



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2009118242/03**, **13.05.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.05.2009

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **13.05.2009**(43) Дата публикации заявки: **20.11.2010** Бюл. № 32(45) Опубликовано: **27.07.2011** Бюл. № 21

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **АРЕНС В.Ж. и др. Опыт скважинной гидродобычи руд на Шемраевском участке КМА. Горный журнал, №1, 1995, с.23-26. SU 1180508 A, 23.09.1985. SU 1444525 A1, 15.12.1988. SU 1793056 A1, 07.02.1993. RU 2235882 C1, 10.09.2004. US 4536035 A, 20.08.1985.**

Адрес для переписки:

**308000, г. Белгород, Свято-Троицкий б-р, 11,
оф.2, ООО "Белгородская горно-
добывающая компания", исполнительному
директору**

(72) Автор(ы):

**Балашов Анатолий Григорьевич (RU),
Петрченко Виталий Павлович (RU),
Стрельцов Владимир Иванович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Общество с ограниченной
ответственностью "Белгородская горно-
добывающая компания" (RU)**

(54) СПОСОБ СКВАЖИННОЙ ГИДРОДОБЫЧИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ПРИ НАКЛОННОМ ЗАЛЕГАНИИ ПЛАСТОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано для добычи рыхлых, сыпучих или дезинтегрированных различными способами полезных ископаемых через добычные скважины. Способ скважинной гидродобычи полезных ископаемых при наклонном залегании пластов включает сооружение гидродобычных и вспомогательных скважин. Гидродобычные и вспомогательные скважины располагают линиями по простиранию наклонных пластов и пересекают их. Забои вертикальных гидродобычных скважин разбуривают ниже по падению, а вспомогательных скважин, имеющих вертикальные и наклонные части

скважины, вертикальную часть бурят до одноименных наклонных пластов и наклонной частью входят в одноименные продуктивные пласты, как из верхних пластов, так и в пределах продуктивных пластов, и направляют в сторону гидродобычных скважин. Расстояние между линиями расположения гидродобычных и вспомогательных скважин определяют устойчивостью межпластовых пластов-мостов выработанного пространства пластов рыхлых руд, а расстояние между гидродобычными и между вспомогательными скважинами определяют технической возможностью бурения наклонных ответвлений в сторону гидродобычных, обеспечивающих дезинтеграцию рыхлых руд между линиями

расположения гидродобычных и
вспомогательных скважин всех одноименных
пластов, подлежащих отработке и
пересеченных гидродобычными и
вспомогательными скважинами. Обеспечивает
увеличение объема добычи полезного

ископаемого, регулирование объема добычи
рудной массы по глубине гидродобычной
скважины, уменьшение объема работ по
сооружению гидродобычных скважин и
эксплуатационного оборудования на добычу в
единицу времени. 2 ил.

RU 2 4 2 5 2 2 2 C 2

RU 2 4 2 5 2 2 2 C 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2009118242/03, 13.05.2009**(24) Effective date for property rights:
13.05.2009

Priority:

(22) Date of filing: **13.05.2009**(43) Application published: **20.11.2010 Bull. 32**(45) Date of publication: **27.07.2011 Bull. 21**

Mail address:

**308000, g. Belgorod, Svjato-Troitskij b-r, 11,
of.2, OOO "Belgorodskaja gorno-dobyvajushchaja
kompanija", ispolnitel'nomu direktoru**

(72) Inventor(s):

**Balashov Anatolij Grigor'evich (RU),
Petrenchenko Vitalij Pavlovich (RU),
Strel'tsov Vladimir Ivanovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'ju
"Belgorodskaja gorno-dobyvajushchaja
kompanija" (RU)**

(54) METHOD OF HYDRAULIC BOREHOLE MINING OF MINERAL RESOURCES AT INCLINED POSITION OF BEDS

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: method of hydraulic borehole mining of mineral resources at inclined position of beds involves construction of hydraulic mining and auxiliary wells. Hydraulic mining and auxiliary wells are located in lines along the strike of inclined beds and cross them. Bottoms of vertical hydraulic mining wells are drilled downstream, and bottoms of auxiliary wells having vertical and inclined parts of well, the vertical part is drilled to similar inclined beds and the inclined bed enters similar productive formations, both from upper beds and within productive formations, and is directed towards hydraulic mining wells. Distance between location lines of hydraulic mining wells and auxiliary wells is determined with stability of inter-layer beds-

bridges of the worked out area of loose ore beds, and distance between hydraulic mining wells and between auxiliary wells is determined with technical drilling capability of inclined branches towards hydraulic mining wells providing disintegration of loose ores between location lines of hydraulic mining and auxiliary wells of all similar beds subject to development and crossed with hydraulic mining and auxiliary wells.

EFFECT: increasing the scope of mining operations, controlling the mining volume of ore mass as to depth of hydraulic mining well, reducing the scope of construction work of hydraulic mining wells and operating equipment on mining per unit of time.

2 dwg, 2 ex

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано для добычи рыхлых, сыпучих (или дезинтегрированных различными способами) полезных ископаемых через добычные скважины.

Запасы богатых железных руд на Курской магнитной аномалии оцениваются более 60 млрд. тонн. Основная масса залегает на глубинах 450-800 м, покрытая песчано-глинистыми и мергельно-меловыми обводненными отложениями.

Железные руды представляют собой переслаивание крепких и рыхлых руд мощностью до 150-250 м, залегающих под углами от 30 до 80°. Рыхлые руды прочностью от 0 до 3 МПа, составляющие от 15 до 35% от общих запасов руды и пригодные для скважинной гидродобычи (СГД).

Известен «Способ скважинной гидродобычи пластовых наклонных месторождений полезных ископаемых» [изобретение №1180508 от 23.09.85 г.]. Сущность его заключается во вскрытии добычного блока скважинами, пробуренными с поверхности до подстилающих продуктивный пласт пород, выполнении приемной камеры в зоне действия выдачной скважины, размыве полезного ископаемого гидромониторами из скважины, гидротранспорте полученной пульпы к выдачной скважине с последующей откачкой на поверхность, затем бурят скважины по оси добычного блока, совпадающей с углом падения пласта, осуществляют сбойку осевых скважин с приемной камерой, бурят периферийные скважины по линиям, исходящим из осевых скважин под углом к оси блока. Подмыв блока осуществляют, начиная с последней, расположенной по оси скважины, с развитием фронта работ первоначально к периферии блока и далее в направлении падения пласта и к периферии блока.

Все скважины, расположенные по оси добычного блока, гидромониторным размывом соединяются последовательно от выданной к последующей по подошве пласта и образуют транспортную выработку, по которой транспортируют по падению пласта полезное ископаемое из всех скважин блока.

Недостатком этого способа отработки наклонного пласта полезного ископаемого с помощью вспомогательных скважин применительно к условиям залегания наклонных пластов железных руд на КМА, представленных неустойчивыми рыхлыми, сыпучими, обваливающимися рудами, является то, что в этом способе предусматривают создание транспортных выработок от верхней границы блока к выдачной скважине по подошве продуктивного пласта, а также по ответвлениям от центральной транспортной выработки до крайних вспомогательных скважин блока путем размыва гидромониторной струей от скважины к скважине с последующим размывом полезного ископаемого и подачу потоком от удаленных скважин ответвлений к центральной транспортной выработке и к выдачной скважине.

Создание таких транспортных выработок в рыхлых осыпающихся железных рудах невозможно ввиду оплывания, обваливания их и перекрытия при углах наклона пластов преимущественно более 45°.

Наиболее близким к заявляемому способу и выбранным в качестве прототипа является известный способ скважинной гидродобычи железных руд, примененный на КМА [В.Ж.Аренс, А.В.Панков, А.Г.Балашов и др. «Опыт скважинной гидродобычи руд на Шемраевском участке КМА». Горный журнал №1, 1995 г, с.23-26]. Этот способ характеризуется сооружением гидродобычных и вспомогательных скважин. Так, на участке в период 1988-1993 г.г. проведены опытно-методические работы по скважинной гидродобыче железных руд.

Было пробурено четыре гидродобычные вертикальные скважины с конечным

диаметром 300 мм и 15 скважин контрольных, вспомогательных, гидрогеологических диаметром 90-150 мм. Геологический разрез (Большепетровское железорудное месторождение) типичный для месторождений КМА. Общая мощность осадочных пород надрудной толщи 430-460 м. Рудная толща мощностью до 420 м. Мощность
5 пластов рыхлых ($\sigma_{сж}$ - 0÷3 МПа) богатых руд от 45 до 80 м, с углом наклона к горизонтالي более 45°.

Всеми гидродобычными скважинами были вскрыты все пласты рыхлых руд. Размыв пластов производился гидромониторными струями, подъем пульпы эрлифтом
10 различных гидродобычных снарядов. Выдача рудной массы составляла от 2 до 22 т/ч, затухая во времени.

Для интенсификации дезинтеграции рудных пластов использовали пневмогидроимпульсное, гидроударное воздействие, депрессионный метод в гидродобычных скважинах путем снижения уровня в скважинах закачкой в них
15 воздуха под давлением до 3-4 МПа, а также закачкой воздуха во вспомогательные скважины.

В отдельные интервалы времени подача рудной массы доходила до 60 т/ч. Средняя производительность составляла ≈10 т/ч.

Вследствие не регулируемого отбора рудной массы по глубине и поступления ее к всасу эрлифта в гидродобычных скважинах образовались крупные камеры с последующими обвалами, сдвижением глыб крепких пород и руд, что приводило к изгибу и разрыву в резьбовых соединениях пульпоподъемных колонн гидродобычных
20 снарядов.

В период опытно-методических работ было добыто до 90 тыс. тонн железной руды из четырех скважин. Теоретическими расчетами было определено, что из каждой скважины может быть добыто 100-150 тыс. тонн руды.

Недостатком описанного способа является цикличность работы одиночных
30 добычных скважин, связанная с необходимостью предварительной дезинтеграции пластовых руд через гидродобычные скважины с применением малоэффективных методов дезинтеграции рудной массы и накопления ее в гидродобычной скважине.

Как показывают теоретические исследования и опытные работы в скважинах по разрушению пород гидромониторной струей, действие ее на преграду в затопленном пространстве с глубиной снижается и при глубинах свыше 500 м доходит до нуля на расстоянии 50-70 см от сопла при скорости истечения струи до 100-150 м/с.

В гидродобычных скважинах происходит самообрушение рыхлых железных руд вследствие разности горного давления в стенках скважины и гидростатического
40 противодействия в скважине, но объем рудной массы зависит от обнаженной поверхности стенок скважины (уширения), прочности рыхлых руд на одноосное сжатие и недостаточной в единицу времени по сравнению с расчетной производительностью гидродобычных скважин.

Другие примененные методы дезинтеграции - пневмоимпульсный, гидроударный -
45 также малоэффективные. Наиболее эффективный депрессионный по сравнению с другими, но на отжатие уровня жидкости в скважине требуются большие энергозатраты на работу компрессоров, а непродолжительное время подъема уровня снижает общий эффект.

Задачей заявляемого изобретения является разработка способа скважинной
50 гидродобычи полезных ископаемых при наклонном залегании пластов для условий КМА и их подобным, способов регулируемой доставки к гидродобычным скважинам массы измельченных рыхлых руд из наклонно залегающих пластов, пересекаемых

гидродобычными и вспомогательными скважинами, в количестве, обеспечивающем охрану недр и безаварийный расчетный объем добычи известными средствами через гидродобычные скважины.

Техническими результатами, которые могут быть получены при использовании заявляемого изобретения, являются:

- увеличение объема добычи полезного ископаемого из одной гидродобычной скважины и объема добычи в единицу времени по сравнению с ныне достигнутыми опробованными в настоящее время на объектах КМА при скважинной гидродобыче;
- регулирование объема добычи рудной массы по глубине гидродобычной скважины, предотвращающее обвалы и осложнения в скважине;
- уменьшение объема работ по сооружению гидродобычных скважин и эксплуатационного оборудования на добычу единицы рудной массы;
- уменьшение удельных капитальных затрат на добычу руды.

Решение вышеуказанных задач и достижение перечисленных технических результатов стало возможным благодаря тому, что в известном способе скважинной гидродобычи полезных ископаемых при наклонном залегании пластов, включающем сооружение гидродобычных и вспомогательных скважин, гидродобычные и вспомогательные скважины располагают линиями по простирацию наклонных пластов и пересекают их, причем забои вертикальных гидродобычных скважин разбуривают ниже по падению пластов, а вспомогательных скважин, имеющих вертикальные и наклонные части скважины, вертикальную бурят до одноименных наклонных пластов и наклонной частью входят водноименные продуктивные пласты, как из верхних пластов, так и в пределах продуктивных пластов, и направляют в сторону гидродобычных скважин, расстояние между линиями расположения гидродобычных и вспомогательных скважин определяют устойчивостью межпластовых пластов - мостов выработанного пространства пластов рыхлых руд, а расстояние между гидродобычными и между вспомогательными скважинами определяют технической возможностью бурения наклонных ответвлений в сторону гидродобычных, определяющих дезинтеграцию рыхлых руд между линиями расположения гидродобычных и вспомогательных скважин всех одноименных пластов, подлежащих отработке и пересеченных гидродобычными и вспомогательными скважинами.

Изобретение иллюстрируют следующие чертежи.

Фиг.1. Сечение блока гидродобычных и вспомогательных скважин по наклонному продуктивному пласту (вид сверху).

Фиг.2. Вертикальное сечение гидродобычной и вспомогательной скважин по их осям, расположенным вкрест простираения рудной толщи.

Способ скважинной гидродобычи полезных ископаемых при наклонном залегании пластов осуществляют следующим образом.

По расчетной схеме добычного блока фиг.1, ограниченного точками АБСД, бурят ряд гидродобычных скважин по простирацию рудной толщи, пересекающих нижний продуктивный пласт 3 (фиг.2) вертикально до некоторой глубины в подстилающий пласт крепких руд 4 и кварцитов 5. На расстоянии L_1 в сторону подъема продуктивных пластов руд бурят вспомогательные скважины 2, не менее чем по одной в плоскостях, проходящих вкрест простираения пластов через скважины 1 и не менее чем по одной вспомогательной скважине 2 для каждой гидродобычной скважины между ними, а также по одной крайней вспомогательной скважине в точках А и Б на равных расстояниях, которые используют как для скважин 1 данного

добычного блока, так и для аналогичных левого и правого добычных блоков при их сооружении.

В порядке очередности отрабатывают продуктивные пласты руд 3 (их могут отрабатывать «снизу-вверх», «сверху-вниз» или в порядке возрастания прочностных свойств рыхлых руд на одноосное сжатие), в гидродобычных скважинах производят уширение 6 в стволе скважины в зоне отрабатываемого пласта гидромониторным или другим способами.

Из вспомогательных скважин 2 производят бурение ответвлений типа 7 в сторону уширения к ближайшим гидродобычным скважинам 1, расположенным в плоскостях, проходящих вкрест простирания рудной толщи через оси гидродобычной и вспомогательной скважин.

Ответвление 7 может быть пробурено в слое пласта, близкого к кровле его 7₁, в средней части пласта 7₂ или подошве 7₃ в зависимости от мощности продуктивного пласта и прочности рыхлых руд на одноосное сжатие.

После сбойки вспомогательных скважин ответвлениями 7 с гидродобычными производят расширение приемного уширения 6 гидродобычной скважины буровым инструментом, как правило, гидродвигателем с кривым переводником.

Расширение производят путем бурения с расхаживанием бурового става на длину рабочей трубы буровой установки с поворотом на допустимый угол. Такое расширение может быть выполнено при необходимости ступенями до 3/4 длины ответвления 7.

Одновременно с расширением наклонного ответвления 7 возможно применение волнового воздействия в сочетании с гидроразрывом струей волновым генератором по патенту №2310078 от 10.08.2006 г. для усиления дезинтеграции рудного массива отрабатываемого пласта.

При расширении наклонных ответвлений 7 из гидродобычных скважин 1 производят откачку пульпы для определения производительности скважины и очистки уширения 6. Затем проходят ответвления 8₁ и 8₂, 9₁ и 9₂ и т.д. слева и справа от центральных сбоечных из каждой вспомогательной скважины, наращивая производительность гидродобычных скважин до расчетных величин, увеличивая количество ответвлений до 6-7 из каждой вспомогательной, покрывая равномерно площадь блока по продуктивному пласту.

Во вспомогательные скважины производят подачу воды не только через рабочие инструменты, но и через устья в объеме не менее откачиваемой эрлифтной системой из каждой гидродобычной скважины.

Контроль выработанного пространства пласта производят через гидродобычные скважины и специальные, предназначенные для контроля рудного массива. Кроме того, контролируют учет объема добычи рудной массы.

По окончании извлечения из отработанного пласта расчетного объема полезного ископаемого при необходимости производят тампонаж твердеющей смесью необходимой прочности околоствольных пространств скважин и после твердения восстанавливают вертикальные стволы гидродобычных и вспомогательных скважин и переходят к аналогичным работам по отработке очередного пласта полезного ископаемого. При отработке пластов по схеме «снизу-вверх» тампонажные работы выработанных околоствольных камер и вертикальных стволов скважин могут не производиться.

Практическую применимость и эффективность заявляемого способа скважинной гидродобычи полезных ископаемых при наклонном залегании пластов показывают

примеры конкретного применения.

Пример 1. В геологических условиях Большетроицкого месторождения железных руд (как это описано в прототипе) богатые руды общей мощностью до 422 и по кровле, в том числе рыхлых и полурыхлых ($\sigma_{сж} - 0 \div 3$ МПа), подлежащих скважиной гидродобыче со средней суммарной мощностью пластов 70 м, вскрывают четырьмя одиночными гидродобычными скважинами все пласты одновременно. Бурят контрольные, вспомогательные, гидрогеологические, всего 15 штук (методических скважин).

Производят добычу руды из одиночных скважин независимо во времени, используя для наблюдений за массивом и воздействия на них методические. Размыв (дезинтеграцию) рудного массива производили гидромониторными струями. Подъем пульпы производили эрлифтом различными гидродобычными снарядами. За период проведения опытно-методических работ было добыто 80-90 тыс. тонн руды из четырех скважин. По расчетам гидродобычная скважина обеспечивала добычу 100-150 тыс. тонн руды, что составляет в среднем на одну скважину 125 тыс. тонн.

Пример 2. В тех же геологических условиях по заявляемому способу скважинной гидродобычи полезных ископаемых при наклонном залегании пластов добычу производят блоком скважин из 3-х гидродобычных и семи вспомогательных. Кроме того, имеется ряд скважин, как и в прототипе, методических для контроля за массивом и добычным блоком.

Гидродобычные скважины служат для подъема рудной массы гидродобычными снарядами с эрлифтной системой. Вспомогательные скважины служат для подачи рыхлых руд продуктивных пластов в гидродобычные скважины.

Добычный блок представляет в плане полосу шириной 35 м и длиной 150 м по простиранию пластов рудного массива.

Для упрощения расчета эффективности гидродобычи железных руд заявляемым способом примем, что эксплуатационные расходы в прототипе и заявленном способе одинаковые. Основные затраты составляют капитальные - сооружение скважин.

В заявляемом способе сравнивается блок скважин. Так как соотношение стоимости скважин равно соотношению их диаметров во второй степени, то стоимость семи

вспомогательных равна одной гидродобычной $\left(\frac{400^2}{150^2} = 7,1 \right)$.

Так как вспомогательные крайние скважины блока могут быть использованы для левого и правого блоков, то можно принять кратность 7 единиц.

Объем рыхлых руд добычного блока определим исходя из размеров блока и общей мощности рыхлых руд 70 м:

- длина блока по простиранию при расстоянии между гидродобычными скважинами 50 м составляет 150 м, считая левое и правое крыло по 25 м.

- длина блока по 7-ми вспомогательным скважинам составляет 150 м при расстоянии между ними по 25 м;

- длина продуктивных пластов между гидродобычными скважинами и вспомогательными 60 м при падении рудных пластов под углом 55° .

Объем рыхлых руд составит

$$60 \times 150 \times 70 = 630 \text{ тыс. м}^3.$$

Средняя плотность рыхлых руд $\geq 3,5 \text{ т/м}^3$.

Масса рыхлых руд блока составит 2205 тыс. тонн.

Примем коэффициент извлечения руды из недр 50%. Приравнивая стоимость семи

вспомогательных скважин к стоимости одной гидродобычной, можем сравнивать расчетные добычи на одну скважину прототипа и заявляемого способа.

Добыча руды на одну скважину заявляемого способа составляет

$$\frac{2205}{2 \times 4} = 276 \text{ тыс. тонн}$$

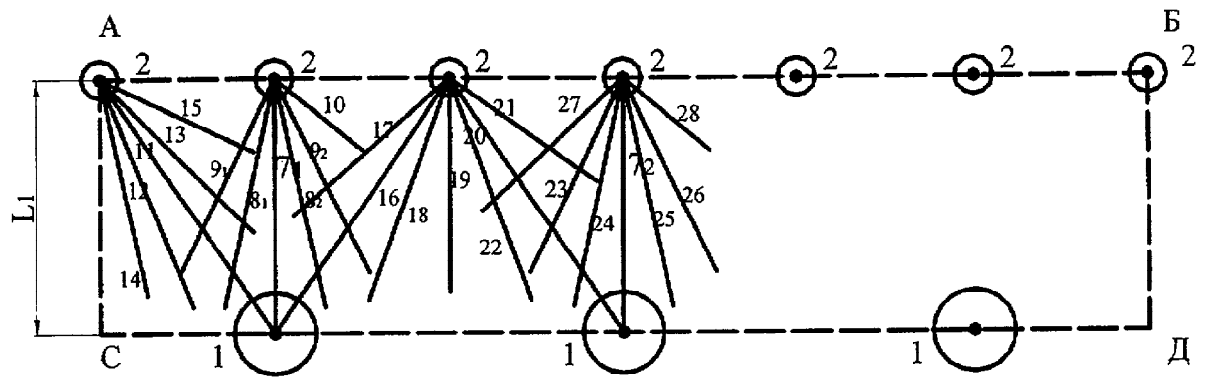
Соотношение массы руды, добытой заявляемым способом и прототипом, составляет: $\frac{276}{125} = 2,21$ раза больше, т.е. стоимость капитальных затрат на добычу 1 т

руды заявляемым способом ниже в 2,21 раза.

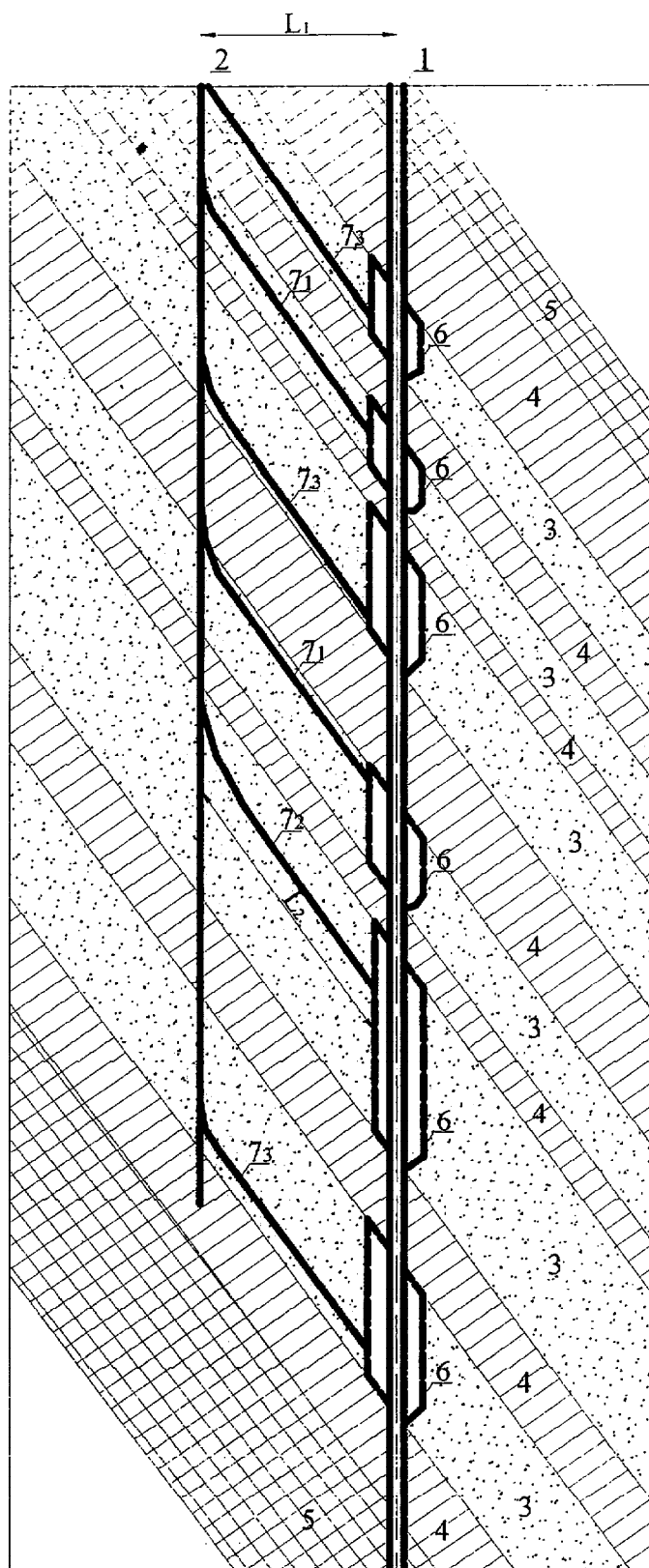
Кроме того, в заявляемом способе подача рудной массы регулируется вспомогательными скважинами, что позволяет отбирать из каждого пласта расчетную массу руды, определяемую мощностью пластов крепких руд и их прочностью, что исключает осложнения в гидродобычных скважинах, происходивших при работах по добыче руды по прототипу, что повышает стоимость 1 т руды. Из изложенного следует, что заявляемый способ добычи полезных ископаемых при наклонном залегании пластов благодаря совокупности существенных признаков при применении его на Большетроицком месторождении КМА и аналогичных других на КМА более чем в 2 раза снижает стоимость капитальных затрат по сравнению с реализованным способом по примеру 1.

Формула изобретения

Способ скважинной гидродобычи полезных ископаемых при наклонном залегании пластов, включающий сооружение гидродобычных и вспомогательных скважин, отличающийся тем, что гидродобычные и вспомогательные скважины располагают линиями по простиранию наклонных пластов и пересекают их, причем забой вертикальных гидродобычных скважин разбуривают ниже по падению, а вспомогательных скважин, имеющих вертикальные и наклонные части скважины, вертикальную часть бурят до одноименных наклонных пластов и наклонной частью входят в одноименные продуктивные пласты, как из верхних пластов, так и в пределах продуктивных пластов, и направляют в сторону гидродобычных скважин, расстояние между линиями расположения гидродобычных и вспомогательных скважин определяют устойчивостью межпластовых пластов-мостов выработанного пространства пластов рыхлых руд, а расстояние между гидродобычными и между вспомогательными скважинами определяют технической возможностью бурения наклонных ответвлений в сторону гидродобычных, обеспечивающих дезинтеграцию рыхлых руд между линиями расположения гидродобычных и вспомогательных скважин всех одноименных пластов, подлежащих отработке и пересеченных гидродобычными и вспомогательными скважинами.



Фиг. 1



Фиг. 2