

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2424432

### СПОСОБ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ ТЕЛ

Патентообладатель(ли): *Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)*

Автор(ы): *Мозер Сергей Петрович (RU)*

Заявка № 2009149120

Приоритет изобретения 28 декабря 2009 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 20 июля 2011 г.

Срок действия патента истекает 28 декабря 2029 г.

*Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам*

Б.П. Симонов





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(51) МПК

E21C41/22 (2006.01)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2009149120/03, 28.12.2009

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
28.12.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.12.2009

(45) Опубликовано: 20.07.2011

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2365754 C1, 27.08.2009. SU 1789025 A3, 15.01.1993. RU 2283431 C1, 10.09.2006. RU 94024953 A1, 10.06.1996. RU 2081319 C1, 10.06.1997.

Адрес для переписки:  
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, СПГГИ (ТУ), отдел интеллектуальной собственности и трансфера технологий (отдел ИС и ТТ), пат.пов. А.П.Яковлеву, рег.№ 314

(72) Автор(ы):

Мозер Сергей Петрович (RU)

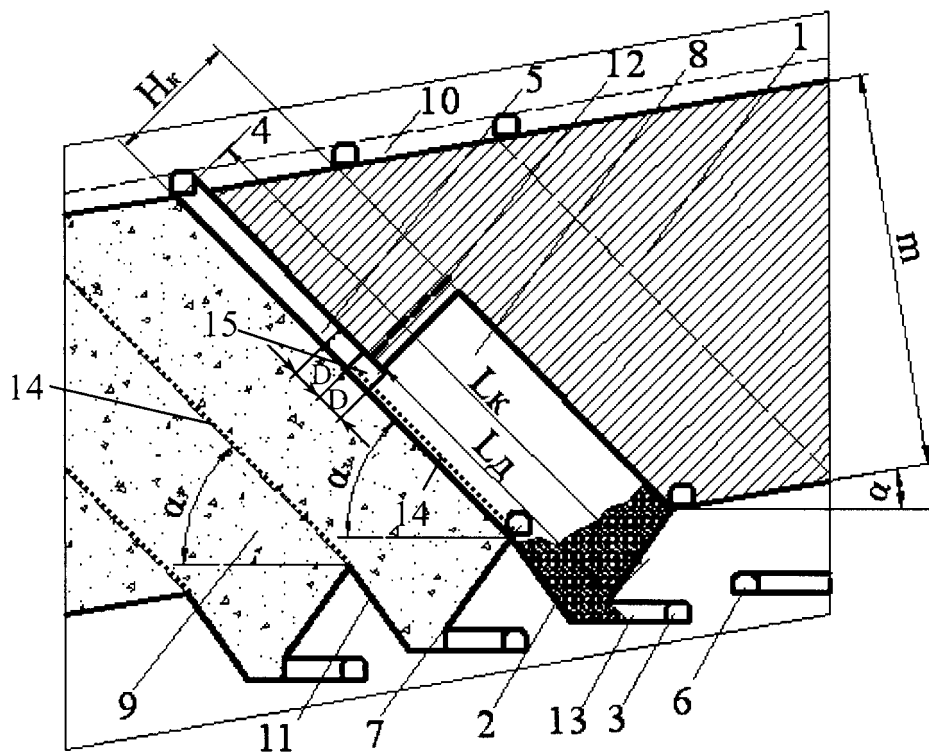
(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный институт имени Г.В. Плеханова (технический университет)" (RU)

## (54) СПОСОБ РАЗРАБОТКИ РУДНЫХ ТЕЛ

(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу, в частности к разработке горизонтальных и слабонаклонных рудных тел подземным способом. Техническим результатом является снижение себестоимости конечной продукции, расширение области применения, снижение трудоемкости проведения операций способа. Способ включает разделение выемочного участка на камеры, оформление в нижней части камеры подсечного пространства и рудоприемных выработок, послойную отбойку руды на закладочный массив комплектами скважин с одновременной доставкой руды силой взрыва в рудоприемные выработки, закладку камер после их отработки. По мере отбойки слоев параллельными скважинами с одновременной короткозамедленной отбойкой выработки для их бурения с шириной D, равной двум линиям наименьшего сопротивления, над закладочным массивом из сыпучего закладочного материала монтируют секциями гибкое перекрытие с шириной камеры, равной линии наименьшего сопротивления, и длиной секции, равной ширине камеры, а угол наклона камеры принимают равным углу естественного откоса сыпучего закладочного материала, причем высоту камер принимают из условия наиболее полного заполнения сыпучим закладочным материалом. 1 з.п. ф-лы, 2 ил



Фиг. 2

Изобретение относится к горному делу, в частности к разработке горизонтальных и слабонаклонных рудных тел подземным способом.

Известен способ разработки наклонных рудных тел (патент РФ № 2081319, E21C 41/22, опубл. 1994.04.28). Сущность: при выемке рудного запаса в верхней половине камеры руду отбрасывают силой взрыва в специальную траншею с плоским дном, создаваемую посередине камеры и ориентированную по простиранию, из которой руда после отбойки каждого слоя убирается погрузочно-доставочными машинами с дистанционным управлением. При этом траншея создается путем взрывания пробуренных из траншейного штрека скважин и оформлением откоса при уборке навала руды, отбитой в камере, без отбрасывания ее в нижние рудоприемные выработки. Высота откоса принимается с учетом общей емкости траншеи, достаточной для размещения в ней отбитой в слое руды с учетом ее разрыхления, а также с учетом траектории полета кусков руды, отбитой из верхней части слоя, с тем, чтобы они попали непосредственно в траншею.

Недостатком данного способа является узкая область применения, связанная с возможностью использования только на наклонных рудных телах.

Известен способ разработки наклонных рудных тел (заявка на изобретение РФ № 94024953, E21C 41/22, опубл. 1996.06.10). Сущность: способ заключается в разделении выемочного участка на камеры, ориентированные по падению, оформлении в нижней части камеры подсечного пространства и рудоприемных выработок, послойной отбойке руды веерными комплектами скважин, пробуриваемыми в рудном массиве из наклонного бурового восстающего, с одновременной доставкой руды силой взрыва в рудоприемные выработки, формировании магнитного поля в примыкающем к кровле объеме выработанного пространства камеры, вектор магнитной индукции которого располагают горизонтально и в направлении доставки руды. Кроме того, магнитное поле формируют на время производства взрывных работ в камере. Для формирования магнитного поля используют электромагниты, которые размещают на сопряжении горизонтальных сбоек и выработанного пространства камеры, при этом сбойки проходят из вспомогательных штреков, пройденных в межэтажных целиках, прилегающих к рудоприемным выработкам камеры.

Недостатком данного способа является узкая область применения, связанная с возможностью использования только на наклонных рудных телах.

Известен способ перемещения горной массы в камере при разработке руды (а.с. СССР № 1786882, E21C 41/22, опубл. 20.09.1999). Способ включает проходку подсечного штрека, отбойку и

магазинирование полезного ископаемого между породами висячего и лежащего боков, обрушение потолочины блока и генеральный выпуск полезного ископаемого под разделяющим гибким перекрытием с направляющими элементами. Способ характеризуется тем, что направляющие элементы крепят в подсечном штреке и по мере слоевой отбойки полезного ископаемого навешивают по висячему и лежащему бокам по всей высоте отработываемого блока до уровня его потолочины, на указанном уровне направляющие элементы пропускают через края гибкого перекрытия у боковых пород и закрепляют, а при выпуске полезного ископаемого направляющие элементы удерживают у висячего и лежащего боков замагазинированным полезным ископаемым и обрушающимися боковыми породами.

Недостатком данного способа является низкая производительность блока, связанная с необходимостью магазинирования руды в блоке.

Известен способ разработки мощного крутого пласта полезного ископаемого с закладкой выработанного пространства (патент РФ № 2283431, E21C 41/18, опубл. 10.09.2006). Способ включает отработку горизонтального слоя полосами по простиранию механогидравлической отбойкой и транспортировкой горной массы с заполнением заходок литой твердеющей закладкой и оставлением в них выработок для последующей подачи в выработанное пространство комбинированной закладки. Отработку пласта ведут полосами в нисходящем порядке с оставлением в нижележащих полосах штрека и печей. Отработку следующей полосы осуществляют гидромонитором, а за гибкое перекрытие в выработанное пространство из бункера с помощью конвейера подают породу, которая пропитывается литой твердеющей закладкой при заполнении подготовительных выработок.

Недостатком данного способа является низкая производительность блока, связанная с необходимостью магазинирования руды в блоке, и высокая стоимость твердеющего закладочного материала.

Известен способ разработки рудных тел, принятый за прототип (патент РФ № 2365754, E21C 41/22, опубл. 27.08.2009). Технический результат достигается тем, что в способе разработки рудных тел, включающем разделение выемочного участка на камеры, оформление в нижней части камеры подсечного пространства и рудоприемных выработок, послонную отбойку руды веерными комплектами скважин, пробуриваемыми в рудном массиве из наклонного бурового восстающего с одновременной доставкой руды силой взрыва в рудоприемные выработки, закладку камер после их отработки, согласно изобретению отбойку руды ведут на закладку, а угол наклона  $\alpha_3$  закладки принимают равным  $18-45^\circ$  к горизонтали, причем высоту камер принимают равной от 8 до 20 м, а наклонную длину камер  $L_k$  принимают из выражения:

$$L_k = \frac{H_k}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha_3 + \frac{v_0}{2 \cdot \cos \alpha_3} \cdot \frac{\sqrt{3 \cdot v_0 \cdot \sin \alpha_3 + g \cdot v_0 \cdot \sin^2 \alpha_3 + 8 \cdot g \cdot H_k}}{2g}, \text{ м}$$

где  $H_k$  - высота камеры, м;  $\alpha_3$  - угол наклона закладки;  $v_0$  - начальная скорость полета отбитой массы, определяемая по формуле:

$$v_0 = K_{\text{ст}} \cdot \sqrt[3]{\left( \frac{W \cdot B_k \cdot q_{\text{ВВ}}}{W^3} \right)^2}, \text{ м/с;}$$

$K_{\text{ст}}$  - структурный коэффициент,  $K_{\text{ст}}=1,1-1,3$ ;  $g$  - ускорение свободного падения,  $g=9,81 \text{ м/с}^2$ ;  $W$  - линия наименьшего сопротивления, м;  $B_k$  - ширина отбиваемого слоя, м;  $q_{\text{ВВ}}$  - удельный расход ВВ,  $\text{кг/м}^3$ .

Недостатком данного способа является высокая стоимость конечного продукта, связанная с необходимостью использования твердеющего закладочного материала.

Техническим результатом способа является снижение стоимости конечной продукции за счет использования для формирования закладочного массива сыпучего закладочного материала.

Технический результат достигается тем, что в способе разработки рудных тел, включающем разделение выемочного участка на камеры, оформление в нижней части камеры подсечного пространства и рудоприемных выработок, послонную отбойку руды на закладочный массив комплектами скважин с одновременной доставкой руды силой взрыва в рудоприемные выработки, закладку камер после их отработки, согласно изобретению по мере отбойки слоев параллельными скважинами с одновременной короткозамедленной отбойкой выработки для их бурения с шириной  $D$ ,

равной двум линиям наименьшего сопротивления, над закладочным массивом из сыпучего закладочного материала монтируют секциями гибкое перекрытие с шириной секции, равной линии наименьшего сопротивления, и длиной секции, равной ширине камеры, а угол наклона камеры принимают равным углу естественного откоса сыпучего закладочного материала, причем высоту камер принимают из условия наиболее полного заполнения сыпучим закладочным материалом.

Технический результат достигается также тем, что на почву камеры по всей длине перед началом очистной выемки укладывают тросы, концы которых выводят к лебедке, к которым крепят по мере монтажа секции гибкого перекрытия, а после отработки запасов камеры вытягивают с помощью тросов гибкое перекрытие.

Применение предлагаемого способа по сравнению с прототипом позволяет снизить стоимость конечной продукции за счет применения сыпучего закладочного материала.

Способ разработки рудных тел поясняется чертежами, на фиг.1 изображен вертикальный разрез горизонтального рудного тела, на фиг.2 изображен вертикальный разрез слабонаклонного рудного тела, где:

- 1 - рудное тело;
  - 2 - отбитая руда;
  - 3 - полевой откаточный штрек;
  - 4 - полевой вентиляционно-закладочный штрек;
  - 5 - наклонный буровой восстающий;
  - 6 - полевой траншейный штрек;
  - 7 - рудный вентиляционный штрек;
  - 8 - очистная камера;
  - 9 - закладочный массив из сыпучего закладочного материала;
  - 10 - вентиляционно-закладочный орт;
  - 11 - рудоприемная выработка, например траншея;
  - 12 - параллельные комплекты скважин;
  - 13 - погрузочный заезд в траншею;
  - 14 - гибкое перекрытие, выполненное, например, из мелкоячеистой металлической сетки;
  - 15 - выработка для бурения параллельных комплектов скважин;
- $\alpha_3$  - угол естественного откоса сыпучего закладочного материала;
- D - ширина выработки для бурения параллельных комплектов скважин, равная двум линиям наименьшего сопротивления;
- $L_k$  - наклонная длина камер;
- $L_d$  - наклонная длина взрыводоставки.

Параметры очистных камер 8 определяют следующим образом. Угол естественного откоса сыпучего закладочного материала  $\alpha_3$  определяют опытным путем в зависимости от его физико-механических характеристик для снижения трудоемкости возведения закладочного массива 9. Угол наклона камеры  $\alpha_3$

принимают равным углу естественного откоса сыпучего закладочного материала, причем высоту камер принимают из условия их наиболее полного заполнения сыпучим закладочным материалом. Технология возведения закладочного массива определяется в первую очередь видом доставки и свойствами сыпучего закладочного материала. При самотечной сыпучей закладке технология возведения закладочного массива 9 базируется на законах сыпучей среды. Состояние естественного равновесия такого закладочного массива 9 выражается определенным соотношением нормальных и касательных напряжений. Нарушение этого соотношения вызывает движение массива под воздействием гравитационных сил и принятие формы, наиболее полно соответствующей естественному равновесию - углу естественного откоса. При угле наклона сыпучего закладочного материала  $\alpha_3$  больше угла естественного откоса закладочного массива при каждом взрывании тот будет приходить в движение и перемещаться в нижнюю часть камеры, что не позволит отработать запасы камеры. Меньший угол откоса приведет к неэффективному использованию энергии взрыва. Возводимый закладочный массив стремится занять образующуюся полость под действием сил гравитации и располагается под углом естественного откоса с учетом стесненности пространства и угла наклона почвы камеры. Выработанное пространство заполняют закладочным материалом с верхней точки, то есть от вентиляционного штрека. В дальнейшем протекает неуправляемый процесс заполнения выработанного пространства закладочным материалом, частицы которого совершают хаотическое движение вследствие стесненности пространства. Плавное сползание закладочного материала нарушается за счет большего значения угла падения пласта, чем угла естественного откоса закладочного материала. Одним из определяющих условий формирования закладочного массива является полнота заполнения выработанного пространства закладочным материалом. Высоту камер принимают из условия более полного заполнения сыпучим закладочным материалом. Текучесть сыпучего закладочного материала зависит от гранулометрического состава и кинематической устойчивости частиц при расклинивании их между неподвижными поверхностями. Кинематическая устойчивость частиц при расклинивании нарушается при числе частиц более трех, а текучесть сыпучего закладочного материала становится удовлетворительной при соотношении:

$$m' \geq (3-5)d_{\max},$$

где  $m'$  - минимальное расстояние между поверхностями почвы и кровли пласта в выработанном пространстве, м;  $d_{\max}$  - максимальный размер частицы закладочного материала, м. Характер приведенного соотношения свидетельствует о том, что при заполнении выработанного пространства расстояние между почвой и кровлей камеры определяет максимальный размер частицы закладочного материала.

Способ разработки рудных тел осуществляют следующим образом. Горизонтальное или слабонаклонное рудное тело 1 подготавливают необходимыми подготовительными и нарезными выработками. Рудное тело 1 по простираню разделяют на камеры из условия образования наклонного фронта очистных работ под углом, равным  $\alpha_3$  - углу естественного откоса сыпучего закладочного материала, определяемому опытным путем. Наклонную длину камер  $L_k$  и наклонную длину взрыводоставки  $L_d$  определяют по известным зависимостям. Проходят полевые откаточные штреки 3, полевые вентиляционно-закладочные штреки 4, соединенные между собой вентиляционно-закладочными ортами 10. Из полевого откаточного штрека 3 проходят погрузочные заезды 13 в траншею 11. Траншею 11 формируют из полевого траншейного штрека 6 путем взрывания восходящих вееров скважин. Выше траншеи 11 для подачи поступающей воздушной струи проходят рудный вентиляционный штрек 7. Затем сбивают его с вентиляционно-закладочным штреком 4 наклонным буровым восстающим 5. Из наклонного бурового восстающего 5 проходят отрезной восстающий и отрезную щель (не показаны). После проходки выработки 15 для бурения параллельных комплектов скважин шириной  $D$ , равной двум линиям наименьшего сопротивления, м, приступают к очистной выемке камер 8.

Линию наименьшего сопротивления - расстояние между рядами параллельных скважин  $W$  - рассчитывают по любой известной методике, например по формуле Л.И.Барона:

$$W = d \sqrt{\frac{0,785 \cdot \Delta \cdot K_3}{m \cdot q}}, \text{ м,}$$

где  $d$  - диаметр скважины в метрах, м;

$\Delta$  - плотность ВВ в скважине в зависимости от способа заряжания, кг/м<sup>3</sup> (при ручном заряжании соответствует естественной плотности ВВ, а при машинном - плотности заряжания зарядчиком в соответствии с его технической характеристикой);

$k_3$  - коэффициент заполнения скважины ВВ ( $k_3=0,80-0,95$ );

$m$  - коэффициент сближения зарядов (при электрическом взрывании,  $m=1-1,5$ );

$q$  - удельный расход ВВ (кг/м<sup>3</sup>).

Руду в очистных камерах 8 отбивают взрыванием восходящих параллельных комплектов скважин 12, пробуренных из выработки 15 в закладочный массив 9 из сыпучего закладочного материала. Выработку 15 проходят из бурового восстающего 5 путем взрывания комплектов горизонтальных скважин, пробуренных из бурового восстающего 5. Горизонтальные скважины взрывают короткозамедленно с основным веером параллельных комплектов скважин 12. Гибкое перекрытие 14 предназначено для отделения от отбитой руды 2 сыпучего закладочного материала 9 и предотвращения разубоживания руды сыпучим закладочным материалом. Гибкое перекрытие 14 монтируют секциями на почве выработки 15 после бурения комплектов параллельных скважин 12. После отбойки первого слоя обувают в соответствии с паспортом буровзрывных работ второй слой, после чего на почву выработки 15 настилают секцию гибкого перекрытия 15. Ширину выработки 15 для бурения параллельных скважин 12 принимают равной двум линиям наименьшего сопротивления для обеспечения пространства, достаточного для безопасного монтажа гибкого перекрытия 15 и бурения комплектов параллельных скважин 12. Гибкое перекрытие 15 монтируют секциями с шириной секции, равной линии наименьшего сопротивления  $W$ , и длиной секции, равной ширине камеры, для обеспечения безопасного проведения работ под защитой консоли руды, то есть без выхода рабочих в открытое выработанное пространство, что запрещено Правилами безопасности. Доставку руды в пределах очистной камеры 8 осуществляют силой взрыва в траншею 11. Свежую струю воздуха подают в очистные камеры 8 по рудным вентиляционным штрекам 7. Исходящую струю воздуха из камер 8 выдают по наклонным восстающим 5 в полевые вентиляционно-закладочные штреки 4, из которых она уходит в вентиляционно-закладочные орты 10. Закладку камер 8 производят сыпучим закладочным материалом для формирования закладочного массива 9 после полной отработки запасов очистных камер 8 по вентиляционно-закладочным ортам 10 и полевым вентиляционно-закладочным штрекам 4 после установки необходимых изоляционных перемычек на рудоприемных выработках 11.

При проектировании параметров разработки оптимизация должна производиться для горнотехнических условий конкретного месторождения. В результате создания гибкого разделяющего перекрытия 14 по всей длине и ширине камеры становится возможным использование сыпучего закладочного материала, что позволит резко снизить затраты на формирование закладочного массива 9. После полной отработки запасов очистной камеры 8 гибкое перекрытие 14 можно извлечь, например, с помощью тросов (не показаны). Тросы перед началом очистной выемки камеры 8 укладывают на ее почву в наклонном буровом восстающем 5. Концы тросов выводят к месту установки лебедок (не показаны) для вытягивания. По мере монтажа гибкого перекрытия 14 из секций их крепят, например, с помощью вязальной проволоки или хомутов к тросам. Число и диаметр тросов принимают исходя из возможной нагрузки на вытягивание гибкого перекрытия 14, определяемой, прежде всего, объемом оставшейся на перекрытии руды и силой сцепления перекрытия с закладочным массивом из сыпучего закладочного материала 9. Направление вытягивания любое, но преимущественно вниз, для того чтобы оставшаяся отбитая руда поступала в рудоприемные выработки 11. После извлечения перекрытия можно использовать для отработки других камер.

Применение предлагаемого способа разработки рудных тел обеспечивает следующие преимущества:

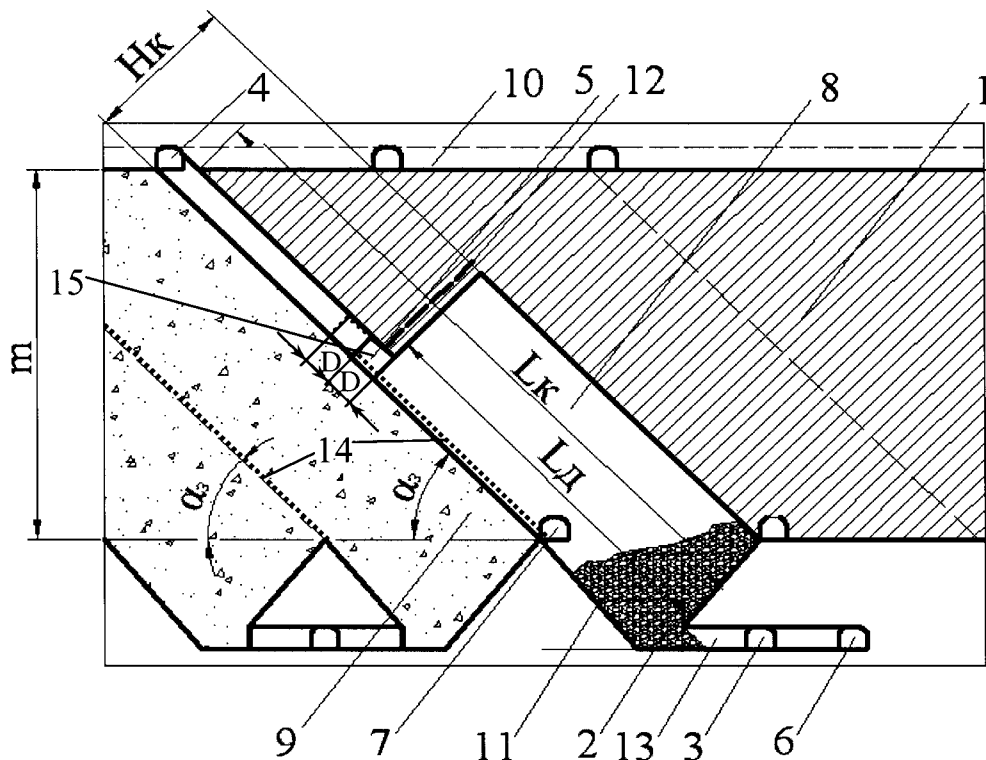
- снижение себестоимости конечной продукции;
- расширение области применения;
- снижение трудоемкости проведения операций способа.

#### Формула изобретения

1. Способ разработки рудных тел, включающий разделение выемочного участка на камеры, оформление в нижней части камеры подсечного пространства и рудоприемных выработок, послынную отбойку руды на закладочный массив комплектами скважин с одновременной доставкой руды силой

взрыва в рудоприемные выработки, закладку камер после их отработки, отличающийся тем, что по мере отбойки слоев параллельными скважинами с одновременной короткозамедленной отбойкой выработки для их бурения с шириной  $D$ , равной двум линиям наименьшего сопротивления, над закладочным массивом из сыпучего закладочного материала монтируют секциями гибкое перекрытие с шириной секции, равной линии наименьшего сопротивления, и длиной секции, равной ширине камеры, а угол наклона камеры принимают равным углу естественного откоса сыпучего закладочного материала, причем высоту камер принимают из условия наиболее полного заполнения сыпучим закладочным материалом.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что на почву камеры по всей длине перед началом очистной выемки укладывают тросы, концы которых выводят к лебедке, к которым крепят по мере монтажа секции гибкого перекрытия, а после отработки запасов камеры вытягивают с помощью тросов гибкое перекрытие.



Фиг. 1