прикреплён к стенкам жесткого промежуточного патрубка в двух точках, размещённых диаметрально противоположно и в плоскости, перпендикулярной направляющим стержням.

Недостатками устройства являются наличие гибкого торцевого кольца с боковыми отверстиями, установленными на свободном конце каждого участка гибкого трубопровода, соединение конца каждого участка гибкого трубопровода со стенками жёсткого промежуточного патрубка в двух точках, размещение внутри патрубков в плоскости их поперечного сечения параллельных направляющих стержней. Перечисленные конструктивные элементы, характеризующие данное техническое решение, не позволяют осуществлять оперативное изменение направления перемещения воздушного потока на участке сквозного проветривания тупиковой выработки при изменении положения ее забоя относительно устья.

Известно устройство для проветривания протяженных тупиковых выработок (патент SU №1627721, А1, опубл. 15.02.1991), включающее трубопровод с участками, соединёнными друг с другом через вентиляторы, имеющих корпус, в котором размещено рабочее колесо и кок, имеющие жесткий патрубок, расположенный с всасывающих сторон вентиляторов, окна, окна выполненные на боковой поверхности жестких патрубков, и упругие элементы, закрепленные одним концом на внутренней поверхности жестких патрубков и установленных с возможностью перекрытия окон. В данном патенте уделено внимание конструкции вентиляторов с целью уменьшения аэродинамического сопротивления при движении воздуха через вентиляционный став и, как следствие, повышения эффективности проветривания.

Недостатком данного устройства является ограничение для применения гибких вентиляционных трубопроводов. В результате сплошной конструкции устройства в горной выработке и отсутствии разрывов, а также по причине каскадного расположения вентиляторов по трубопроводу могут возникать зоны вакуумметрического давления, что приведёт к деформации трубопровода внутрь и как следствие к прекращению проветривания выработки.

Известно устройство для принудительного проветривания рабочих мест (патент RU №2816134, С1, опубл. 26.03.2024), принятое за прототип, включающее магистральный воздуховод, вентилятор, систему рассредоточенного размещения патрубков. Вентилятор установлен в смесительной камере напротив места соединения скважины со смесительной камерой. Вентилятор соединен с магистральным воздуховодом. Также устройство содержит заслонку, установленную в смесительной камере с возможностью обеспечения поступления воздуха в зимний период времени из выработки в смесительную камеру. В летний период времени заслонка находится в положении закрыто. На магистральном воздуховоде выполнены отверстия, в которые установлены один конец патрубка. Другой конец установлен в отверстие, которое выполнено в центре U-образного воздуховода. На патрубке установлена с возможностью открывания или закрывания заслонка. U-образный воздуховод установлен сверху над рабочим местом и выполнен в форме полого цилиндра. Концы цилиндра не соединены между собой, образуют щель для подачи воздуха. В магистральном воздуховоде установлены заслонки после каждого патрубка с U-образным воздуховодом, выполненные с возможностью открывания и

закрывания в зависимости от адресной подачи воздуха на рабочее место.

Недостатком данного устройства являются конструктивные особенности не позволяющие эффективно проветривать выработки значительной протяженности в связи с значительными потерями на аэродинамическое сопротивление движению подаваемого воздуха в тупиковую выработку, а именно малое сечение трубопровода, нагнетательная схема подачи воздуха с использованием одного вентилятора, а так же недостаточная производительность по расходу воздуха подаваемого в конец тупиковой выработки.

Техническим результатом является повышение эффективности проветривания, протяжённых тупиковых горных выработок.

Технический результат достигается тем, что вентиляторы местного проветривания (ВМП) соединены с возможностью съема с участками гибкого вентиляционного трубопровода, при этом в конце каждой секции образован технологический разрыв, параметры которого определяют по формуле:

$$\frac{G_{загр}}{G_2} = 6,53 \cdot \left(\frac{G_1}{v_1 \cdot \rho \cdot D_1} \right)^{0,0033} \cdot \left(\frac{G_2}{G_1} \right)^2 \cdot \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^{0,00058} \cdot \left(\frac{L}{D_1} \right)^{0,338}, \text{ где:}$$

$G_{загр}$ - рециркулирующий массовый расход от исходящей струи, кг/с;

G_1 - массовый расход свежей струи от устья выработки, кг/с;

G_2 - массовый расход свежей струи после разрыва труб с учетом рециркуляции, кг/с;

v_1 - кинематическая вязкость воздуха, м²/с;

ρ - плотность воздуха, кг/м³;

D_1 - диаметр трубопровода от устья и после разрыва вентиляционный став, м;

L - расстояние между секциями устройства, м;

D_2 - входной диаметр насадка на ВМП, м,

перед каждым ВМП, за исключением ВМП первой секции, с возможностью съема закреплены насадки, выполненные в форме кольца постоянного или переменного сечения - конфузор или диффузор, с толщиной стенок, выполненной с возможностью выдерживать разрежение воздуха, создаваемое ВМП, следующего за насадкой, без деформации.

Система поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - общий вид устройства;

фиг. 2 - сопряжения секций вентиляционного трубопровода;

фиг. 3 - распределение полей концентраций вредного компонента в области сопряжения участков вентиляционного трубопровода при устоявшемся проветривании, где:

1 - вентилятор местного проветривания (ВМП);

2 - участок гибкого трубопровода;

3 - технологический разрыв между секциями трубопровода;

4 - насадка;

5 - устье тупиковой выработки;

6 - тупиковая часть горной выработки;

7 - свежая воздушная струя;

8 - исходящая воздушная струя;

9 - диаметр вентиляционного трубопровода;

10 - длина технологического разрыва между секциями трубопровода;

11 - входной диаметр насадка.

Система состоит из вентиляторов местного проветривания (ВМП) 1 (Фиг. 1) соединенных разъёмным соединением с участками гибкого вентиляционного трубопровода 2. ВМП 1 и участки гибкого трубопровода 2 крепятся под кровлей выработки путем соединения с крепью горной выработки. ВМП 1 первой секции устанавливаются перед устьем тупиковой выработки 5 на свежей струе воздуха 7. Каждая секция устройства заканчивается технологическим разрывом длиной 10 (Фиг. 2).
 10 Параметры технологического разрыва участка вентиляционного трубопровода определяется по формуле исходя из характеристик воздухопроводов и конфигураций сопряжений.

$G_{загр}$ - рециркулирующий массовый расход от исходящей струи, кг/с;

15 G_1 - массовый расход свежей струи от устья выработки, кг/с;

G_2 - массовый расход свежей струи после разрыва труб с учетом рециркуляции, кг/с;

ν_1 - кинематическая вязкость воздуха, м²/с;

20 ρ - плотность воздуха, кг/м³;

D_1 - диаметр трубопровода от устья и после разрыва вентиляционный став, м;

L - расстояние между секциями устройства, м;

25 D_2 - входной диаметр насадка на ВМП, м.

Перед каждым ВМП 1 за исключением ВМП 1 первой секции с возможностью съема крепятся насадки 4, которые изменяют размеры отверстия на входе в ВМП 1. Насадка 4 выпалена в форме кольца постоянного или переменного сечения - конфузур или диффузур. Насадка выполнена из материала, например металла, с толщиной стенок позволяющей выдерживать разрежение воздуха, создаваемое ВМП 1, следующей за насадкой 4 без деформации.

Система работает следующим образом. ВМП 1 первой секции забирает часть свежего воздуха подаваемого в горные выработки общешахтной вентиляцией и подаёт в устье тупиковой горной выработки 5 через участок гибкого вентиляционного трубопровода 2. По мере увеличения протяженности тупиковой выработки происходит наращивание длины устройства за счёт увеличения количества секций. Вторая и последующая секция устройства подают воздух с минимальными показателями рециркуляции, вытекающего из забоя загрязнённого воздуха в тупиковую часть горной выработки 6. Технологические разрывы 3 между секциями устройства помогают избежать образования зон пониженного давления относительно атмосферного давления воздуха в горной выработке. Данные зоны могут возникнуть перед ВМП 1. Диаметр входного сечения насадка 4 и длина технологического разрыва 10 выбираются с учетом массового расхода воздуха, создаваемого ВМП 1 перед которым крепится насадок 4, таким образом, чтобы минимизировать примешивания загрязненного воздуха 8, который вытекает из забоя с последующей его рециркуляцией в призабойное пространство 6.

Эффективность системы подтверждается математическим моделированием процесса проветривания протяжённой тупиковой горной выработки. Моделирование осуществляется при различных формах и типах насадок на трубопровод, а также при

вариации длин технологического разрыва. Моделирование основывается на трехмерной модели горной выработки. Во всех случаях моделируется выработка круглого сечения площадью 70 м^2 . В выработке помещается вентиляционный став с поперечным сечением $2,5 \text{ м}^2$. Длина технологического разрыва вентиляционного трубопровода варьирует от 1,5, до 2,5 метра. Длина модели 115 метров. Входной диаметр насадок 4 варьирует и принимается равным: 1,5; 2,0; 2,5; 3,5 метров. Температура воздуха в выработанном пространстве равна $24,85 \text{ }^\circ\text{C}$. Массовый расход воздуха в трубе к забою варьирует от 37,675 до 53,75 кг/с. По результатам моделирования можно видеть, что воздушный поток сохраняет показатели скорости движения и наблюдается стабильный процесс перемещения свежего воздуха в области сопряжения участков трубопровода без значительного примешивания загрязнённого воздуха. (Фиг. 3).

Система является эффективным в проветривании протяжённых тупиковых выработок за счёт каскадного рассредоточенного расположения вентиляторов, а также даёт возможность предотвратить образование зон вакуумметрического давления внутри гибкого вентиляционного трубопровода, наличие которых приводит к разрушению трубопровода, что повышает безопасность работ путём снижения вероятности аварийной ситуации в связи с прекращением проветривания тупиковой выработки.

(57) Формула изобретения

Система проветривания протяженных тупиковых выработок, содержащая вентилятор местного проветривания, участки вентиляционного трубопровода, элементы крепления к крепи горной выработки, отличающийся тем, что вентиляторы местного проветривания (ВМП) соединены с возможностью съема с участками гибкого вентиляционного трубопровода, при этом в конце каждой секции образован технологический разрыв, параметры которого определяют по формуле:

$$\frac{G_{\text{загр}}}{G_2} = 6,53 \cdot \left(\frac{G_1}{v_1 \cdot \rho \cdot D_1} \right)^{0,0033} \cdot \left(\frac{G_2}{G_1} \right)^2 \cdot \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^{0,00058} \cdot \left(\frac{L}{D_1} \right)^{0,338}, \text{ где:}$$

$G_{\text{загр}}$ - рециркулирующий массовый расход от исходящей струи, кг/с;

G_1 - массовый расход свежей струи от устья выработки, кг/с;

G_2 - массовый расход свежей струи после разрыва труб с учетом рециркуляции, кг/с;

v_1 - кинематическая вязкость воздуха, $\text{м}^2/\text{с}$;

ρ - плотность воздуха, $\text{кг}/\text{м}^3$;

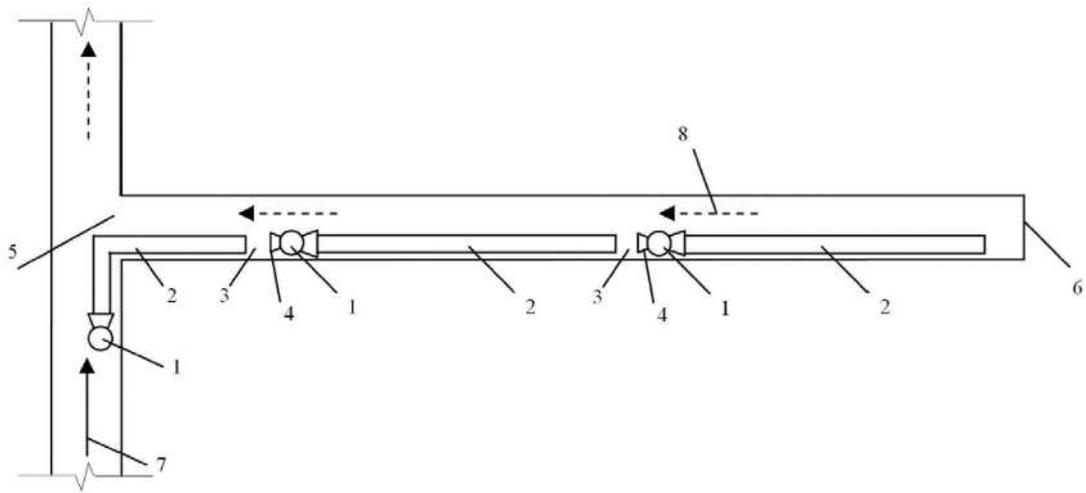
D_1 - диаметр трубопровода от устья и после разрыва вентиляционного става, м;

L - расстояние между секциями устройства, м;

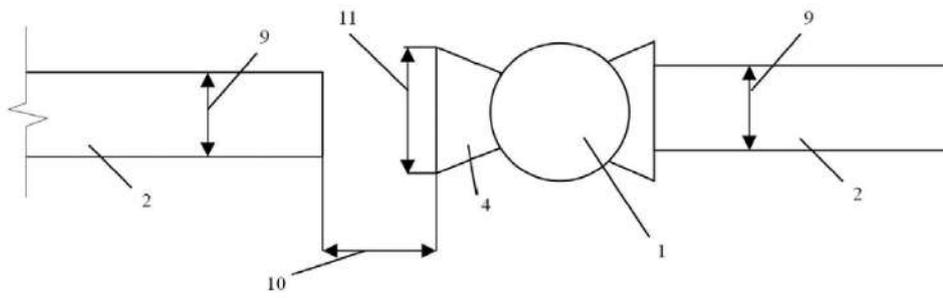
D_2 - входной диаметр насадка на ВМП, м,

перед каждым ВМП, за исключением ВМП первой секции, с возможностью съема закреплены насадки, выполненные в форме кольца постоянного или переменного сечения - конфузор или диффузор, с толщиной стенок, выполненной с возможностью выдерживать разрежение воздуха, создаваемое ВМП, следующим за насадкой, без деформации.

1

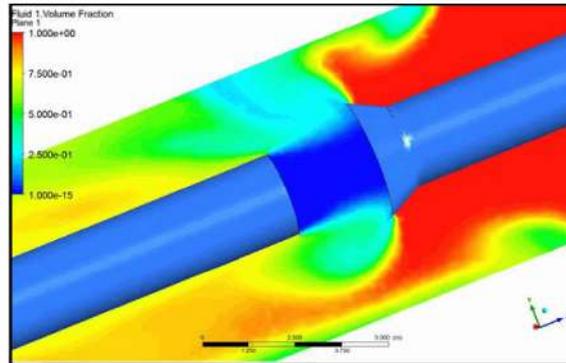


Фиг. 1



Фиг. 2

2



Фиг. 3