

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2797568

### СПОСОБ ВЕНТИЛЯЦИИ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

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

Авторы: *Гендлер Семен Григорьевич (RU), Медова Екатерина Алексеевна (RU)*

Заявка № 2023102671

Приоритет изобретения **07 февраля 2023 г.**

Дата государственной регистрации

в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации **07 июня 2023 г.**

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает **07 февраля 2043 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
E21F 1/00 (2023.02)

(21)(22) Заявка: 2023102671, 07.02.2023

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.02.2023

Дата регистрации:  
07.06.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.02.2023

(45) Опубликовано: 07.06.2023 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,  
ФГБОУ ВО (Санкт-Петербургский ГУ),  
Иванов Михаил Владимирович

(72) Автор(ы):

Гендлер Семен Григорьевич (RU),  
Медова Екатерина Алексеевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2164602 C2, 27.03.2001. SU 901560  
A1, 30.01.1982. RU 2186219 C2, 27.07.2002. RU  
2215157 C1, 27.10.2003. KG 1908 C1, 31.10.2016.  
DE 2433034 A1, 22.01.1976.

## (54) СПОСОБ ВЕНТИЛЯЦИИ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

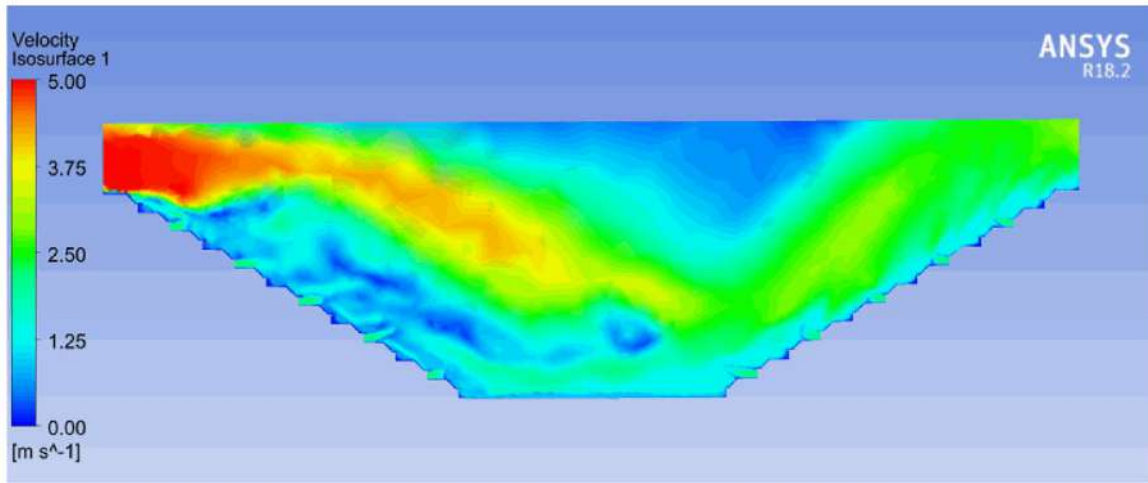
(57) Реферат:

Изобретение относится к области горной промышленности и может быть использовано для вентиляции глубоких карьеров. Техническим результатом является повышение эффективности вентиляции карьерного пространства. Способ включает организацию воздухообмена между атмосферой карьера и окружающей средой путем нагнетания воздуха через подземные горные выработки работой вентиляторных установок. В штольне устанавливают систему фиксации роликов, которая состоит из осей с роликами и направляющих, которые выполнены в форме желобов, помещенных в траншеи, которые

выполнены равными ширине оси и направлены вдоль штольни. В месте сопряжения наклонной выработки и штольни устанавливают вентилятор с изолирующим элементом. Трубопровод выдвигают из штольни по роликам, фиксируют на устье штольни изолирующим элементом. Конец трубы прикрепляют поддерживающим канатом к поверхности борта карьера, осуществляют подачу воздуха до уменьшения концентрации загрязняющих веществ в зоне загрязнения, после подачу воздуха прекращают, а трубопровод задвигают в штольню. 6 ил.

RU  
2 7 9 7 5 6 8  
C 1

RU  
2 7 9 7 5 6 8  
C 1



Фиг. 6

R U 2 7 9 7 6 7 2 8 5 6 8 C 1

R U 2 7 9 7 5 6 8 C 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*E21F 1/00 (2023.02)*

(21)(22) Application: **2023102671, 07.02.2023**

(24) Effective date for property rights:  
**07.02.2023**

Registration date:  
**07.06.2023**

Priority:

(22) Date of filing: **07.02.2023**

(45) Date of publication: **07.06.2023** Bull. № 16

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, FGBOU  
VO (Sankt-Peterburgskij GU), Ivanov Mikhail  
Vladimirovich**

(72) Inventor(s):

**Gendler Semen Grigorevich (RU),  
Medova Ekaterina Alekseevna (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **METHODFOR VENTILATION OF DEEP QUARRIES**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: used for ventilation of deep quarries. The method includes the organization of air exchange between the quarry atmosphere and the environment by forcing air through underground mine workings by the operation of fan units. In the tunnel, a system for fixing the rollers is installed, which consists of axles with rollers and guides, which are made in the form of grooves placed in trenches, which are made equal to the width of the axis and directed along the tunnel. A fan with an insulating element is installed at the junction

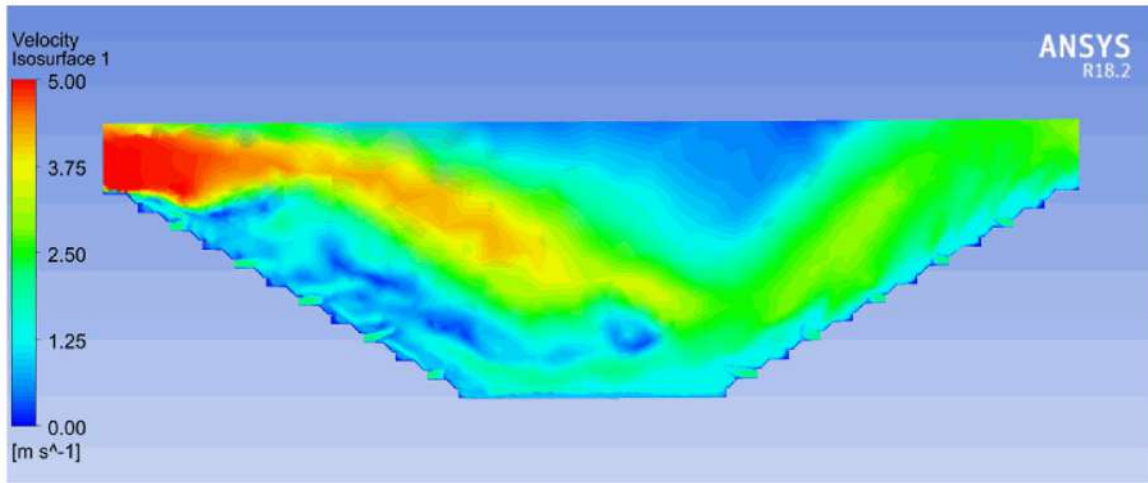
of the inclined working and the tunnel. The pipeline is pulled out of the tunnel along the rollers, fixed at the mouth of the tunnel with an insulating element. The end of the pipe is attached with a support rope to the surface of the quarry wall, air is supplied until the concentration of pollutants in the pollution zone decreases, after which the air supply is stopped, and the pipeline is pushed into the tunnel.

EFFECT: increasing the efficiency of ventilation of the quarry space.

6 dwg

**RU 2 797 568 C1**

**RU 2 797 568 C1**



Фиг. 6

R U 2 7 9 7 6 7 2 8 9 5 6 8 C 1

R U 2 7 9 7 5 6 8 C 1

Изобретение относится к области горной промышленности и может быть использовано для вентиляции глубоких карьеров.

Известен способ вентиляции карьеров конвективными струями (Авторское свидетельство СССР № 1016529, опубл. 07.05.83), создаваемых тепловыми источниками, предусматривающей изменение плотности мощности тепловыделения при обеспечении целостности конвективной струи за счёт перемещения тепловых источников в горизонтальной плоскости циклически по дуге с вариацией её длины,

Недостатком способа является необходимость периодического перемещения в карьерном пространстве тепловых источников, что связано с использованием только мобильных средств.

Известен способ разрушения слоя инверсии температуры воздуха в тропосфере (патент РФ № 2694200, опубл. 2019.07.09), осуществляемый путём использования в качестве источников турбулентности и восходящего потока воздуха тепловыделений от боеприпасов плазменно-оптического действия, доставляемых в область воздействия с помощью скорострельных артиллерийских систем.

Недостатком использования этого способа для проветривания карьеров является существенное снижение безопасности горно-добычных работ, вызванное применением артиллерийских систем.

Известен способ вентиляции глубоких карьеров для искусственного проветривания застойных зон глубоких карьеров (патент RU № 2581644, опубл. 20.04.2016), включающий возведение магистрального вентиляционного канала, связывающего выработанное пространство карьера с окружающей атмосферой, прокладку к застойным зонам карьера дополнительных вентиляционных каналов, соединённых с магистральным каналом, использование принудительной или естественной тяги для создания воздушного потока в магистральном канале, управление которым осуществляют с помощью регулирования величин тепловой депрессии в дополнительных каналах путём изменения мощности теплоотдачи нагревательных элементов.

Недостатками является размещение в горных выработках нагревательных элементов, что увеличивает энергоёмкость системы проветривания карьера, а так же создание сложной системы контроля за величиной и направлением действия естественной тяги, на величину которой, помимо, тепловой депрессии будут влиять метеорологические факторы.

Известен способ проветривания глубоких карьеров (патент РФ № 2560736, опубл. 20.08.2015), включающий удаление загрязнённого воздуха из застойных зон с помощью воздуходувной машины через осевой эластичный канал надувного трубопровода, удерживаемого в выработанном пространстве карьера системой тросов и силой избыточного статического давления внутри надувной стенки трубопровода, и перемещение трубопровода в застойных зонах, при одновременном его наддуве с периферии пылегазовых скоплений к всасывающему отверстию посредством струй свежего воздуха, подаваемого из выпускных отверстий на внешней поверхности надувной стенки трубопровода.

К недостаткам данного способа относится, ограниченность применение только в придонных частях карьерного пространства.

Известен способ вентиляции глубоких карьеров (авторское свидетельство СССР № 636405, опубл. 05.12.1978), включающий подачу воздушного потока с помощью основных и дополнительных заграждений, установленных под углом к борту карьера с его подветренной стороны в зоне раскрытия воздушной струи посредством элементов крепления.

Недостатком данного способа вентиляции глубоких карьеров является значительная зависимость его эффективности от величины и направления скорости ветрового потока на поверхности, изменения которых могут привести к образованию в карьерном пространстве зон с повышенной концентрацией загрязняющих веществ.

5 Известен способ проветривания кимберлитовых карьеров, работающих в многолетнемерзлых породах (патент РФ № 2122121, опубл. 20.11.1998), работающих в многолетнемерзлых массивах горных пород, включающий проведение  
10 вентиляционного ствола на предельную глубину отработки кимберлитовой трубки и восстающего по центру карьера, соединённого с вентиляционным стволом горизонтальной выработкой, а также размещения в месте сопряжения горизонтальной  
выработки и вентиляционного ствола калориферной установки, регулирующей величину естественной тяги, за счёт которой проветривается карьер.

Недостатком данного способа проветривания является значительное количество горных выработок, пройденных на предельную глубину карьера, а также использование  
15 калориферной установки для подогрева воздуха. Все это приводит с одной стороны к повышению затрат на добычу алмазов, а с другой к оттаиванию пород в бортах карьера, что снижает безопасность открытого способа разработки.

Известен способ проветривания карьеров (Пат. РФ 2128289, опубл. 27.03.1999), включающий создание выходящего за пределы карьера потока загрязнённого воздуха  
20 путём нанесения на земную поверхность полосы зачернённого покрытия, идущей от дна карьера до его верхнего края, и изоляции с помощью прилегающей к этой полосе и прозрачной для солнечного света перегородки слоя воздуха для создания потока загрязнённого воздуха, идущего по изолированному слою и выходящего за пределы карьера.

Недостатком данного способа проветривания карьеров следует считать его  
25 значительную зависимость от метеорологических условий на поверхности, в частности интенсивности солнечной инсоляции. Эта не даёт возможности гарантировать стабильный режим циркуляции загрязнённого воздуха, что может привести к образованию в карьерном пространстве зон загрязнений.

30 Известен способ проветривания глубоких карьеров (патент РФ № 2164602, опубл. 27.03.2001), принятый за прототип, включающий вскрытие карьера системой подземных горных выработок и организацию воздухообмена между атмосферой карьера и  
окружающей средой путём нагнетания или отсасывания воздуха через подземные горные выработки работой вентиляторных установок, причем воздухообмен между  
35 атмосферой карьера и подземными горными выработками осуществляют по гибким трубопроводам легче воздуха, которые перемещают в выработанном пространстве карьера.

К недостаткам данного способа следует отнести необходимость сооружения  
40 значительного количества выработок для размещения трубопроводов. Использование для перемещения трубопроводов самоходной техники, на которой закрепляется один из концов гибкого трубопровода. Так как самоходное оборудование перемещается по карьерным дорогам, то это ограничивает возможность аэродинамического воздействия на области карьерного пространства, расположенные на удалении от дорог, в которых образуются отрицательные температурные инверсии, приводящие к образованию зон  
45 рециркуляции или застойных зон, в которых может происходить накопление загрязняющих веществ.

Техническим результатом является повышение эффективности вентиляции карьерного пространства.

Технический результат достигается тем, что в штольне устанавливают систему фиксации роликов, которая состоит из осей с ролики и направляющих, которые выполнены в форме желобов помещенных в траншеи, которые выполнены равными ширине оси и направлены вдоль штольни, в месте сопряжения наклонной выработки и штольни устанавливают вентилятор с изолирующим элементом, трубопровод выдвигают из штольни по роликами фиксируют на устье штольни изолирующим элементом, при этом длину трубопровода выбирают в соответствии с расстоянием до зоны загрязнений от поверхности борта карьера, а конец трубы прикрепляют поддерживающим канатом к поверхности борта карьера, когда вблизи рабочих бортов карьеров образуется зона с концентрацией загрязняющих веществ, которое превышает предельно-допустимое значение осуществляют подачу воздуха, после уменьшения концентрации загрязняющих веществ в зоне загрязнения подачу воздуха прекращают, а трубопровод задвигают в штольню.

Способ поясняется следующими фигурами:

15     фиг. 1 – вертикальный разрез карьера с трубопроводом, выдвигаемым из штольни, для подачи воздуха;

          фиг. 2 – вертикальный разрез сопряжения штольни и наклонной выработки при отсутствии вентиляции

20     фиг. 3 – вертикальный разрез сопряжения штольни и наклонной выработки в режиме проветривания

          фиг. 4 – профильный разрез штольни, в которой установлена система роликов, по которым выдвигается трубопровод;

          фиг. 5 – схема конструкции трубопровода с указанием элементов фиксации системы роликов;

25     фиг. 6 – распределение скоростей воздушного потока в карьерном пространстве при совместной естественной и принудительной вентиляции на момент завершения разработки месторождения, где:

1 – наклонная выработка;

2 – поддерживающий канат;

30     3 – зона загрязнений;

4 – сопряжение штольни и наклонной выработки;

5 – трубопровод;

6 – вентилятор;

7 – изолирующий элемент;

35     8 – ролики;

9 – направляющие для ролика;

10 – поверхность трубы;

11 – ось;

12 – поверхность штольни;

40     13 – траншея;

Способ вентиляции глубоких карьеров реализуется следующим образом. После увеличения глубины карьера до величины, при которой естественная вентиляция уже не обеспечивает распределения температур по глубине с положительным градиентом, для которого характерен самопроизвольный вынос загрязняющих веществ за пределы карьерного пространства. В карьерном пространстве при резком изменении температуры атмосферного воздуха в течение недельного или суточного периодов могут образовываться области с отрицательной температурной инверсией с наличием в них зон загрязнений 3 (Фиг. 1), в которых концентрация загрязняющих веществ превышает



предельно-допустимые значения. Для того чтобы разбавить воздух в этих зонах в них осуществляют принудительную подачу атмосферного воздуха. Результатом этого является превентивное предупреждение накопления загрязняющих веществ.

Для организации принудительной подачи воздуха в горном массиве рабочего борта карьера проходят наклонную выработку 1 (Фиг. 1-3), которую соединяют с карьерным пространством на месте сопряжения наклонной выработки и штольни 4, выходящей на сопряжение откосов и рабочих площадок карьерных уступов. В штольне устанавливают систему фиксации роликов, состоящая из осей 11 (Фиг. 4-5), на которых крепятся ролики 8 на шариковых подшипниках, и направляющих для роликов 9, которые выполнены в форме желобов по ним осуществляют движение ролики 8. Направляющие для роликов 9 помещают в траншеи 13, которые выполнены равными ширине оси 11 и направленные вдоль штольни. В месте сопряжения наклонной выработки и штольни 4 устанавливают вентилятор 6 с изолирующим элементом 7. Трубопровод 5 выдвигают из штольни при организации проветривания зоны загрязнений 3 по роликам 11 и фиксируют на устье штольни с помощью изолирующих элементов 7. Длину трубопровода выбирают в соответствии с расстоянием до зоны загрязнений 3 от поверхности борта карьера. Для снижения прогиба трубы её конец прикрепляют с помощью поддерживающего каната 2 к поверхности борта карьера. Подача воздуха осуществляют в периоды, когда вблизи рабочих бортов карьеров образуется зона, в которой концентрация загрязняющих веществ превышает предельно-допустимое значение. После уменьшения концентрации загрязняющих веществ в зоне загрязнения 3 подачу воздуха прекращают, а трубопровод 5 вновь задвигают в штольню.

Способ поясняется следующими примерами. Было проведено математического моделирования аэротермодинамических процессов при сочетании естественного и принудительного способов проветривания. Для этого рассмотрен карьер глубиной, длиной по простиранию по поверхности – 1400 м, вкrest простирания по поверхности – 700 м, длина по простиранию по дну – 300 м, вкrest простирания по дну – 175 м, углы откоса по лежащему и висячему борту – 55°.

При моделировании естественной вентиляции было принято, что движение воздушных масс происходит в направлении простирания рудной залежи, а именно вдоль оси Y со средней скоростью 5 м/с. Температура воздуха равна 248 К, давление 0,1 МПа, плотностью воздуха 1,2 кг/м<sup>3</sup>.

В результате взаимодействия двух воздушных потоков, вызванных движением воздуха за счёт естественных факторов и принудительной вентиляцией, объем зоны рециркуляции в карьере сокращается до минимальных значений, а средняя скорость воздушного потока устанавливается на уровне 2,0 м/с. (Фиг.6.).

Использование предлагаемого способа вентиляции глубоких карьеров даёт возможность предотвратить образование в карьерном пространстве зон, в которых концентрация загрязняющих веществ превышает предельно-допустимое значение, образующихся в процессе открытой разработки месторождения, путем нагнетания воздуха с последующим его разбавлением по трубопроводам, находящимся в выработках, выходящим на сопряжение откосов и рабочих площадок карьерных уступов.

#### 45 (57) Формула изобретения

Способ вентиляции глубоких карьеров, включающий организацию воздухообмена между атмосферой карьера и окружающей средой путем нагнетания воздуха через подземные горные выработки работой вентиляторных установок, отличающийся тем,

что в штольне устанавливают систему фиксации роликов, которая состоит из осей с роликами и направляющих, которые выполнены в форме желобов, помещенных в траншеи, которые выполнены равными ширине оси и направлены вдоль штольни, в месте сопряжения наклонной выработки и штольни устанавливают вентилятор с 5 изолирующим элементом, трубопровод выдвигают из штольни по роликам, фиксируют на устье штольни изолирующим элементом, при этом длину трубопровода выбирают в соответствии с расстоянием до зоны загрязнений от поверхности борта карьера, а конец трубы прикрепляют поддерживающим канатом к поверхности борта карьера, когда вблизи рабочих бортов карьеров образуется зона с концентрацией загрязняющих 10 веществ, которая превышает предельно допустимое значение, осуществляют подачу воздуха, после уменьшения концентрации загрязняющих веществ в зоне загрязнения подачу воздуха прекращают, а трубопровод задвигают в штольню.

15

20

25

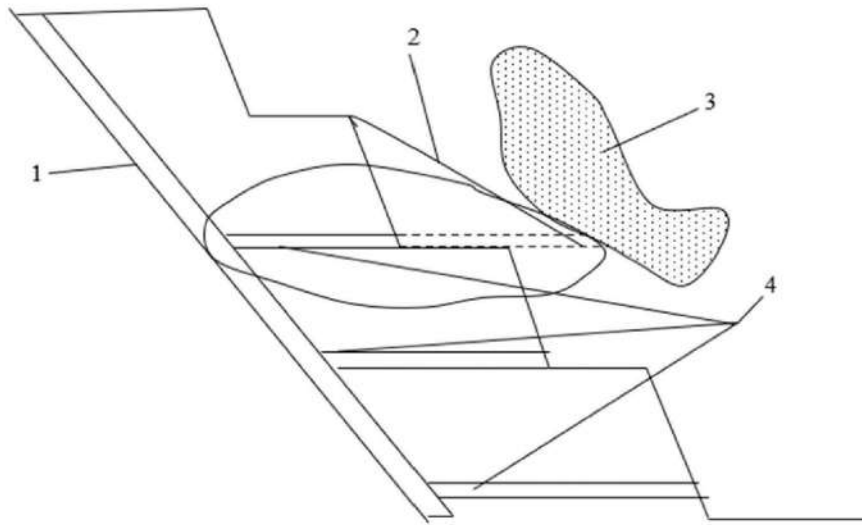
30

35

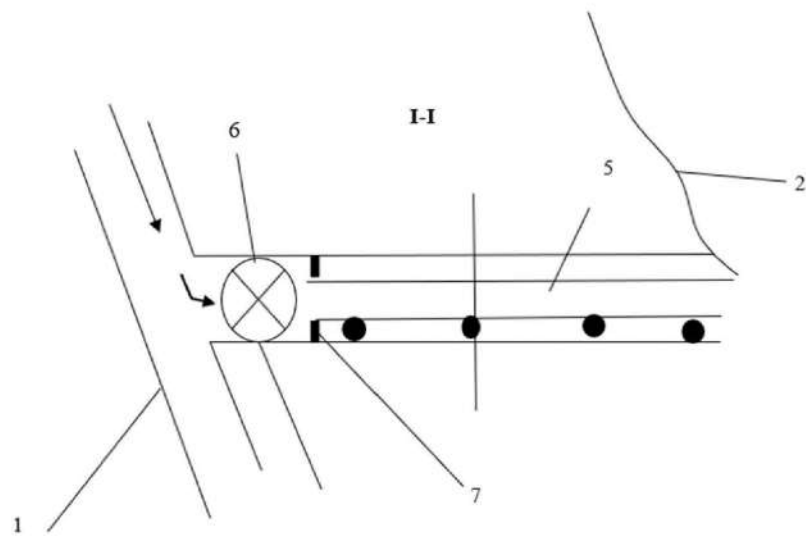
40

45

1

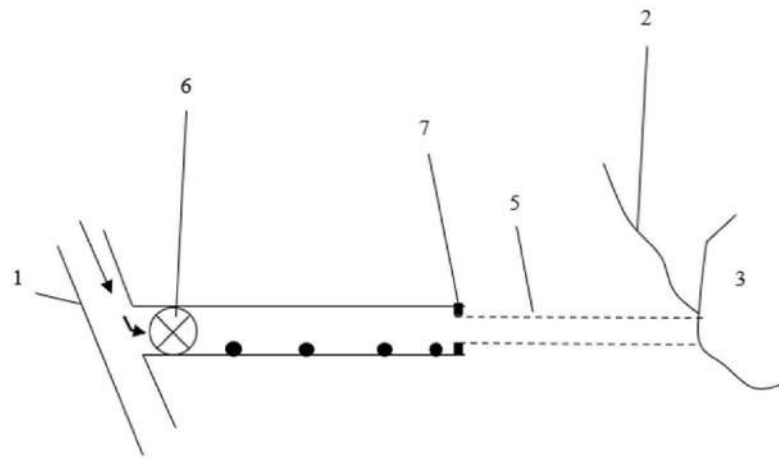


Фиг. 1

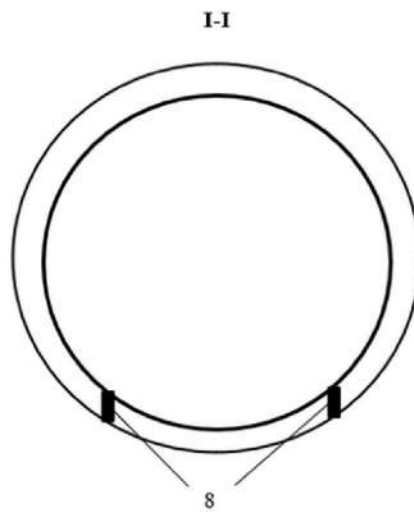


Фиг. 2

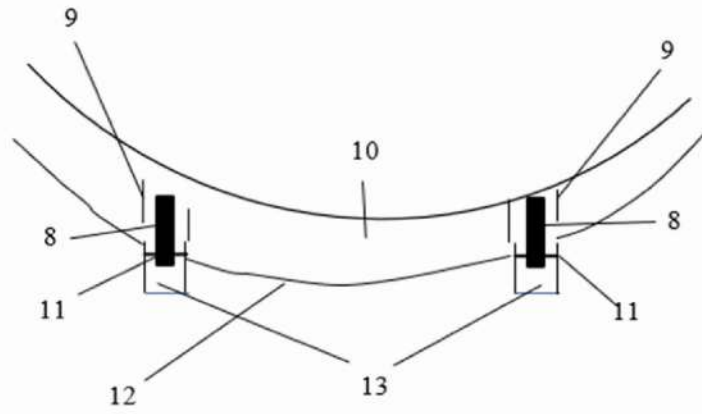
2



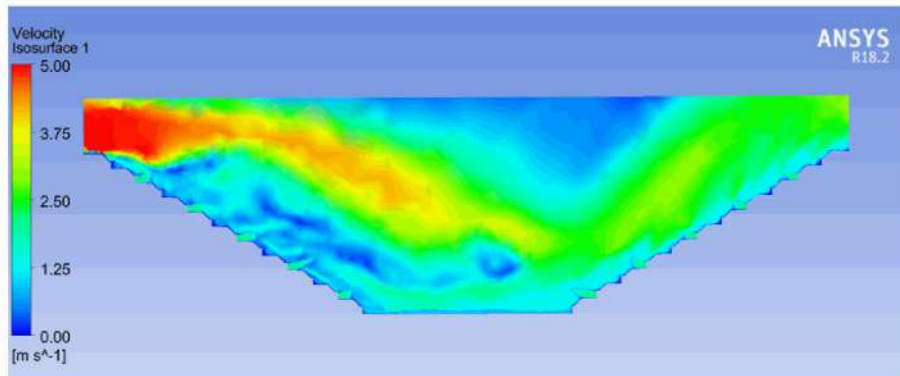
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6