

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2863248

СПОСОБ РАЗРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

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

Авторы: *Ковальский Евгений Ростиславович (RU), Конгар-Сюрюн Чейнеш Буяновна (RU), Сиренко Юрий Георгиевич (RU), Карнов Григорий Николаевич (RU)*

Заявка № 2025136783

Приоритет изобретения 18 декабря 2025 г.

Дата государственной регистрации
в Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 29 мая 2026 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 18 декабря 2045 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E21C 41/20 (2026.01); E21F 15/00 (2026.01)

(21)(22) Заявка: 2025136783, 18.12.2025

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.12.2025

Дата регистрации:
29.05.2026

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.12.2025

(45) Опубликовано: 29.05.2026 Бюл. № 16

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
Санкт-Петербургский горный университет,
Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Ковальский Евгений Ростиславович (RU),
Конгар-Сюрюн Чейнеш Буяновна (RU),
Сиренко Юрий Георгиевич (RU),
Карпов Григорий Николаевич (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: SU 142978 A1, 01.01.1961. RU 2415265
C2, 27.03.2011. RU 2428565 C1, 10.09.2011. RU
2468206 C1, 27.11.2012. CN 116335669 A,
02.05.2023. CN 118361281 A, 16.04.2024.

(54) СПОСОБ РАЗРАБОТКИ КАЛИЙНЫХ ПЛАСТОВ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

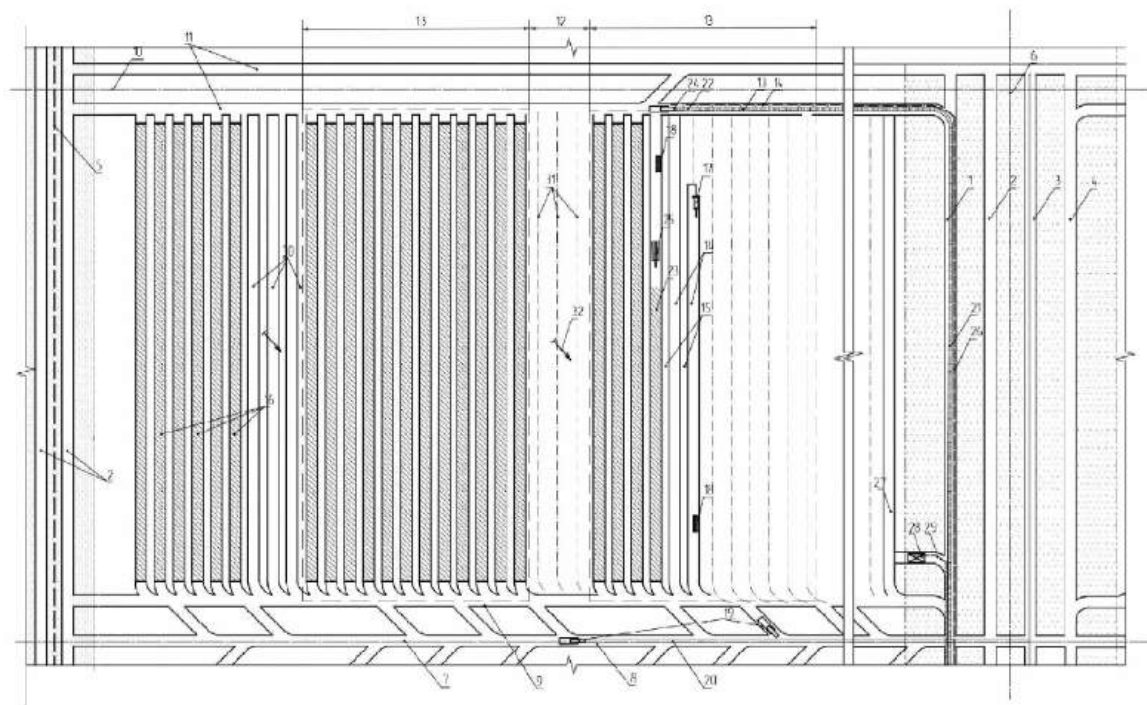
(57) Реферат:

Изобретение относится к горнодобывающей промышленности и может быть использовано при разработке пологих калийных пластов камерной системой разработки. Способ разработки калийных пластов на больших глубинах включает разделение разрабатываемого поля на панели шириной, равной предельному пролету обнажения кровли, по границам которых оставляют сплошные ленточные целики - опорные, рассчитанные на восприятие веса всей налегающей толщи пород, а в интервале между опорными целиками располагают искусственно податливые поддерживающие целики, рассчитанные на восприятие давления от веса пород, находящихся в своде естественного равновесия между двумя соседними опорными целиками. По центру панели располагают панельный закладочный штрек, панельный вентиляционный штрек, панельный конвейерный штрек и панельный транспортный штрек, а по границам панели проходят вентиляционные

штреки, при этом панель разделяют на отдельные выемочные блоки, которые располагают по обе стороны от оси панели, по оси блока проходят блокочный конвейерный штрек, с обеих сторон от которого располагают блокочные выемочные штреки. По границам блока проходят блокочные вентиляционно-транспортные штреки, камеры первой очереди закладывают закладочной смесью. В блоке ведут совместно очистные и закладочные работы, очистные работы с оси блока, а закладочные - с границ блока. Закладку камер производят сразу после завершения проходки камеры, далее очистные работы ведут проходческими комбайнами в комплексе с самоходным вагоном и бункер-перегрузателем. Сильвинитовая руда поступает через перегрузочные установки с самоходных вагонов на конвейеры, которые установлены в блокочных конвейерных штреках, а затем с блокочных конвейеров перегружается на панельные конвейеры. Закладочную смесь изготавливают

на поверхностном закладочном комплексе и транспортируют панельным закладочным конвейером, затем перегружают на блоковые закладочные конвейеры, откуда транспортируют закладочную смесь в закладываемые камеры. После завершения закладочных работ на двух

смежных выемочных участках производят отработку оставленных опорных целиков камерами второй очереди. Техническим результатом является повышение извлечения полезного ископаемого при отработке пологих калийных пластов на больших глубинах. 3 ил.



Фиг. 1

RU 2863248 C1

RU 2863248 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E21C 41/20 (2026.01); *E21F 15/00* (2026.01)

(21)(22) Application: **2025136783, 18.12.2025**

(24) Effective date for property rights:
18.12.2025

Registration date:
29.05.2026

Priority:

(22) Date of filing: **18.12.2025**

(45) Date of publication: **29.05.2026** Bull. № 16

Mail address:

199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, Sankt-Peterburgskij gornyj universitet, Patentno-litsenzionnyj otdel

(72) Inventor(s):

**Kovalskii Evgenii Rostislavovich (RU),
Kongar-Siuriun Cheinesh Buianovna (RU),
Sirenko Iurii Georgievich (RU),
Karpov Grigorii Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniia "Sankt-Peterburgskii gornyi universitet imperatritsy Ekateriny II" (RU)

(54) **METHOD OF DEVELOPING POTASH SEAMS AT GREAT DEEPS**

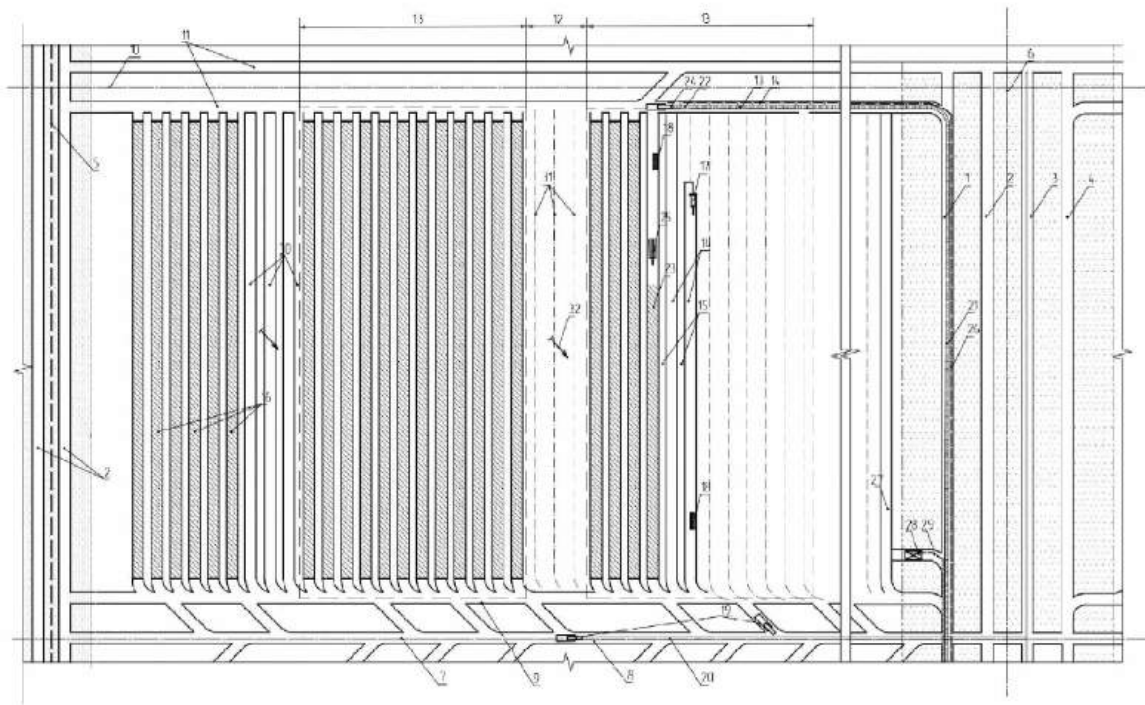
(57) Abstract:

FIELD: mining industry.

SUBSTANCE: invention can be used in the development of flat potash seams using a chamber mining system. The method for developing potash seams at great depths involves dividing the developed field into panels of a width equal to the maximum span of the roof outcrop, along the boundaries of which continuous strip pillars are left – supporting pillars designed to withstand the weight of the entire overlying rock mass, and in the interval between the supporting pillars, artificially pliable supporting pillars are placed, designed to withstand the pressure from the weight of the rocks located in the arch of natural equilibrium between two adjacent supporting pillars. In the centre of the panel there is a panel stowage drift, a panel ventilation drift, a panel conveyor drift and a panel transport drift, and along the borders of the panel there are ventilation drifts, whereas the panel is divided into separate extraction blocks, which are located on both sides of the panel axis, along the axis of the block there is a block conveyor drift, on both sides of which there are block extraction drifts. Along the block boundaries there are block ventilation and transport drifts, the

chambers of the first stage are filled with backfill mixture. In the block, second working and stowing operations are carried out jointly, second working operations from the block axis, and stowing operations from the block boundaries. The chambers are filled immediately after the completion of the chamber excavation, and then the second working is carried out using tunnel boring machines in combination with a self-propelled car and a hopper-loader. Sylvinit ore is transferred through transfer units from self-propelled cars to conveyors installed in block conveyor drifts, and then from the block conveyors it is transferred to panel conveyors. The filling mixture is prepared at the surface filling system and transported by the panel filling conveyor, then transferred to block filling conveyors, from where the filling mixture is transported to the filling chambers. After completion of stowage work in two adjacent mining areas, the remaining support pillars are mined using the second stage chambers.

EFFECT: increase in the extraction of minerals during the development of flat potash seams at great depths.



Фиг. 1

RU 2863248 C1

RU 2863248 C1

Изобретение относится к горнодобывающей промышленности и может быть использовано при разработке пологих калийных пластов камерной системой разработки.

Известен способ подземной разработки калийных пластов (Соловьев В.А. и др. Аспекты повышения эффективности разработки Верхнекамского калийного месторождения. Новосибирск: Наука, 2019. с. 148), включающий панельную подготовку шахтного поля, выемку запасов промышленных пластов камерной системой разработки с оставлением ленточных междукамерных целиков и закладку выработанного пространства. Недостатком данного способа является низкий коэффициент извлечения, поскольку закладка направлена на уменьшение риска образования опасных деформаций водозащитной толщи в последующий после окончания отработки продолжительный период времени, но не создает условий для снижения размеров междукамерных целиков или их последующего доизвлечения.

Известен способ вторичной отработки соляного пласта (патент RU 2468206 C1, 27.11.2012), включающий отработку запасов первичными камерами с оставлением междукамерных целиков, заполнение выработанного пространства, отработку первичных междукамерных целиков камерами второй очереди после консолидации закладочного материала, при достижении оседаний земной поверхности $\geq 90\%$ от величины конечных оседаний земной поверхности от деформации первичных камер, определяемой наблюдениями по реперным линиям.

Недостатком данного способа является необходимость в долгосрочном поддержании, ремонте или восстановлении подготовительных выработок для их использования для проходки камер второй очереди.

Известен способ отработки полезных ископаемых при оптимальных параметрах (патент RU 2415265 C2, 27.03.2011), заключающийся в поддержании устойчивого состояния выработанного пространства междукамерными целиками, при этом размеры междукамерных целиков определяют из реального давления на них пород, находящихся внутри свода естественного равновесия, а целик, расположенный на стыке сводов естественного равновесия, определяют с учетом давления на пяты сводов тех пород, которые расположены над контурами сводов естественного равновесия.

Недостатком данного способа является сложность его применения в условиях больших глубин, так как при расчете ширины целиков внутри свода необходимо оперировать полной глубиной залегания пласта, что приведет к большим потерям полезного ископаемого в междукамерных целиках. Таким образом, ширина центрального целика, находящегося в своде, будет практически сопоставима ширине целика на стыке сводов.

Известен способ отработки полезных ископаемых при минимальных потерях и максимальной безопасности горных работ (патент RU 2428565 C1, 10.09.2011), осуществляющийся путем поддержания устойчивого состояния выработанного пространства опорными целиками или эквивалентной им закладкой, при этом оставляют опорные целики разного размера или дополнительно применяют закладку смежных камер закладочной смесью разной плотности.

Недостатком данного способа являются большие потери в целиках при его реализации в условиях больших глубин, так как их ширина рассчитывается исходя из давления веса столба пород, равного глубине залегания пласта, а также необходимости разработки технологии формирования закладочного массива разной плотности на участке.

Известен способ камерной системы разработки обширных пологих залежей различных полезных ископаемых (Авторское свидетельство SU 142978 A1, 30.11.1961), принятый за прототип, согласно которому разрабатываемое поле разделяется на панели

шириной, равной предельному пролету обнажения кровли, по границам которых оставляются сплошные ленточные целики - опорные, рассчитанные на восприятие всей налегающей толщи пород, а в интервале между опорными целиками располагаются искусственно податливые поддерживающие целики, рассчитанные на восприятие
5 давления от веса пород, находящихся в своде естественного равновесия между двумя соседними опорными целиками.

Недостатком данного способа являются низкий коэффициент извлечения из-за оставления запасов в широких опорных целиках и повышенные напряжения в них, не позволяющие дальнейшую их отработку.

10 Техническим результатом является повышение извлечения полезного ископаемого при отработке пологих калийных пластов на больших глубинах.

Технический результат достигается тем, что по центру панели располагают панельный закладочный штрек, панельный вентиляционный штрек, панельный конвейерный штрек и панельный транспортный штрек, а по границам панели проходят вентиляционные
15 штреки, при этом панель разделяют на отдельные выемочные блоки, которые располагают по обе стороны от оси панели, по оси блока проходят блокочный конвейерный штрек, с обеих сторон от которого располагают блокочные выемочные штреки, по границам блока проходят блокочные вентиляционно-транспортные штреки, камеры первой очереди закладывают закладочной смесью, при этом в блоке ведут
20 совместно очистные и закладочные работы, которые проводят следующим образом очистные работы с оси блока, а закладочные – с границ блока, при этом закладку камер производят сразу после завершения проходки камеры, далее очистные работы ведут проходческими комбайнами в комплексе с самоходным вагоном и бункер-перегрузателем, сильвинитовая руда поступает через перегрузочные установки с
25 самоходных вагонов на конвейеры, которые установлены в блокочных конвейерных штреках, а затем с блокочных конвейеров перегружается на панельные конвейеры; закладочную смесь, которая включает следующие компоненты, масс. %: шлаки 20%, базальтовую фибру 0,7% и солеотходы 79,3%, затворенные насыщенным соляным раствором, изготавливают на поверхностном закладочном комплексе и транспортируют
30 панельным закладочным конвейером, затем перегружают на блокочные закладочные конвейеры, откуда транспортируют закладочную смесь в закладываемые камеры комплексом оборудования в составе бункера-дозатора для загрузки самоходного вагона и закладочной установки с метателем, которая осуществляет укладку закладочной смеси в камеры, при этом в каждом полублоке организован обособленный
35 сбор рассолов, которые дренируют в рассолоборник блокочной насосной станции, которая расположена в нижней камере закладываемого блока, и отводят по рассолопроводу, после завершения закладочных работ на двух смежных выемочных участках производят отработку оставленных опорных целиков камерами второй очереди.

40 Способ поясняется следующими чертежами:

фиг. 1 - схема отработки калийного пласта камерной системой разработки с одновременным ведением закладочных работ;

фиг. 2 - распределение вертикальных напряжений в опорном целике до ведения закладочных работ;

45 фиг. 3 - распределение вертикальных напряжений в опорном целике при одновременном ведении закладочных работ, где:

1 - панельный закладочный штрек;

2 - панельный вентиляционный штрек;

- 3 - панельный конвейерный штрек;
- 4 - панельный транспортный штрек;
- 5 - граница панели;
- 6 - ось панели;
- 5 7 - ось блока;
- 8 - блоковый конвейерный штрек;
- 9 - блоковый выемочный штрек;
- 10 - граница блока;
- 11 - блоковый вентиляционно-транспортный штрек;
- 10 12 - опорный целик;
- 13 - выемочный участок;
- 14 - камера первой очереди;
- 15 - междуканнерный ленточный целик;
- 16 - заложанная камера;
- 15 17 - проходчешко-очистной комбайн;
- 18 - самоходный вагон;
- 19 - бункер перегружатель;
- 20 - блоковый конвейер;
- 21 - перегрузочная установка;
- 20 22 - панельный закладочный конвейер;
- 23 - блоковый закладочный конвейер;
- 24 - закладываемая камера;
- 25 - бункер дозатор;
- 26 - метатель;
- 25 27 - пульпопровод;
- 28 - камера служебного назначения;
- 29 - рассолосборник блоковой насосной станции;
- 30 - рассолопровод;
- 31 - камера второй очереди;
- 30 32 - ось будущей камеры;
- 33 - падение пласта;
- 34 - половина ширины опорного целика;
- 35 - ось опорного целика;
- 36 - граница выемочного участка.

35 Способ отработки пласта осуществляется следующим образом. По центру панели располагают панельный закладочный штрек 1 (фиг. 1), панельный вентиляционный штрек 2, панельный конвейерный штрек 3 и панельный транспортный штрек 4. По границам панели 5 проходят вентиляционные штреки 2. Панель разделяют на отдельные выемочные блоки, которые располагают по обе стороны от оси панели 6.

40 По оси блока 7 проходят блоковый конвейерный штрек 8, с обеих сторон от которого располагают блоковые выемочные штреки 9, по границам блока 10 проходят блоковые вентиляционно-транспортные штреки 11.

Отработка запасов осуществляют камерной системой разработки с периодическим оставлением опорных целиков 12 между выемочными участками 13. Выемочный участок 13 отработывают камерами первой очереди 14 с оставлением междуканнерных ленточных целиков 15, которые испытывают давление столба пород в пределах свода естественного равновесия между двумя соседними опорными целиками 12. На опорные целики 12 давит масса полного столба налегающих пород до земной поверхности.

Камеры первой очереди 14 закладывают закладочным материалом 16. При этом в блоке ведут совместно очистные и закладочные работы. Для этого проводят очистные работы с оси блока 7, а закладочные работы с границ блока 10. Закладку камер производят сразу после завершения проходки камеры. Одновременное ведение очистных и закладочных работ на участке предотвращает возрастание напряжений в опорном целике и замедляет скорость деформирования пласта.

Очистные работы ведут проходческими комбайнами 17 в комплексе с самоходным вагоном 18 и бункер-перегрузателем 19. Сильвинитовая руда на конвейеры 20, которые устанавливаются в блоковых конвейерных штреках 8, поступает через перегрузочные установки 21 непосредственно с самоходных вагонов 18, работающих в комплексе с очистными комбайнами 17, затем с блоковых конвейеров 20 перегружается на панельные конвейеры 22.

Твердеющую закладочную смесь, которая включает следующие компоненты, масс. %: шлаки 20%, базальтовую фибру 0,7% и солеотходы 79,3%, затворенные насыщенным соляным раствором, изготавливают на поверхностном закладочном комплексе и транспортируют частями к закладываемому участку, а именно производят отдельную доставку сухой и жидкой частей панельным закладочным конвейером 22, блоковым закладочным конвейером 23 и трубопроводным транспортом 27 соответственно до установки приготовления закладочной смеси, где происходит их смешивание. Установку приготовления закладочной смеси устанавливают у камеры в блоковом вентиляционно-транспортном штреке 11 или в нижней камере блока относительно падения пласта 28. Закладочную смесь транспортируют в закладываемые камеры 24 комплексом оборудования в составе бункера-дозатора 25 для загрузки самоходного вагона 18, закладочной установки с метателем 26, с помощью которого осуществляют укладку закладочного материала в камеры 24.

В каждом полублоке организуют обособленный сбор рассолов. Рассолы закладки дренируют в рассолосборник блоковой насосной станции 29, расположенной в нижней камере закладываемого блока 28 и отводятся по рассолопроводу 30.

По завершении закладочных работ на двух смежных выемочных участках 13 производят отработку оставленных опорных целиков 12 камерами второй очереди 31.

Повышение извлечения повышение извлечения полезного ископаемого при отработке пологих калийных пластов на больших глубинах достигается путем отработки опорного межучасткового целика камерами второй очереди.

Способ поясняется следующим примером.

Применительно к типовым условиям калийных месторождений, залегающих на глубине 1000 м, ширина выемочного участка составляет 160 м, расчетная ширина опорного целика 54 м. Максимальный коэффициент извлечения после выемки камер первой очереди шириной 5,1 м и оставления междукamerных целиков шириной 5,2 м составляет 0,38.

Предлагаемый способ отработки пласта, обеспечивающий минимизацию отставания закладочных работ от очистных, позволяет сохранить действующие напряжения на уровне естественных, что дает возможность дополнительно пройти камеры второй очереди в опорном целике.

Уровень естественных напряжений на калийных рудниках на глубине 1000 м составляет около 21 МПа. При таких условиях возможно пройти в опорном целике три камеры второй очереди шириной 5,1 м с оставлением между ними целиков шириной 9,6 м, что соответствует требованиям необходимой степени нагружения целиков.

Закладка выемочного участка с минимальным отставанием от очистных работ

снижает скорость деформирования пласта и предотвращает повышение напряжений в опорном целике, о чем свидетельствуют результаты компьютерного моделирования. Результаты расчетов напряженно-деформированного состояния горного массива в области ведения очистных и закладочных работ по описанной технологии представлены на фиг. 2, 3. Моделирование выполнено методом конечных элементов в упруго-пластичной среде. На фиг. 2 отражено распределение вертикальных напряжений в опорном целике до ведения закладочных работ, на фиг. 3 - при одновременном ведении очистных и закладочных работ. Модель обладает симметрией относительно оси опорного целика, поэтому при численном моделировании рассматривается половина ширины опорного целика 34 с оси опорного целика 35 до границы выемочного участка 36.

Повышение извлечения полезного ископаемого при отработке пологих калийных пластов на больших глубинах достигается путем отработки опорного межучасткового целика камерами второй очереди.

15

(57) Формула изобретения

Способ разработки калийных пластов на больших глубинах, включающий разделение разрабатываемого поля на панели шириной, равной предельному пролету обнажения кровли, по границам которых оставляют сплошные ленточные целики - опорные, рассчитанные на восприятие веса всей налегающей толщи пород, а в интервале между опорными целиками располагают искусственно податливые поддерживающие целики, рассчитанные на восприятие давления от веса пород, находящихся в своде естественного равновесия между двумя соседними опорными целиками, отличающийся тем, что по центру панели располагают панельный закладочный штрек, панельный вентиляционный штрек, панельный конвейерный штрек и панельный транспортный штрек, а по границам панели проходят вентиляционные штреки, при этом панель разделяют на отдельные выемочные блоки, которые располагают по обе стороны от оси панели, по оси блока проходят блоковый конвейерный штрек, с обеих сторон от которого располагают блоковые выемочные штреки, по границам блока проходят блоковые вентиляционно-транспортные штреки, камеры первой очереди закладывают закладочной смесью, при этом в блоке ведут совместно очистные и закладочные работы, которые проводят следующим образом - очистные работы с оси блока, а закладочные - с границ блока, при этом закладку камер производят сразу после завершения проходки камеры, далее очистные работы ведут проходческими комбайнами в комплексе с самоходным вагоном и бункер-перегрузателем, силвинитовая руда поступает через перегрузочные установки с самоходных вагонов на конвейеры, которые установлены в блоковых конвейерных штреках, а затем с блоковых конвейеров перегружается на панельные конвейеры; закладочную смесь, которая включает следующие компоненты, масс. %: шлаки 20%, базальтовую фибру 0,7% и солеотходы 79,3%, затворенные насыщенным соляным раствором, изготавливают на поверхностном закладочном комплексе и транспортируют панельным закладочным конвейером, затем перегружают на блоковые закладочные конвейеры, откуда транспортируют закладочную смесь в закладываемые камеры комплексом оборудования в составе бункера-дозатора для загрузки самоходного вагона и закладочной установки с метателем, которая осуществляет укладку закладочной смеси в камеры, при этом в каждом полублоке организован обособленный сбор рассолов, которые дренируют в рассолосборник блоковой насосной станции, которая расположена в нижней камере закладываемого блока, и отводят по рассолопроводу, после завершения закладочных работ на двух смежных выемочных

45

участках производят отработку оставленных опорных целиков камерами второй очереди.

5

10

15

20

25

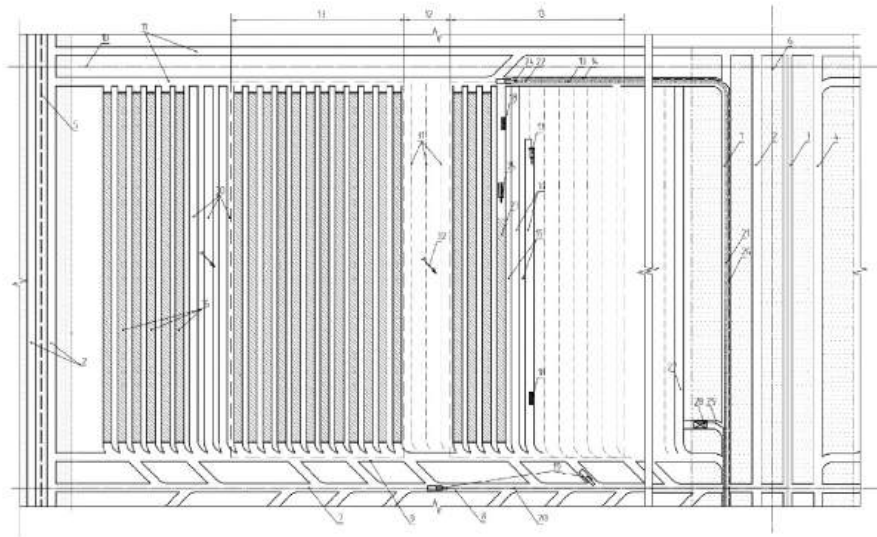
30

35

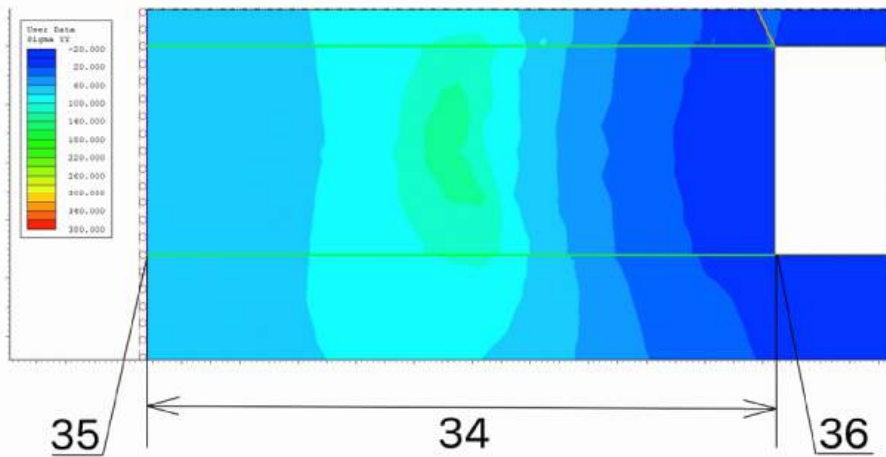
40

45

1

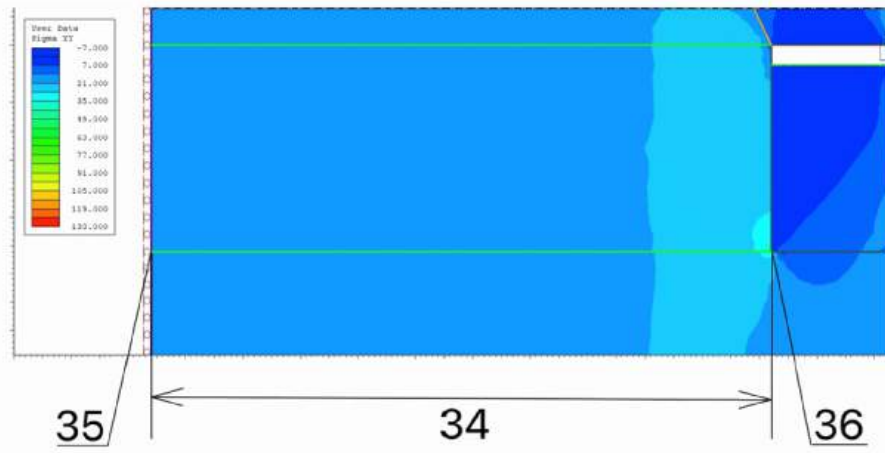


Фиг. 1



Фиг. 2

2



Фиг. 3