

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2805691

СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

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

Авторы: *Сидоренко Андрей Александрович (RU), Апарин Алексей Геннадьевич (RU), Сидоренко Сергей Александрович (RU), Сиренко Юрий Георгиевич (RU)*

Заявка № 2022132438

Приоритет изобретения 12 декабря 2022 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 23 октября 2023 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 12 декабря 2042 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21D 9/00 (2023.08)

(21)(22) Заявка: 2022132438, 12.12.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
12.12.2022

Дата регистрации:
23.10.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.12.2022

(45) Опубликовано: 23.10.2023 Бюл. № 30

Адрес для переписки:
190106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Сидоренко Андрей Александрович (RU),
Апарин Алексей Геннадьевич (RU),
Сидоренко Сергей Александрович (RU),
Сиренко Юрий Георгиевич (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 2183746 C2, 20.06.2002. SU 612043
A1, 25.06.1978. SU 1523675 A1, 23.11.1989. SU
1548430 A1, 07.03.1990. SU 1573188 A1,
23.06.1990. RU 2435034 C1, 27.11.2011. CN
1083896 A, 16.03.1994.

(54) СПОСОБ ПРОВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПОЛОГИХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при подземной разработке пологих угольных пластов. Техническим результатом является повышение скорости проходки и безопасности ведения работ при интенсивной разработке пологих угольных пластов. Способ проведения горных выработок при разработке пологих угольных пластов включает комбайновую выемку угля, первичное крепление горных выработок анкерами первой очереди и последующее его усиление

дополнительным анкерным креплением второй очереди. Установку анкерной крепи первой очереди проводят одновременно с перетяжкой кровли и боков выработки металлической решетчатой затяжкой. На втором этапе выполняют инъекционное упрочнение боков выработки полимерными смолами на глубину не менее ширины зоны предельного состояния угля в боку выработки. 4 ил.

RU 2 805 691 C1

RU 2 805 691 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E21D 9/00 (2023.08)

(21)(22) Application: **2022132438, 12.12.2022**

(24) Effective date for property rights:
12.12.2022

Registration date:
23.10.2023

Priority:

(22) Date of filing: **12.12.2022**

(45) Date of publication: **23.10.2023 Bull. № 30**

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet",
Patentno-litsenziannyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Sidorenko Andrei Aleksandrovich (RU),
Aparin Aleksei Gennadevich (RU),
Sidorenko Sergei Aleksandrovich (RU),
Sirenko Iurii Georgievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **METHOD FOR CONDUCTING MINING WORKS IN DEVELOPMENT OF FLAT COAL BEDS**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: used in underground mining of flat coal seams. The method for carrying out mining operations when developing flat coal beds includes coal cutting, primary fastening of the mine workings with anchors of the first stage and its subsequent strengthening with additional anchors of the second stage. The installation of the first stage anchor support is carried out simultaneously with the re-tensioning of

the roof and sides of the excavation using metal lattice. At the second stage, injection strengthening of the excavation sides is carried out with polymer resins to a depth not less than the width of the zone of the limiting state of coal in the excavation side.

EFFECT: increasing the drifting rate and the safety of work during intensive mining of flat coal beds.

1 cl, 4 dwg

RU 2 805 691 C 1

RU 2 805 691 C 1

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при подземной разработке пологих угольных пластов. Изобретение решает задачу повышения безопасности горных работ и увеличения скорости проведения горных выработок при интенсивной разработке пологих угольных пластов.

5 Известен способ проведения горных выработок с поэтапным креплением (Баскаков В.П., Добровольский М.С. Опыт скоростного проведения подготовительных выработок с применением технологии поэтапного крепления // Уголь. 2011. №10. С.5-8), заключающийся в установке в проводимой выработке на первом этапе в кровлю выработки анкеров с сопротивлением, обеспечивающим устойчивость на этапе ее
10 проходки, а на втором этапе - с отставанием от забоя на 30 м - установке анкеров в бока выработки, а также установку дополнительных анкеров, необходимых для поддержания выработки в зоне влияния очистных работ.

Недостатком данного способа повышенная опасность горных работ, в зонах с трещиноватыми неустойчивыми породами, связанная с повышенной вероятностью
15 вывалообразования, увеличение нагрузки на крепь кровли при увеличении ширины выработки в результате вывалов пород из боков выработки, снижение скорости подвигания проходческого забоя в следствии негативного влияния работ первого этапа на целостность выработки и последующие работы второго этапа.

Известен способ проведения горных выработок с поэтапным креплением (Егоров
20 А. П., Кондаков И. А. Оценка возможности и эффективности внедрения технологических схем скоростной проходки подземных горных выработок на угольных шахтах // Уголь. 2019. №10. С.22-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2019-10-22-28>), заключающийся в разделении во времени и пространстве основных технологических операций на несколько отдельных зон, в каждой из которых выполняется одна из
25 операций проходческого цикла. При этом на первом этапе крепления выработки исключаются следующие операции: установка временной крепи в виде стоек и верхняков в призабойной части выработки; возведение постоянной анкерной крепи в виде верхняков с опорными элементами и перетяжка кровли; крепление боков выработки.

Недостатками данного способа являются повышенная опасность труда горнорабочих,
30 в зонах с неустойчивыми трещиноватыми породами, связанная с повышенной вероятностью вывалообразования, а также увеличение нагрузки на крепь кровли при увеличении ширины выработки в результате вывалов пород из боков выработки.

Известен способ проведения горной выработки с поэтапной установкой комбинированной крепи (Розенбаум Н.А., Коренной Ю.П., Кузьмин С.В. Расчет
35 параметров крепи подготовительных выработок под наносами в зоне выветрелых пород на глубине менее 100 м / Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. №7. С.45-53), заключающийся в установке на первом этапе анкерной крепи глубокого заложения непосредственно у груди проходческого забоя, а на втором этапе устанавливается рамная металлическая крепь на расстоянии не более 30 м.

40 Недостатками данного способа являются повышенная опасность труда горнорабочих, в зонах с неустойчивыми трещиноватыми породами, связанная с повышенной вероятностью вывалообразования, увеличение нагрузки на крепь кровли при увеличении ширины выработки в результате вывалов пород из боков выработки, высокие затраты на возведение металлической рамной крепи, а также негативное влияние работ по
45 возведению на втором этапе рамной крепи на скорость подвигания проходческого забоя.

Известен способ поэтапного проведения и крепления выработки (Утиралов О. А. Обоснование параметров технологии поэтапного проведения и анкерного крепления

пластовых подготовительных выработок. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. 2005 С.15, заключающийся в последовательном возведении временной анкерной крепи на первом этапе крепления и возведении постоянной анкерной крепи с отставанием от забоя не более 14,4 м на

5 втором этапе, в том числе с поэтапным увеличением плотности установки анкерной крепи вне зоны работы проходческого комбайна.

Недостатком данного способа является повышенная опасность горных работ, в зонах с трещиноватыми неустойчивыми породами, связанная с повышенной вероятностью вывалообразования, негативное влияние работ по возведению на втором

10 этапе рамной крепи на скорость подвигания проходческого забоя.

Известен способ проведения горных выработок при отработке пологих угольных пластов (патент РФ № 2183746, опубликован 20.06.2002 г.), принятый за прототип, заключающийся в комбайновой выемке угля, поддержании выработанного пространства временной крепью, первичное крепление выработки верхняками с анкерами первой

15 очереди и последующим его усилением дополнительным анкерным креплением, осуществляемым с отставанием на сутки, путем установки вдоль выработки под верхняки подхватов и крепления их анкерами глубокого заложения, которые располагаются между анкерами первой очереди.

Недостатком данного способа является повышенная опасность труда горнорабочих, в зонах с неустойчивыми трещиноватыми породами, связанная с повышенной вероятностью вывалообразования, повышенная нагрузка на крепь кровли при

20 увеличении ширины выработки в результате вывала пород из боков выработки.

Техническим результатом является повышение скорости проходки и безопасности ведения работ.

Технический результат достигается тем, что установку анкерной крепи первой очереди проводят одновременно с перетяжкой кровли и боков выработки металлической

25 решетчатой затяжкой, а на втором этапе выполняют инъекционное упрочнение боков выработки полимерными смолами на глубину не менее ширины зоны предельного состояния угля в боку выработки.

30 Способ поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 – вид проводимой горной выработки сбоку;

фиг. 2 – вид проводимой горной выработки сверху;

фиг. 3 – зоны предельного состояния угля в боку выработки на первом этапе

35 крепления;

фиг. 4 – зоны предельного состояния угля в боку выработки на втором этапе

40 крепления, в зоне влияния очистных работ, где:

1 – проходческий комбайн;

2 – анкера первой очереди в кровле выработки;

3 – анкера первой очереди в боку выработки;

40 4 – металлическая решетчатая затяжка;

5 – анкера второй очереди в кровле выработки;

6 – анкера второй очереди в боку выработки;

7 – зоны предельного состояния угля в боку выработки;

8 – ложная почва;

45 9 – почва.

Способ осуществляется следующим образом. Производят разрушение горных пород проходческим комбайном 1 (Фиг. 1-2) в объеме, обеспечивающим подвигание забоя выработки, необходимое для установки крепи. Параллельно производят погрузку

отбитой горной породы в транспортное средство, например вагон, конвейер или вагонетку, после чего производят ее транспортировку до ближайшего ленточного конвейера. Работы по креплению горной выработки осуществляют одновременно или после окончания работы комбайна по разрушению и погрузке горных пород, в зависимости от типа комбайна. Крепление горной выработки производят следующим образом. Для определения параметров анкерного крепления вычисляют максимальный уровень напряжений в пласте:

$$\sigma_{max} = K\gamma H,$$

где:

K - коэффициент концентрации напряжений в зоне влияния очистного забоя; γ - объемный вес вышележающих горных пород, 25000 Н/м³;
 H - глубина ведения горных работ, м.

Затем проводят расчет ширины зоны предельного состояния угля в боку выработки по формуле:

$$a = \frac{h \cdot \sigma_{max}}{10 \cdot R_6 \cdot K_c}, \text{ где}$$

h - высота выработки;

K_c - коэффициент структурного ослабления массива;

R_6 - Прочность угля в борту выработки на одноосное сжатие.

Далее определяют длину анкеров по формуле:

$l = a + b + c$, где:

b - протяженность зоны закрепления анкера в шпуре, м;

c - длина части анкера, выступающей в горную выработку, м.

Основываясь на полученных расчетных данных принимают необходимую длину анкеров и приступают к операциям по их установке. С использованием буровой установки производят бурение шпуров первой очереди в кровлю, в которые далее устанавливают анкера первой очереди 2. Далее бурят шпуры первой очереди в бока выработки, в которые далее устанавливают анкера первой очереди 3. Установку анкерной крепи проводят одновременно с перетяжкой кровли и боков выработки металлической решетчатой затяжкой 4. При этом бурение шпуров и установку анкеров осуществляют с увеличенным шагом между ними, что позволяет сократить объем и время крепления, но обеспечивает поддержание горной выработки на этапе ее проведения и до начала влияния очистных работ.

Затем, на втором этапе крепления, проводят бурение шпуров и установку дополнительных анкеров второй очереди в кровлю 5 и в бока выработки 6, необходимых для поддержания горной выработки в течение всего срока ее эксплуатации. Для повышения устойчивости выработки на втором этапе крепления выполняют инъекционное упрочнение боков выработки полимерными смолами на глубину не менее зоны предельного состояния угля в боку выработки 7. Данные работы производят с отставанием от проходческого забоя в пространстве и во времени, либо после окончания проведения горной выработки, но строго до начала влияния очистных работ. В результате выполненных операций создают закрепленную анкерной крепью горную выработку, способную сохранять эксплуатационное состояние в зонах влияния очистных работ в течение всего срока ее эксплуатации.

Способ поясняется следующим примером.

Выработку шириной 5,2 м и высотой $h = 4,5$ м проводят на глубине 450 м, в условиях

залегания в боку выработки угля с прочностью на одноосное сжатие $R_6 = 10$ МПа с учетом коэффициента структурного ослабления массива $K_c = 0,6$. Максимальный уровень напряжений в пласте и породах в боках для рассматриваемых условий может быть определен как:

$$\sigma_{max} = 2 \cdot 25000 \cdot 450 = 22,5 \text{ Мпа}$$

Для оценки достоверности определения длины анкеров, устанавливаемых в бока выработки, и подтверждения размеров зоны предельного состояния, выполнены численные исследования напряженно-деформированного состояния массива горных пород с использованием трехмерной модели. Данные исследования позволили оценить размеры зоны предельного состояния формирующейся в боках выработки, как на этапе ее проведения вне зоны влияния очистных работ (Фиг.3), так и на этапе ее поддержания в зоне влияния очистных работ, после окончания второго этапа крепления (Фиг.4).

Максимальная ширина зоны предельного состояния угля в боку выработки была определена как:

$$a = \frac{4,5 \cdot 22,5}{10 \cdot 10 \cdot 0,6} = 1,7 \text{ м}$$

По результатам численного моделирования на первом этапе крепления вне зоны влияния очистных работ, ширина зоны предельного состояния в боку выработки $a = 1,4$, а на втором этапе в зоне влияния очистных работ $a = 1,7$ м. С учетом максимальной ширины зоны предельного состояния угля в боку выработки равной $1,7$, а так же части анкера закрепленной за пределами зоны предельного состояния угля в боку выработки, $b = 0,5$ и части анкера, выпирающей в выработку $c = 0,2$, необходимая длина анкера составит: $1,7 + 0,5 + 0,2 = 2,4$ м.

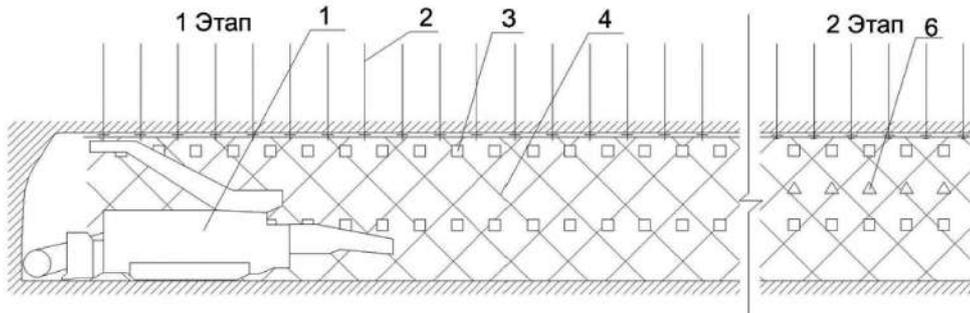
Таким образом, предлагаемый способ обеспечивает устойчивость боков выработки в период ее эксплуатации, в том числе в зонах влияния очистных работ. Применение данного способа позволяет повысить скорость проходки горных выработок на первом этапе, а так же исключает разрушение угля и пород в боках горных выработок при соблюдении должного уровня безопасности горных работ.

Заявляемый способ предназначен для применения при интенсивной подземной разработке пологих пластов угля. Его использование позволяет увеличить скорость проходки горных выработок и повысить безопасность труда. Максимальная эффективность достигается при отработке пластов угля на глубинах свыше 300 м. В Российской Федерации описанный способ может быть использован при подземной разработке месторождений угля Кузбасса.

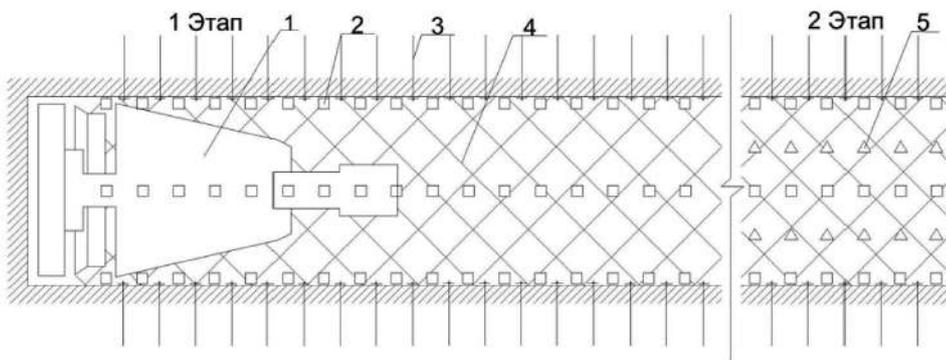
(57) Формула изобретения

Способ проведения горных выработок при разработке пологих угольных пластов, включающий комбайновую выемку угля, первичное крепление горных выработок анкерами первой очереди и последующее его усиление дополнительным анкерным креплением второй очереди, отличающийся тем, что установку анкерной крепи первой очереди проводят одновременно с перетяжкой кровли и боков выработки металлической решетчатой затяжкой, а на втором этапе выполняют инъекционное упрочнение боков выработки полимерными смолами на глубину не менее ширины зоны предельного состояния угля в боку выработки.

1

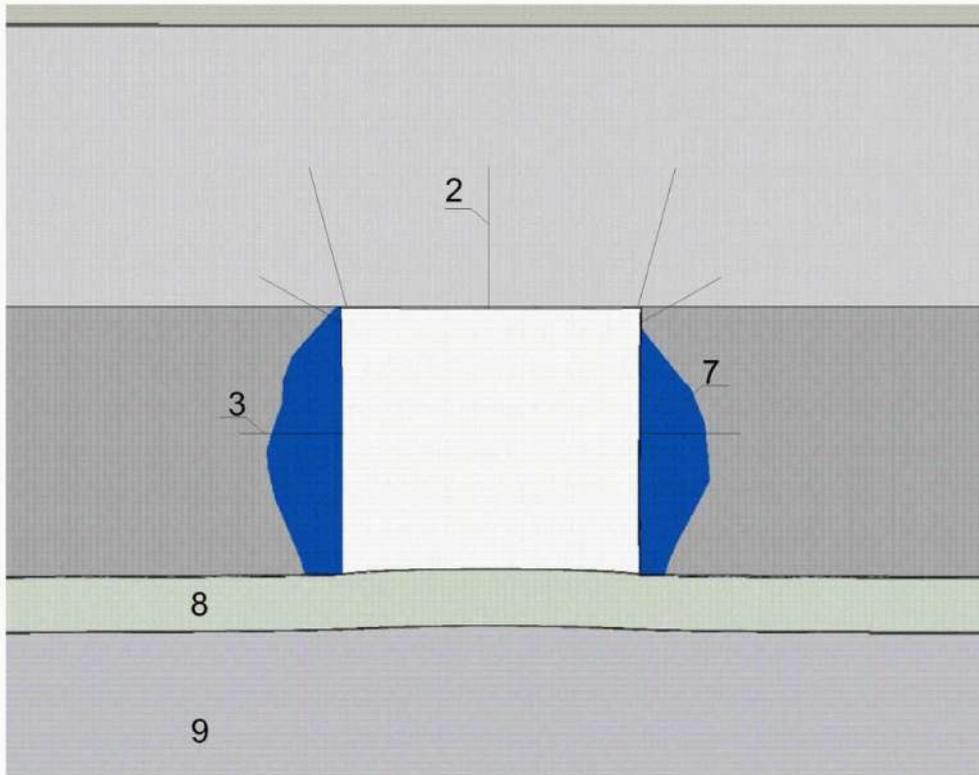


Фиг. 1

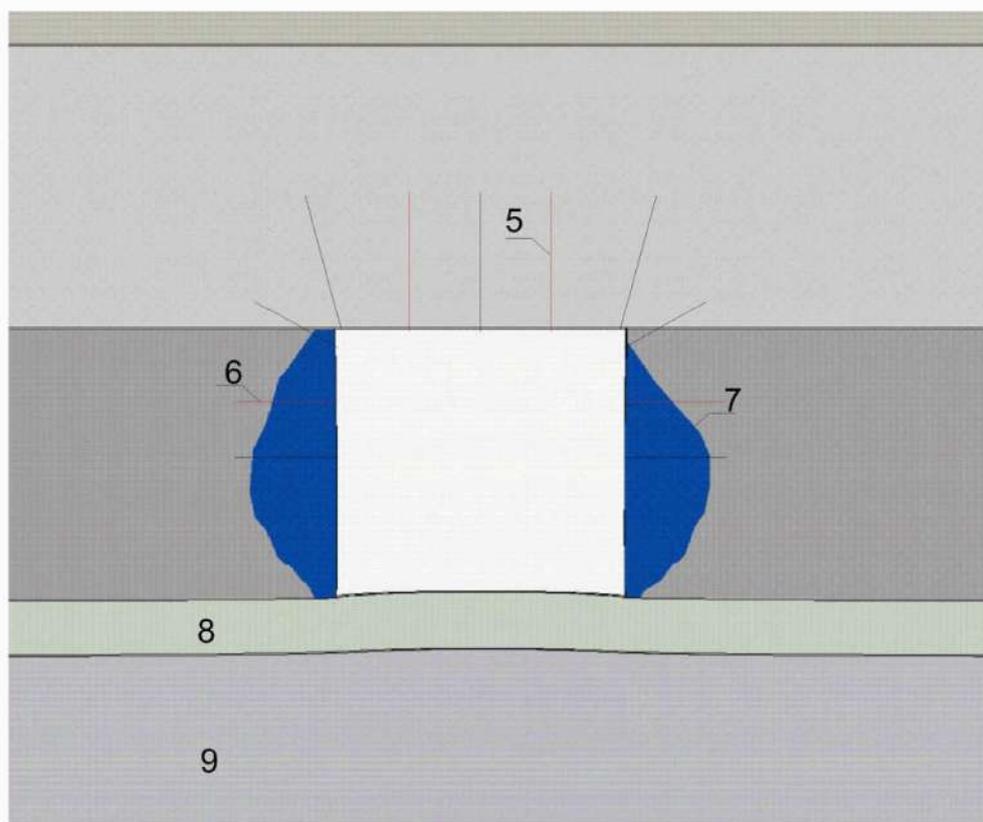


Фиг. 2

2



Фиг. 3



Фиг. 4