

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2735173

СПОСОБ ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ ДЛИННЫМИ СТОЛБАМИ

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

Авторы: *Громцев Кирилл Владимирович (RU),
Ковальский Евгений Ростиславович (RU)*

Заявка № 2020114845

Приоритет изобретения 27 апреля 2020 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 28 октября 2020 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 27 апреля 2040 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





(51) МПК
E21C 41/16 (2006.01)
E21D 19/02 (2006.01)
E21F 15/02 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21C 41/16 (2020.08); E21D 19/02 (2020.08); E21F 15/02 (2020.08)

(21)(22) Заявка: 2020114845, 27.04.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 27.04.2020

Дата регистрации:
 28.10.2020

Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: 27.04.2020

(45) Опубликовано: 28.10.2020 Бюл. № 31

Адрес для переписки:
 199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
 Пашкевич Мария Анатольевна

(72) Автор(ы):
 Громцев Кирилл Владимирович (RU),
 Ковальский Евгений Ростиславович (RU)

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

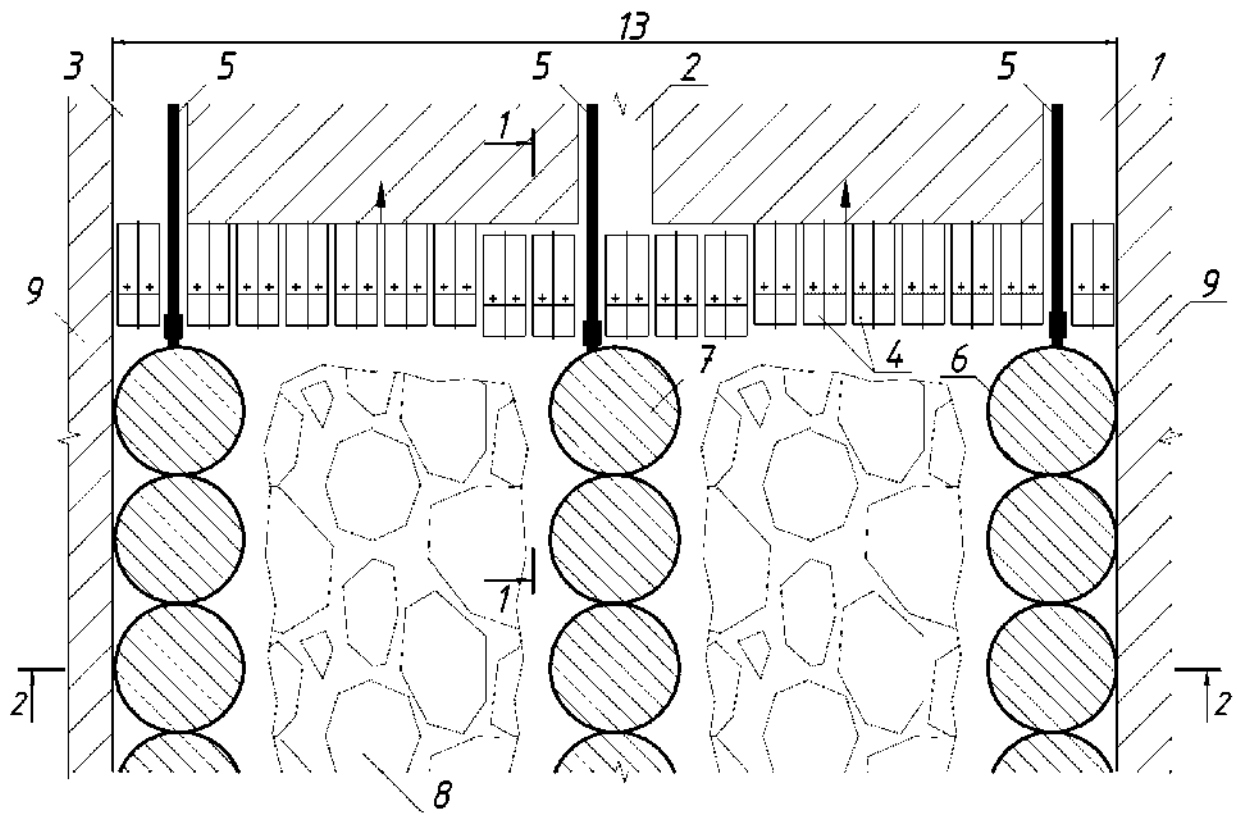
(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: Инструкция по применению систем
 разработки на Старобинском месторождении.
 ОАО "Беларуськалий". Научно-
 производственное унитарное предприятие
 "Институт горного дела". Солигорск-Минск,
 2018, с.60. SU 909173 A1, 28.02.1982. SU 1836559
 A3, 23.08.1993. RU 2246618 C1, 20.02.2005. RU
 2325528 C1, 27.05.2008. CN 102852552 A,
 02.01.2013. CN 108223006 A, (см. прод.)

(54) СПОСОБ ЗАКЛАДКИ ВЫРАБОТАННОГО ПРОСТРАНСТВА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОЛОГИХ ПЛАСТОВ ДЛИННЫМИ СТОЛБАМИ

(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при разработке пологих калийно-магниевого и угольных пластов очистными забоями, оборудованными механизированными комплексами. Способ решает задачу повышения безопасности ведения горных работ в условиях подработки водозащитной толщи (ВЗТ) за счёт исключения образования водопроводящих каналов между пластом и водоносным горизонтом путём формирования в выработанном пространстве лав закладочных массивов из гидрозакладочной смеси, размещаемой в резервуарах цилиндрической формы, выполненных из гидроизоляционного материала. При подготовке столба производится опережающая проходка необходимого количества закладочных штреков

в пределах выемочного участка. В конвейерном, вентиляционном и закладочных штреках монтируются закладочные трубопроводы для доставки твердеющей гидрозакладочной смеси в резервуары, располагаемые в выработанном пространстве лавы. Закладочные трубопроводы по мере подвигания лавы демонтируются. Резервуары с твердеющей гидрозакладочной смесью располагаются в выработанном пространстве в виде полос перпендикулярных забою лавы. Применение гидрозакладочной смеси позволяет обеспечить необходимые прочностные характеристики закладочных массивов, а размещение закладки в гидроизоляционных резервуарах позволяет обеспечивать сохранение заданной формы при заполнении их на высоту выработанного пространства. 7 ил., 1 табл.



Фиг. 1

(56) (продолжение):
 29.06.2018. CN 209687537 U, 26.11.2019.

RU 2735173 C1

RU 2735173 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
E21C 41/16 (2006.01)
E21D 19/02 (2006.01)
E21F 15/02 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E21C 41/16 (2020.08); E21D 19/02 (2020.08); E21F 15/02 (2020.08)

(21)(22) Application: **2020114845, 27.04.2020**

(24) Effective date for property rights:
27.04.2020

Registration date:
28.10.2020

Priority:

(22) Date of filing: **27.04.2020**

(45) Date of publication: **28.10.2020** Bull. № 31

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
Pashkevich Mariya Anatolevna**

(72) Inventor(s):

**Gromtsev Kirill Vladimirovich (RU),
Kovalskii Evgenii Rostislavovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **METHOD FOR FILLING OF MINED-OUT SPACE DURING DEVELOPMENT OF GENTLY SLOPING BEDS WITH LONG PILLARS**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to mining and can be used in development of gently sloping potassium-magnesium and coal beds by mining faces equipped with mechanized complexes. Method solves problem of improving safety of mining operations under conditions of underwater protection of formation due to exclusion of formation of water-conducting channels between formation and water-bearing horizon by formation in lined space of lavas of stowing massifs of hydraulic setting mixture arranged in reservoirs of cylindrical shape, made of waterproofing material. When preparing the pole, advanced advance of the required number of steep gates is performed within the

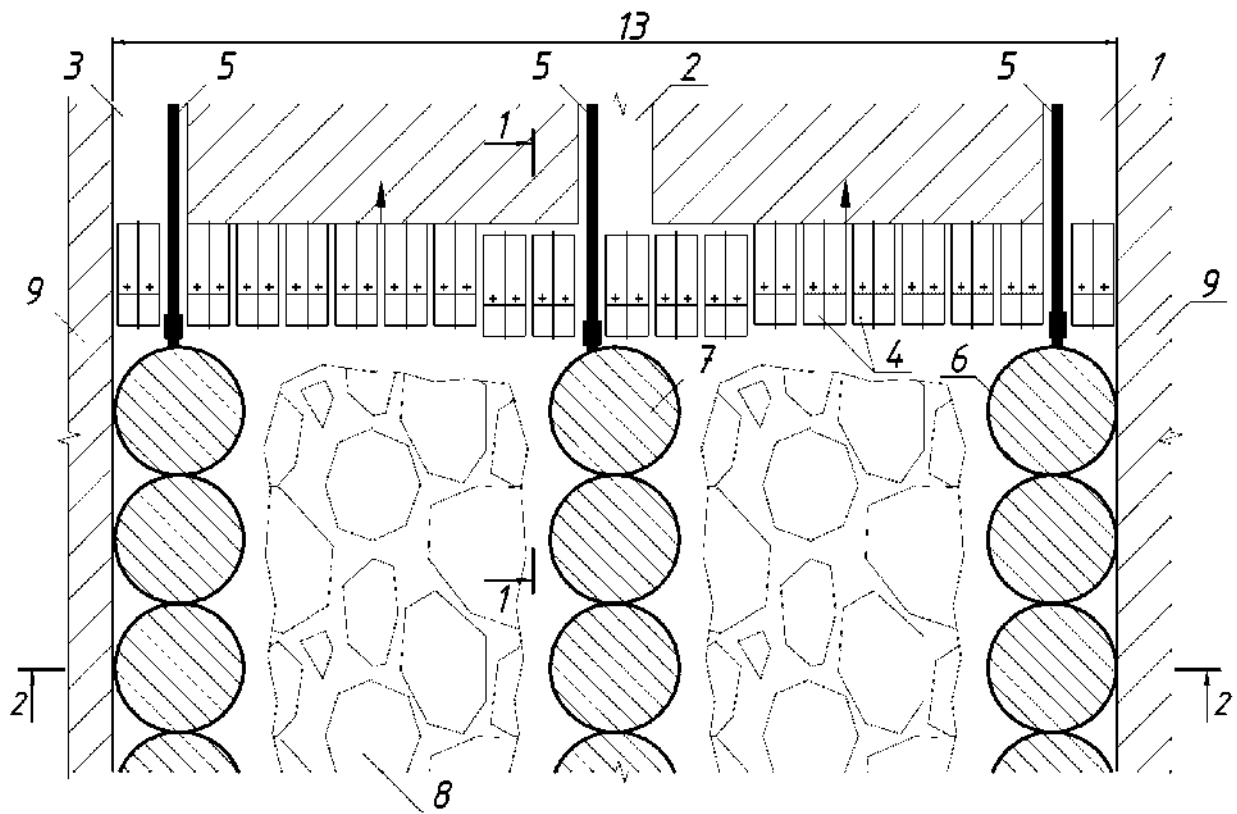
extraction section. Filling pipelines are installed in conveyor, ventilation and filling drifts for delivery of hardening water-laying mixture into reservoirs located in lava work-out area. Laying pipelines are dismantled as far as lava moves. Reservoirs with hardening hydraulic-setting mixture are arranged in worked-out space in the form of strips perpendicular to face of lava.

EFFECT: application of hydraulic setting mixture allows to provide required strength characteristics of backfilling massifs, and placement of tab in waterproofing reservoirs allows to ensure preservation of specified shape at their filling to height of worked-out space.

1 cl, 7 dwg, 1 tbl

RU 2 735 173 C1

RU 2 735 173 C1



Фиг. 1

RU 2735173 C1

RU 2735173 C1

Изобретение относится к горной промышленности и может быть использовано при разработке пологих калийно-магниевого и угольных пластов очистными забоями, оборудованными механизированными комплексами.

Известен способ полной механизированной закладки выработанного пространства лав на угольных шахтах Китая (<https://www.researchgate.net/publication/273494679>) Jixiong Zhang. Surface subsidence control theory and application to backfill coal mining technology), включающий создание позади лавы закладочного массива в виде полос закладочного материала, перпендикулярных забою лавы.

Недостатком данного способа является создание закладочного массива в виде полос из насыпного материала, не обеспечивающего заданной несущей способности, а значит, и не исключающей образования водопроводящих каналов между пластом и водоносным горизонтом. Это снижает безопасность ведения горных работ в условиях подработки водоносных горизонтов.

Известен способ управления труднообрушаемой кровлей (патент RU 2177546, 27.12.2001). Способ включает создание позади лавы закладочного массива в виде полос закладочного материала, перпендикулярных и параллельных забою лавы.

Недостатком данного способа является низкая несущая способность закладочных массивов, поскольку полосы закладочного материала выкладываются из пустой породы с помощью метателя закладочной установки, что повышает риски образования водопроводящих каналов. Это снижает безопасность ведения горных работ в условиях подработки водоносных горизонтов.

Известен способ управления труднообрушаемой кровлей (патент RU 2246618, 20.02.2005). Способ включает создание позади лавы закладочного массива в виде полос закладочного материала, перпендикулярных забою лавы и полную закладку выработанного пространства между центральной бутовой полосой и бутовой полосой со стороны массива.

Недостатком данного способа является высокие риски образования водопроводящих каналов между пластом и водоносным горизонтом, так как полосы закладочного материала выкладываются из пустой породы с помощью метателя закладочной установки, а полная закладка между сформировавшимися полосами производится только в выработанном пространстве полулавы и выступает в роли целика для повторного использования подготовительной выработки для смежного столба. Это снижает безопасность ведения горных работ в условиях подработки водоносных горизонтов.

Известен способ управления труднообрушаемой кровлей (патент RU 2325528, 27.05.2008). Способ включает создание позади лавы закладочного массива в виде полос закладочного материала, перпендикулярных забою лавы.

Недостатком данного способа является низкая несущая способность закладочных массивов, поскольку полосы закладочного материала выкладываются из пустой породы с помощью метателя закладочной установки, а также производится дополнительная выемка полезного ископаемого из целиков, что повышает риски образования водопроводящих каналов. Это снижает безопасность ведения горных работ в условиях подработки водоносных горизонтов.

Известен способ закладки выработанного пространства бутовыми полосами при разработке пологих калийно-магниевого пластов очистными забоями, оборудованными механизированными комплексами на рудниках (Инструкция по применению систем разработки на Старобинском месторождении с. 60 // ОАО «Беларуськалий» // Научно-производственное унитарное предприятие «Институт горного дела» / Солигорск-Минск,

2018 – 196 с.), принимаемый за прототип. Способ состоит в опережающей проходке закладочных штреков в пределах выемочного участка, выемке пласта длинным забоем, оборудованным механизированным комплексом, создании позади лавы закладочного массива в виде полос закладочного материала, перпендикулярных забоем лавы.

5 Недостаток способа состоит в низкой безопасности ведения горных работ в условиях подработки водоносных горизонтов, поскольку повышает риски образования водопроводящих каналов между пластом и водоносным горизонтом из-за того, что полосы выкладываются из пустой породы, не обеспечивающей необходимую несущую способность закладочного массива.

10 Техническим результатом является повышение безопасности ведения горных работ в условиях подработки водоносных горизонтов путём исключения образования водопроводящих каналов между пластом и водоносным горизонтом.

Технический результат достигается тем, что в выработанное пространство выемочного столба закладочный материал подают в виде твердеющей гидрозакладочной смеси, которую размещают в резервуары цилиндрической формы, выполненные из гидроизоляционного материала и обеспечивающие сохранение заданной формы при
15 заполнении их на высоту выработанного пространства, при этом состав твердеющей гидрозакладочной смеси подбирают в соответствии с рассчитанной деформацией кровли и необходимой несущей способностью закладочного массива, которая исключает
20 образование водопроводящих каналов для обеспечения безопасности подработки водозащитной толщи (ВЗТ), а время достижения требуемой несущей способности закладочного массива в соответствии со скоростью подвигания забоя для исключения остановок комбайна и потери производительности.

Способ закладки выработанного пространства при разработке пологих пластов
25 длинными столбами поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 – схема закладки выработанного пространства за механизированным комплексом в виде полос из резервуаров;

фиг. 2 – схема расположения закладочных массивов в выработанном пространстве за механизированным комплексом;

30 фиг. 3 – схема распределения высоты зоны трещинообразования над выработанным пространством;

фиг. 4 – свод обрушения (зона развития растягивающих вертикальных деформаций) после отработки всех пластов в свите без закладки;

35 фиг. 5 – своды обрушения (зона развития растягивающих вертикальных деформаций) после выемки всех пластов в свите с механизированной закладкой выработанного пространства в форме полос из сыпучего материала;

фиг. 6 – своды обрушения (зона развития растягивающих вертикальных деформаций) после выемки всех пластов в свите с закладкой выработанного пространства в форме полос из резервуаров с закладочным материалом в виде твердеющей гидрозакладочной
40 смеси;

фиг. 7 – диаграмма величин распространения зоны водопроводящих трещин над краевой частью межстолбового целика при различных параметрах закладки; где:

1 – конвейерный штрек;

2 – закладочный штрек;

45 3 – вентиляционный штрек;

4 – секции крепи;

5 – закладочный трубопровод;

6 – резервуар цилиндрической формы;

- 7 – твердеющая гидрозакладочная смесь;
- 8 – выработанное пространство;
- 9 – барьерный целик;
- 10 – продуктивный пласт;
- 5 11 – почва;
- 12 – кровля;
- 13 – длина лавы;
- 14 – мощность пласта;
- 15 – высота свода обрушения без применения закладки;
- 10 16 – высота свода обрушения с закладкой в виде резервуаров;
- 17 – геологическая мощность водозащитной толщи (ВЗТ);
- 18 – расчетная мощность ВЗТ.

Способ закладки выработанного пространства при разработке пологих пластов длинными столбами осуществляется следующим образом. Выемка пласта производится

15 длинным забоем, оборудованным механизированным комплексом. При подготовке столба производится опережающая проходка необходимого количества закладочных штреков 2 в пределах выемочного участка (фиг. 1). В конвейерном штреке 1, вентиляционном штреке 3 и закладочных штреках 2 монтируются закладочные трубопроводы 5 для доставки твердеющей гидрозакладочной смеси 7 в резервуары

20 цилиндрической формы 6, располагаемые в выработанном пространстве лавы. Закладочные трубопроводы 5 по мере подвигания лавы демонтируются. Твердеющая гидрозакладочная смесь 7 подается в резервуары 6, которые крепятся в виде рулона к секциям крепи 4 со стороны выработанного пространства или доставляются поштучно в свернутом виде по мере необходимости (фиг. 2). Резервуары 6 с твердеющей

25 гидрозакладочной смесью 7 располагаются в выработанном пространстве в виде полос перпендикулярных забою лавы. Резервуары 6 должны быть выполнены из гидроизоляционного материала и обеспечивать сохранение заданной формы при заполнении их на высоту выработанного пространства 8. За то время пока заполняется ближайший к забою резервуар 6, предыдущий, заполненный, набирает прочность.

30 Состав твердеющей гидрозакладочной смеси 7 подбирают в соответствии с рассчитанной деформацией кровли 12 и необходимой несущей способностью закладочного массива, которая исключает образование водопроводящих каналов, для обеспечения безопасности подработки водозащитной толщи (ВЗТ), а время достижения требуемой несущей способности закладочного массива в соответствии со скоростью подвигания

35 забоя для исключения остановок комбайна и потери производительности. Тем самым к тому моменту, когда происходит контакт закладочного массива с породами кровли 12, закладочный массив имеет необходимые прочностные свойства.

Таким образом, изготовление закладочного массива в виде полос из резервуаров цилиндрической формы из гидроизоляционного материала, заполненных твердеющей

40 гидрозакладочной смесью с обеспечением необходимых характеристик несущей способности, исключающей образование водопроводящих каналов, обеспечивает достижение поставленной цели – повышение безопасности подработки ВЗТ (фиг. 3).

Способ поясняется следующими примерами. Для оценки напряженно-деформированного состояния вмещающих пород при выемке продуктивных пластов

45 длинными очистными забоями с управлением кровлей путем закладки выработанного пространства разработана горно-геомеханическая модель. В моделях сделано допущение о том, что массив подчиняется упругопластическому закону Кулона-Мора. Свойства массива по всему разрезу одинаковы. При выемке продуктивных пластов и при

опускании пород кровли на почву выработанного пространства возникают силы сцепления.

В качестве горно-геологических условий залегания продуктивных пластов приняты следующие условия: количество разрабатываемых пластов – 4; нумерация пластов – с 5 снизу вверх; порядок отработки – нисходящий; залегание пластов – горизонтальное; лавы и межстолбовые целики расположены на разных пластах соосно; вынимаемая мощность первого пласта $m_1 = 2$ м; вынимаемая мощность второго пласта $m_2 = 4$ м; вынимаемая мощность третьего пласта $m_3 = 2$ м; вынимаемая мощность четвертого 10 пласта $m_4 = 2$ м; суммарная вынимаемая мощность $m = 10$ м; мощность междупластья между первым и вторым пластами $M_{2-1} = 4$ м; мощность междупластья между вторым и третьим пластами $M_{3-2} = 2$ м; мощность междупластья третьим и четвертым пластами $M_{4-3} = 10$ м; глубина залегания кровли верхнего отработываемого пласта (m_4) $H =$ 15 1100 м; геологическая мощность ВЗТ $H_{ВЗТ} = 350$ м; модуль Юнга вмещающих пород и пластов 10000 МПа; коэффициент Пуассона вмещающих пород и пластов 0,3; предел прочности на растяжение вмещающих пород и пластов 1,0 МПа; сцепление вмещающих пород и пластов 5 МПа; угол внутреннего трения вмещающих пород и пластов 30°; 20 длина лав на отработываемых пластах одинакова и составляет $L = 300$ м; ширина межстолбовых целиков $B = 60$ м.

При моделировании закладки выработанного пространства лав закладочными массивами в форме полос, их количество на длину лавы 300 м принято равным пяти. Полосы распределены по длине лавы на одинаковых интервалах. Ширина полос a 25 принята по аналогии с рудниками Старобинского месторождения и составляет: у бортовых штреков – 10 м, у закладочных штреков в поле лавы – 20 м. Расстояние между полосами в таком случае определится величиной 55 м.

На фигурах 4-6 показаны зоны развития вертикальных растягивающих деформаций (зоны расслоения) над выработанным пространством лав. Данные области можно 30 интерпретировать как области формирования водопроводящих трещин.

В случае отработки без закладки они составляют порядка ~226 м по высоте над верхнем отработываемым пластом (фиг. 4). При отработке с механизированной закладкой выработанного пространства в форме полос из сыпучего материала составляют порядка ~188 м по высоте над верхнем отработываемым пластом (фиг. 5). 35 При отработке с закладкой выработанного пространства в форме полос из резервуаров с закладочным материалом в виде твердеющей гидрозакладочной смеси составляют порядка ~160 м по высоте над верхнем отработываемым пластом (фиг. 6). Размеры сводов обрушения по порядку величин совпадают с результатами аналитических расчетов (фиг. 7, таблица 1).

40 Таблица 1 – Высота распространения зоны водопроводящих трещин при разных параметрах закладки

	Суммарная вынимаемая мощность, м	Высота распространения ЗВТ над кровлей верхнего отработываемого пласта, м		
		Без закладки	Породные полосы из сыпучего материала	Полосы из резервуаров с гидравлической закладкой
После отработки 1 пласта верхнего	2.0	186	117	92
После отработки 2 пласта	4.0	193	154	124
После отработки 3 пласта	8.0	226	175	153
После отработки 4 пласта нижнего	10.0	226	188	160

При реализации заявляемого способа затвердевшие закладочные массивы имеют низкую пористость, что снижает усадку закладочных массивов и сохраняют форму после набора прочностных характеристик. Использование заявляемого способа закладки выработанного пространства при разработке пологих пластов длинными столбами
5 позволяет снизить высоту зоны водопроводящих трещин и повысить безопасность подработки водозащитной толщи (ВЗТ), что подтверждают результаты аналитических расчётов и моделирования.

Необходимые для реализации заявляемого способа параметры, а именно, количество полос из резервуаров, ширина полосы (диаметр резервуара), расстояния между полосами
10 определяют с использованием известных методов шахтными, лабораторными или аналитическими исследованиями.

(57) Формула изобретения

Способ закладки выработанного пространства при разработке пологих пластов длинными столбами, включающий опережающую проходку закладочных штреков в пределах выемочного участка, выемку пласта длинным забоем, оборудованным механизированным комплексом, создание позади лавы закладочных массивов в виде полос, перпендикулярных забою лавы, отличающийся тем, что в выработанное пространство выемочного столба закладочный материал подают в виде твердеющей гидрозакладочной смеси, которую размещают в резервуары цилиндрической формы, выполненные из гидроизоляционного материала и обеспечивающие сохранение заданной формы при заполнении их на высоту выработанного пространства, при этом состав твердеющей гидрозакладочной смеси подбирают в соответствии с рассчитанной деформацией кровли и необходимой несущей способностью закладочного массива,
20 которая исключает образование водопроводящих каналов для обеспечения безопасности подработки водозащитной толщи, а время достижения требуемой несущей способности закладочного массива – в соответствии со скоростью подвигания забоя для исключения остановок комбайна и потери производительности.

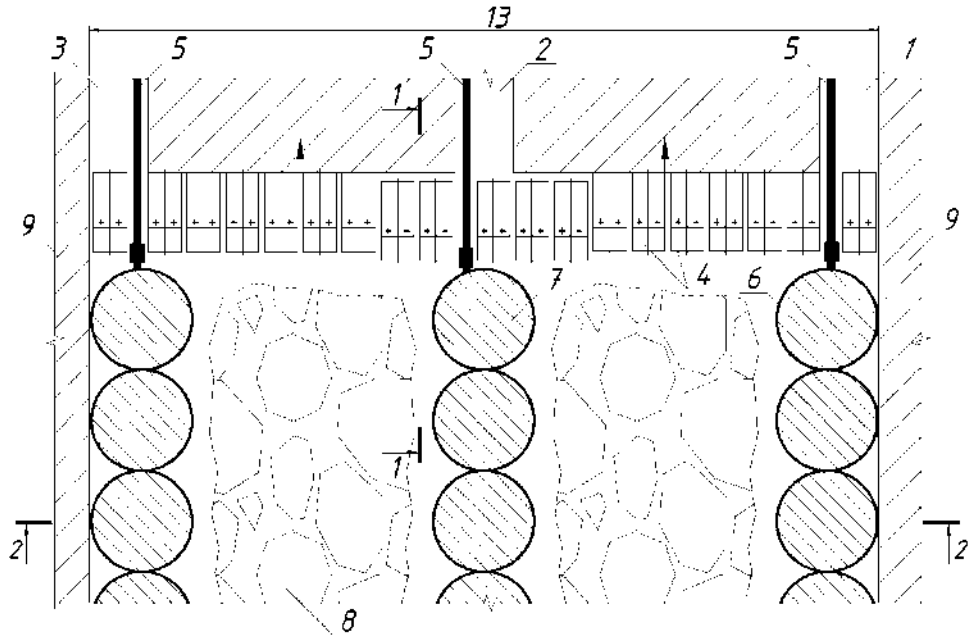
30

35

40

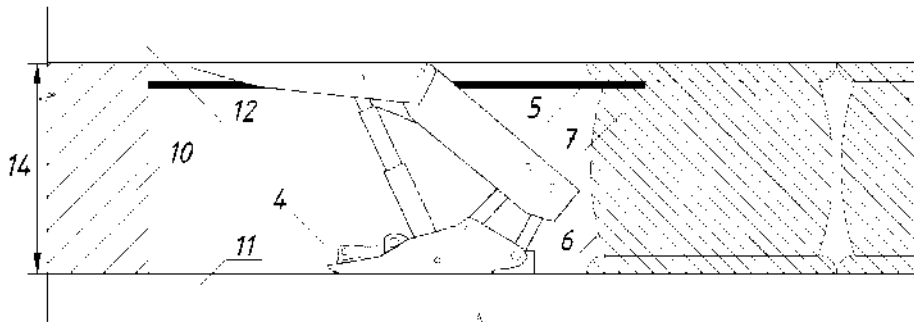
45

1



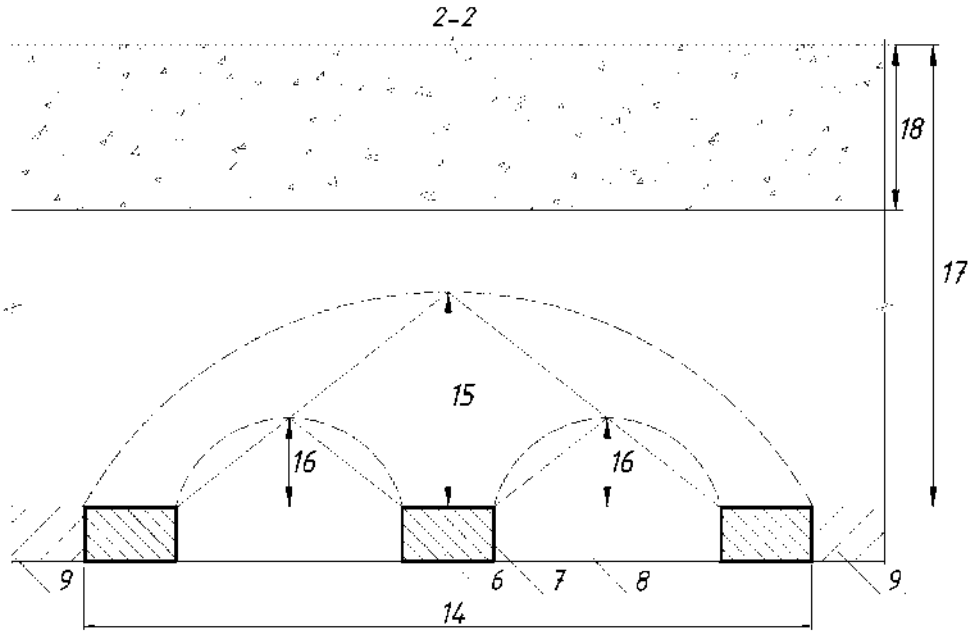
Фиг. 1

1-1

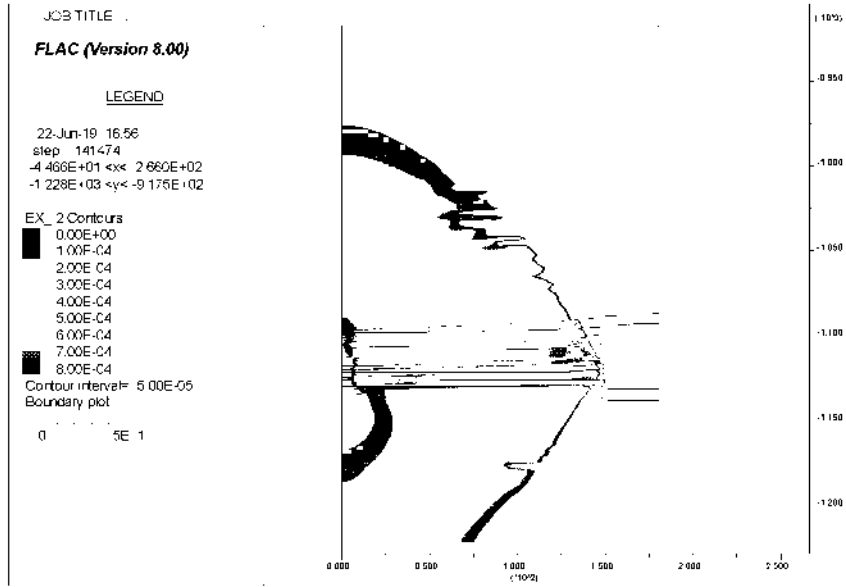


Фиг. 2

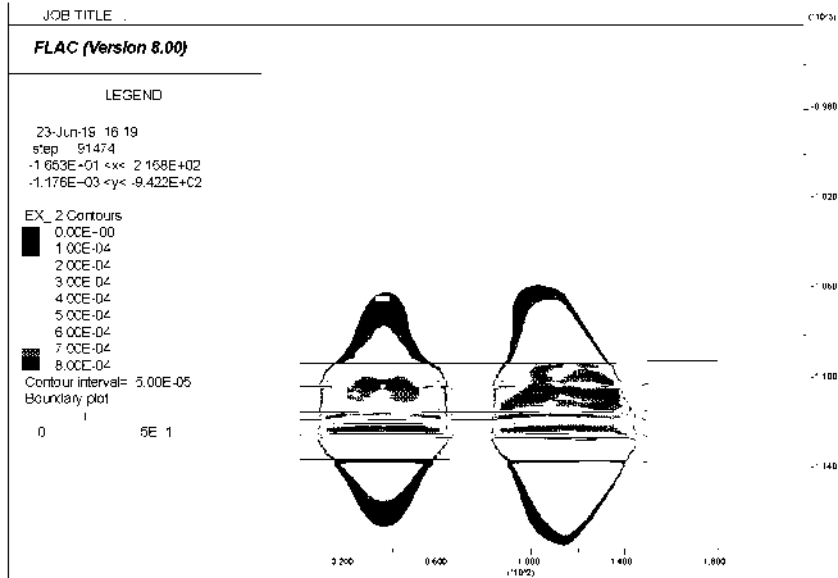
2



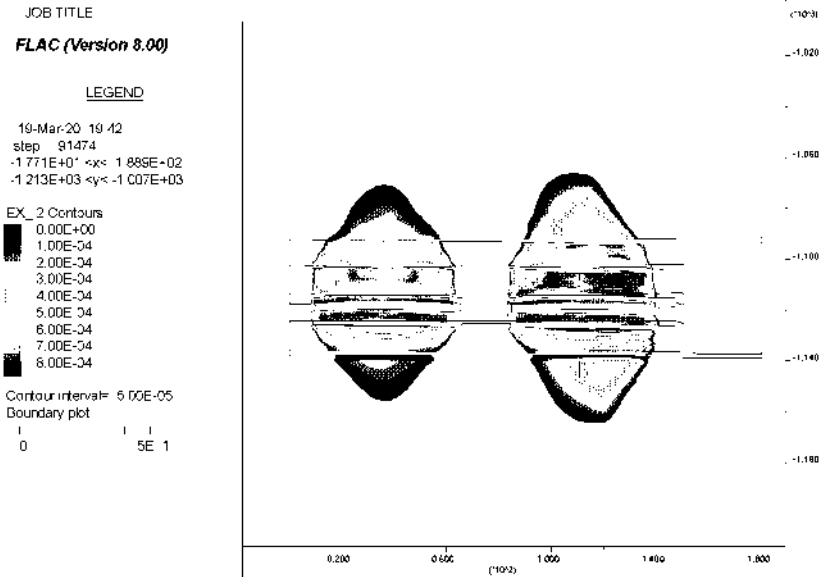
Фиг. 3



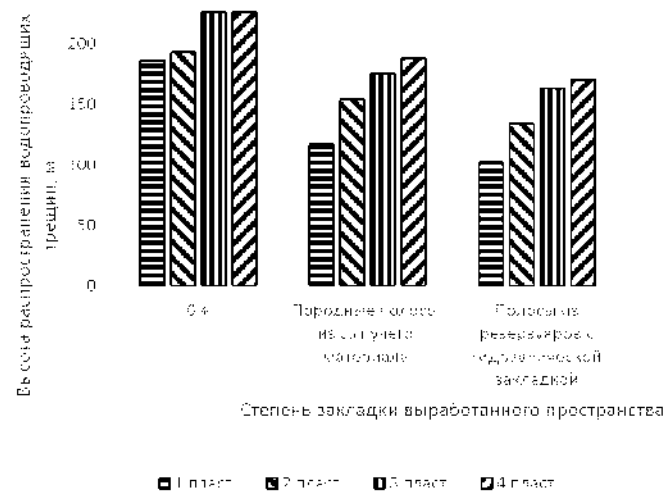
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7