

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2755772

### СПОСОБ РАЗРАБОТКИ БЛИЗКОРАСПОЛОЖЕННЫХ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ РУДНЫХ ТЕЛ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет» (RU)*

Авторы: *Зубов Владимир Павлович (RU), Анисимов Кирилл Артемович (RU)*

Заявка № 2021106653

Приоритет изобретения 15 марта 2021 г.

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации 21 сентября 2021 г.

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает 15 марта 2041 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Ивлиев*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
E21C 41/00 (2021.08)

(21)(22) Заявка: 2021106653, 15.03.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
15.03.2021

Дата регистрации:  
21.09.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 15.03.2021

(45) Опубликовано: 21.09.2021 Бюл. № 27

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

(72) Автор(ы):

Зубов Владимир Павлович (RU),  
Анисимов Кирилл Артемович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования «Санкт-Петербургский горный  
университет» (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: СОКОЛОВ И.В. и др. Обоснование  
толщины предохранительной подушки при  
отработке подкарьерных запасов трубки  
"Удачная" системами с обрушением, журнал  
"Физико-технические проблемы разработки  
полезных ископаемых", N2, 2018, с. 52-62. RU  
2661769 C1, 20.07.2018. RU 2382200 C1,  
20.02.2010. RU 2345219 C1, 27.01.2009. EA  
201290820 A1, 29.03.2013. CN (см. прод.)

## (54) СПОСОБ РАЗРАБОТКИ БЛИЗКОРАСПОЛОЖЕННЫХ АЛМАЗОСодЕРЖАЩИХ РУДНЫХ ТЕЛ

(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при подземной разработке близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел ниже дна карьера. Техническим результатом является повышение безопасности труда и снижение потерь полезного ископаемого. Алмазосодержащие рудные тела ниже дна карьера делят на этажи. До начала отработки первого этажа создают предохранительные рудные подушки из разрыхленной руды, под которыми ведут подземную отработку рудных тел. До начала отработки второго и последующих этажей

производят разрушение прилегающей к выработанному пространству краевой части породного массива путем взрываний зарядов взрывчатых веществ, сопровождающихся сбросом взрывом разрыхленных пород на предохранительную рудную подушку. После отработки последнего этажа под разрыхленными породами производят выпуск руды, содержащейся в предохранительных рудных подушках, при этом выпуск руды производят при определенной толщине слоя разрыхленных пород. 3 ил.

(56) (продолжение):  
104632223 A, 20.05.2015.



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*E21C 41/00 (2021.08)*

(21)(22) Application: **2021106653, 15.03.2021**

(24) Effective date for property rights:  
**15.03.2021**

Registration date:  
**21.09.2021**

Priority:

(22) Date of filing: **15.03.2021**

(45) Date of publication: **21.09.2021** Bull. № 27

Mail address:

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

(72) Inventor(s):

**Zubov Vladimir Pavlovich (RU),  
Anisimov Kirill Artemovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **METHOD FOR DEVELOPING CLOSE-LOCATED DIAMOND-CONTAINING ORE BODIES**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to mining and can be used for underground mining of closely located diamond-bearing ore bodies below the bottom of the open pit. The diamond-bearing ore bodies below the bottom of the open pit are divided into floors. Prior to the start of mining on the first floor, protective ore cushions are created from loosened ore, under which ore bodies are mined underground. Prior to the start of mining the second and subsequent floors, the edge part

of the rock mass adjacent to the mined-out space is destroyed by blasting explosive charges, accompanied by the explosion of loosened rocks on the safety ore cushion. After mining the last floor under the loosened rocks, the ore contained in the safety ore cushions is released, while the ore is released at a certain thickness of the loosened rock layer.

EFFECT: improving labor safety and reducing losses of minerals.

1 cl, 3 dwg

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при подземной разработке близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел.

Известен способ разработки близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел (Патент РФ № 2382200, опубликован 20.02.2010), включающий вскрытие месторождения, одновременную добычу руды открытым способом по обоим рудным телам, перемещение вскрышных пород на дно карьера.

Недостатками данного способа являются значительные объемы вскрышных работ и негативное влияние климатических условий на безопасность и эффективность горных работ.

Известен способ подземной разработки близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел (Статья- Соколов И.В., Смирнова А.А., Антипина Ю.Г., Кульминский А.С.» Отработка подкарьерных запасов трубки «Удачная» в сложных климатических, горно-и гидрогеологических условиях//Горн. Журн-2011.-№1.-С.63-66.), включающий подземную разработку алмазосодержащих рудных тел под дном карьера. Недостатками данного способа является повышенная опасность ведения подземных горных работ в сложных климатических условиях.

Известен способ подземной разработки близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел (Статья Волков Ю.В, Смирнов А.А., Соколов И.В., Антипин Ю.Г. Чаговец Г.А. «Предохранительная подушка при комбинированной разработке кимберлитового месторождения//Комбинированная геотехнология: комплексное освоение и сохранение недр земли: тр. междунар. научн.-техн. конф., г. Екатеринбург, 2009.- Магнитогорск: МГТУ, 2011.-С.34-44), включающий открытую разработку карьером частей алмазосодержащих рудных тел, прилегающих к земной поверхности и подземную разработку участков алмазосодержащих рудных тел, расположенных ниже дна карьера, формирование подвижной предохранительной рудопородной подушки. Недостатками данного способа являются большие потери полезного ископаемого и повышенная опасность ведения подземных горных работ при залегании между близкорасположенными алмазосодержащими рудными телами массива, представленного неустойчивыми трещиноватыми породами.

Известен способ подземной разработки близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел (Статья Коваленко А.А., Тишков М.В. «Оценка подземного способа месторождения трубки «Удачная» с применением системы с самообрушением//Горный информационно-аналитический бюллетень. 2017. №4. С.117-128), включающий открытую разработку карьером частей алмазосодержащих рудных тел, прилегающих к земной поверхности и подземную разработку участков алмазосодержащих рудных тел, расположенных ниже дна карьера, формирование подвижной предохранительной рудопородной подушки. Данная предохранительная подушка плавно опускается по мере понижения уровня горных работ.

Недостатками данного способа являются большие потери полезного ископаемого и повышенная опасность ведения подземных горных работ при залегании между близкорасположенными алмазосодержащими рудными телами массива, представленного неустойчивыми трещиноватыми породами.

Известен способ подземной разработки близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел («Обоснование толщины предохранительной подушки при отработке подкарьерных запасов трубки «Удачная» системами с обрушением» /И.В.Соколов, А.А.Смирнов, Ю.Г.Антипин, И.В.Никитин, М.В.Тишков, журнал «Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых». №2, 2018, с. 52-62.), принятый за прототип, включающий открытую разработку карьером частей алмазосодержащих рудных тел,

прилегающих к земной поверхности и подземную разработку участков алмазосодержащих рудных тел, расположенных ниже дна карьера, деление рудных тел ниже дна карьера на этажи, проходку в этажах транспортных, вентиляционных выработок и нарезных выработок, рыхление буровзрывными работами рудных тел на участках первого этажа, прилегающих к дну карьера, и создание при этом предохранительных рудных подушек, под которыми последовательно в нисходящем порядке ведут подземную отработку этажей, перепуск предохранительных рудных подушек под действием собственного веса с отработываемого этажа на нижерасположенный этаж, выпуск добываемой руды в транспортные выработки, расположенные на нижней границе, отработываемого этажа.

Недостатками данного способа являются большие потери полезного ископаемого и повышенная опасность труда горнорабочих в зонах ведения подземных горных работ при залегании между близкорасположенными алмазосодержащими рудными телами массива, представленного неустойчивыми трещиноватыми породами.

Техническим результатом является повышение безопасности труда горнорабочих в зонах ведения подземных горных работ и снижение потерь полезного ископаемого при разработке близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел при залегании между рудными телами массива, представленного неустойчивыми трещиноватыми породами.

Технический результат достигается тем, что до начала отработки второго этажа производят разрушение, зарядами взрывчатых веществ, прилегающей к выработанному пространству краевой части породного массива выше предохранительной рудной подушки, при этом происходит сброс разрыхленных пород на предохранительную рудную подушку, а до начала отработки третьего и последующих этажей производят разрушение, зарядами взрывчатых веществ, прилегающей к выработанному пространству краевой части породного массива выше разрыхленных пород, которые лежат на предохранительной рудной подушке, при этом происходит сброс разрыхленных пород на предохранительную рудную подушку, после отработки последнего этажа под разрыхленными породами производят выпуск руды, которая содержится в предохранительных рудных подушках, в транспортные подготовительные выработки последнего этажа, при этом выпуск руды, которая содержится в предохранительных рудных подушках, производят при минимальной толщине слоя разрыхленных пород, которая больше предельной толщины слоя разрыхленных пород, при превышении которой исключают отрицательное влияние пород, падающих при разрушении породного массива, который расположен между алмазосодержащими рудными телами, на устойчивость подготовительных выработок последнего этажа и безопасность горных работ при выпуске руды, которая содержится в предохранительных рудных подушках.

Способ поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 – два близкорасположенных алмазосодержащих рудных тела до начала отработки подземным способом первого этажа;

фиг. 2 – схема развития горных работ до начала отработки подземным способом второго этажа;

фиг. 3 – показана схема развития горных работ до начала отработки подземным способом запасов последнего этажа, где:

- 1 – земная поверхность;
- 2 – борт карьера;
- 3 – дно карьера;
- 4 – алмазосодержащее рудное тело;

- 5 – породный массив;
- 6 – предохранительная рудная подушка;
- 7 – высота первого этажа;
- 8 – высота второго этажа;
- 5 9 – высота третьего этажа;
- 10 – высота последнего этажа;
- 11 – толщина предохранительной рудной подушки до начала отработки запасов первого этажа;
- 12 – разрыхленные породы;
- 10 13 – краевая часть породного массива, расположенного между алмазосодержащими рудными телами выше предохранительной рудной подушки;
- 14 – толщина предохранительной рудной подушки после отработки запасов первого этажа;
- 15 15 – минимальная толщина слоя разрыхленных пород;
- 16 – толщина предохранительной рудной подушки после отработки запасов последнего этажа.

Способ осуществляется следующим образом. Участки близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел 4 (Фиг. 1 - 3), прилегающих к земной поверхности 1, отрабатывают открытым способом. Участки близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел 4, расположенных ниже дна карьера 3, отрабатывают подземным способом.

Для отработки алмазосодержащих рудных тел ниже дна карьера 3 их делят на этажи. В качестве примера показаны четыре этажа: высота первого этажа -7, высота второго этажа -8, высота третьего этажа -9, высота последнего этажа -10. В этажах для их отработки проходят подготовительные выработки - транспортные, вентиляционные и нарезные.

До начала отработки первого этажа, высота первого этажа -7, производят рыхление буровзрывными работами алмазосодержащих рудных тел 4 на участках первого этажа, прилегающих к дну карьера 3. При этом создают предохранительные рудные подушки 6 из разрыхленной руды, под которыми последовательно в нисходящем порядке ведут подземную отработку этажей. Т.е. вначале отрабатывают первый этаж, высота первого этажа -7. Затем отрабатывают второй этаж, высота второго этажа 8. После второго этажа отрабатывают третий этаж, высота третьего этажа 9. После третьего этажа отрабатывают последний этаж, высота последнего этажа 10.

Перепуск предохранительных рудных подушек 6 с отрабатываемого этажа на нижерасположенный этаж происходит под действием их собственного веса. Выпуск добываемой руды производят в транспортные выработки отрабатываемого этажа.

До начала отработки второго этажа, высота второго этажа 8, производят разрушение прилегающей к выработанному пространству краевой части породного массива 13 выше предохранительной рудной подушки 6 путем взрывания зарядов взрывчатых веществ, сопровождающихся сбросом взрывом разрыхленных пород 12 на предохранительную рудную подушку 6.

До начала отработки третьего и последующих этажей производят разрушение прилегающей к выработанному пространству краевой части породного массива 13 выше разрыхленных пород 12, лежащих на предохранительной рудной подушке 6, путем взрывания зарядов взрывчатых веществ, сопровождающихся сбросом взрывом разрыхленных пород 12 на предохранительную рудную подушку.

После отработки последнего этажа под разрыхленными породами 12 производят выпуск руды, содержащейся в предохранительных рудных подушках 6, в транспортные

подготовительные выработки последнего этажа, которые располагают, как правило, на нижней границе этажа. При этом выпуск руды, содержащейся в предохранительных рудных подушках 6, производят при минимальной толщине слоя разрыхленных пород 15, больше предельной толщины слоя разрыхленных пород, при превышении которой  
5 исключается отрицательное влияние пород, падающих при разрушении краевой части породного массива 13, на устойчивость подготовительных выработок последнего этажа и безопасность горных работ при выпуске руды, содержащейся в предохранительных рудных подушках 6.

При залегании между близкорасположенными алмазосодержащими рудными телами  
10 4 породного массива 5, представленного неустойчивыми трещиноватыми породами, отработка алмазосодержащих рудных тел приводит к непредсказуемым обрушениям больших масс пород на предохранительную рудную подушку. Высота этих обрушений исчисляется сотнями метров. Обрушения пород приводят к значительным динамическим нагрузкам (ударам) по предохранительной рудной подушке, следствием чего является  
15 потеря устойчивости подготовительных выработок (нарезных, транспортных, вентиляционных и др.), расположенных в обрабатываемом этаже. При динамических ударах наблюдаются повышенные деформации выработок, снижается безопасности труда горнорабочих, находящихся в этих выработках. Повышенная опасность горных работ связана также с воздействием на работников шахты воздушных волн,  
20 возникающих при падении больших масс породы на предохранительную рудную подушку. Опасными для людей являются перепады давления в воздушной струе более 20кПа и скорости движения воздуха более 15м/с.

Реализация указанной выше совокупности существенных признаков позволяет повысить безопасность труда и снизить потери полезного ископаемого при залегании  
25 между близкорасположенными алмазосодержащими рудными телами массива, представленного неустойчивыми трещиноватыми породами.

Повышение безопасности подземных горных работ при реализации заявляемого способа достигается за счет управляемого обрушения породного массива 5 с  
30 использованием буровзрывных работ и создания на предохранительной рудной подушке 6 дополнительного защитного слоя из разрыхленных пород 12.

Уменьшение потерь полезного ископаемого при использовании заявляемого способа достигается за счет выпуска руды, содержащейся в предохранительных рудных подушках 6 (Фиг.3), после отработки последнего этажа.

Необходимые для реализации заявляемого способа параметры буровзрывных работ,  
35 при которых обеспечивается управляемое разрушение краевой части породного массива 13 и сброс разрыхленных пород взрывом на предохранительную рудную подушку, толщину предохранительной рудной подушки, а также минимальную толщину слоя разрыхленных пород 15 определяют с учетом конкретных горно-геологических условий с использованием известных методов шахтных, лабораторных или аналитических  
40 исследований.

Способ поясняется следующим примером. Разрабатываются подземным способом ниже дна карьера два близкорасположенных алмазосодержащих рудных тела 4, между которыми находится породный массив 5, представленный неустойчивыми породами.

Алмазосодержащие рудные тела 4 ниже дна карьера делят на этажи высотой 100м.  
45 До начала отработки первого этажа производят рыхление буровзрывными работами участков рудных тел, прилегающих к дну карьера 3, и создают при этом предохранительные рудные подушки 6 толщиной 30 м, под защитой которых в нисходящем порядке ведут отработку этажей.

Масса падающих породных блоков, образующихся при разрушении породного массива 5, достигает от 8 до 12 тонн и более, высота их падения составляет 300 м.

Масса алмазосодержащей руды, заключенной в одной предохранительной рудной подушке 6, к моменту завершения отработки последнего этажа превышает 4 млн. тонн.

5 По данным лабораторных и аналитических исследований предельная толщина слоя разрыхленных пород, при превышении которой исключается отрицательное влияние пород, падающих при разрушении краевой части породного массива 13, на устойчивость подготовительных выработок последнего этажа и безопасность горных работ при выпуске руды, содержащейся в предохранительных рудных подушках 6 составляет  
10 25м.

Выпуск руды, содержащейся в предохранительных рудных подушках 6, производят при минимальной толщине слоя разрыхленных пород 15 равной 30м.

15 Применение заявляемого способа в рассматриваемых условиях позволяет повысить безопасность горных работ при отработке близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел и дополнительно добыть более 8 млн. тонн алмазосодержащей руды.

Заявляемый способ предназначен, для использования при подземной разработке близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел. Возможно также использование данного способа при подземной разработке одиночных алмазосодержащих рудных тел, расположенных в весьма неустойчивых трещиноватых породах.

20

#### (57) Формула изобретения

Способ разработки близкорасположенных алмазосодержащих рудных тел, включающий открытую разработку карьером частей алмазосодержащих рудных тел, прилегающих к земной поверхности, и подземную разработку участков  
25 алмазосодержащих рудных тел, расположенных ниже дна карьера, деление рудных тел ниже дна карьера на этажи, проходку в этажах транспортных, вентиляционных выработок и нарезных выработок, рыхление до начала отработки первого этажа буровзрывными работами алмазосодержащих рудных тел на участках первого этажа, прилегающих к дну карьера, и создание при этом предохранительных рудных подушек,  
30 под которыми последовательно в нисходящем порядке ведут подземную отработку этажей, перепуск предохранительных рудных подушек под действием собственного веса с отработываемого этажа на нижерасположенный этаж, выпуск добываемой руды в транспортные выработки отработываемого этажа, отличающийся тем, что до начала отработки второго этажа производят разрушение, зарядами взрывчатых веществ,  
35 прилегающей к выработанному пространству краевой части породного массива выше предохранительной рудной подушки, при этом происходит сброс разрыхленных пород на предохранительную рудную подушку, а до начала отработки третьего и последующих этажей производят разрушение, зарядами взрывчатых веществ, прилегающей к выработанному пространству краевой части породного массива выше разрыхленных  
40 пород, которые лежат на предохранительной рудной подушке, при этом происходит сброс разрыхленных пород на предохранительную рудную подушку, после отработки последнего этажа под разрыхленными породами производят выпуск руды, которая содержится в предохранительных рудных подушках, в транспортные подготовительные выработки последнего этажа, при этом выпуск руды, которая содержится в  
45 предохранительных рудных подушках, производят при минимальной толщине слоя разрыхленных пород, которая больше предельной толщины слоя разрыхленных пород, при превышении которой исключают отрицательное влияние пород, падающих при разрушении породного массива, который расположен между алмазосодержащими



рудными телами, на устойчивость подготовительных выработок последнего этажа и безопасность горных работ при выпуске руды, которая содержится в предохранительных рудных подушках.

5

10

15

20

25

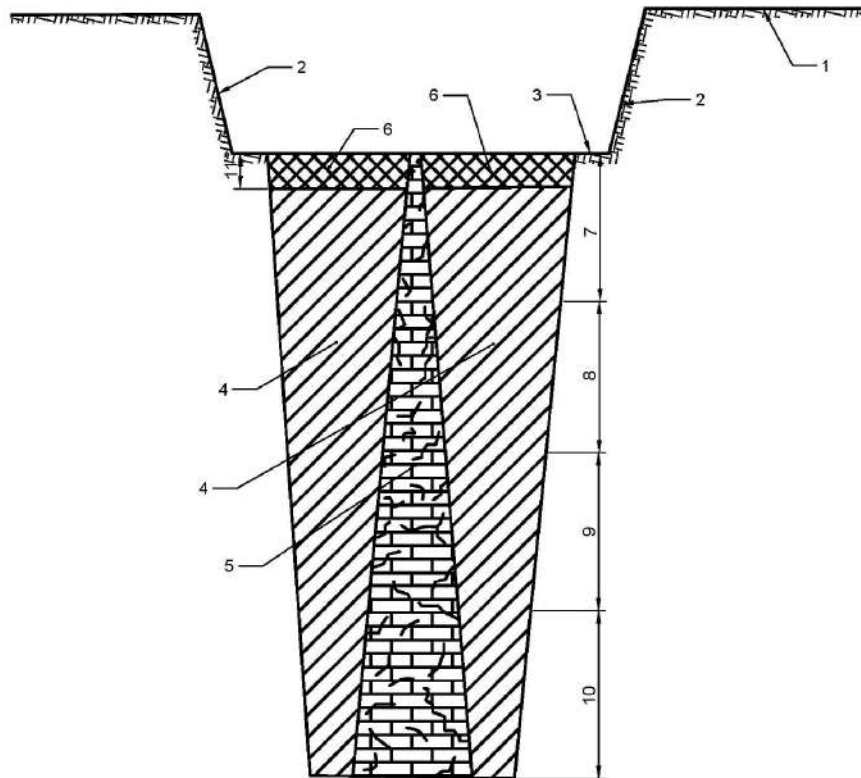
30

35

40

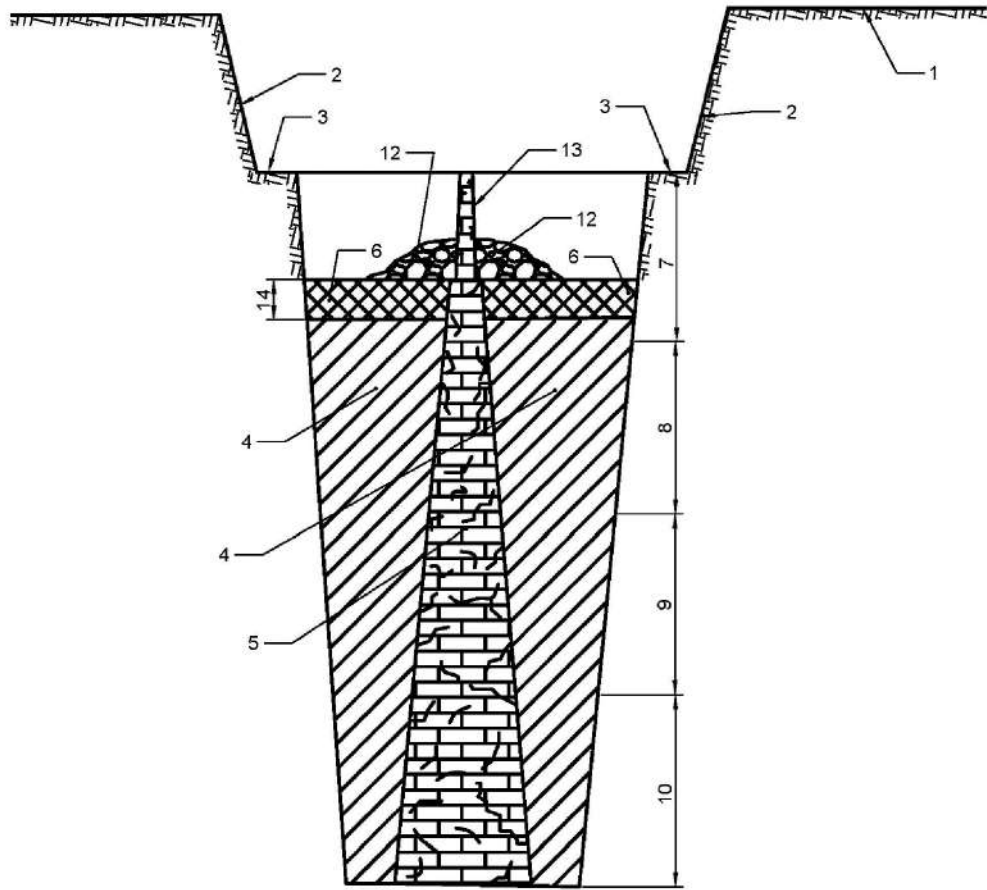
45

1

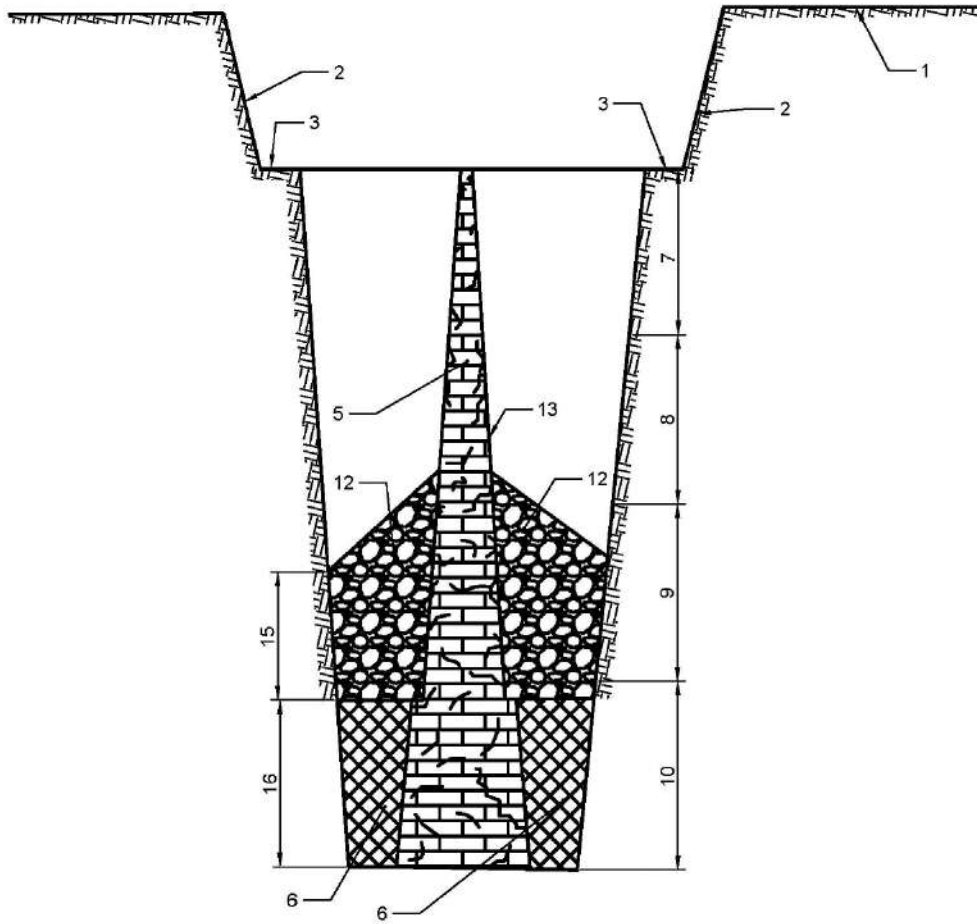


Фиг. 1

2



Фиг. 2



Фиг. 3