

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2405108

**СПОСОБ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ КРУТОПАДАЮЩИХ
ЗАЛЕЖЕЙ НЕУСТОЙЧИВЫХ РУД**

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

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № **2009115389**

Приоритет изобретения **22 апреля 2009 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **27 ноября 2010 г.**

Срок действия патента истекает **22 апреля 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: **2009115389/03, 22.04.2009**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
22.04.2009(46) Опубликовано: **27.11.2010**(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2209972 C1, 10.08.2003. SU 546715 A1, 15.02.1977. SU 750072 A, 23.07.1980. SU 829950 A1, 15.05.1981. SU 1054543 A1, 15.11.1983. RU 2069748 C1, 27.11.1996.**Адрес для переписки:
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, СПГГИ(ТУ), патентный отдел, пат.пов. А.П.Яковлеву

(72) Автор(ы):

**Зубов Владимир Павлович (RU),
Луговской Юрий Николаевич (RU)**

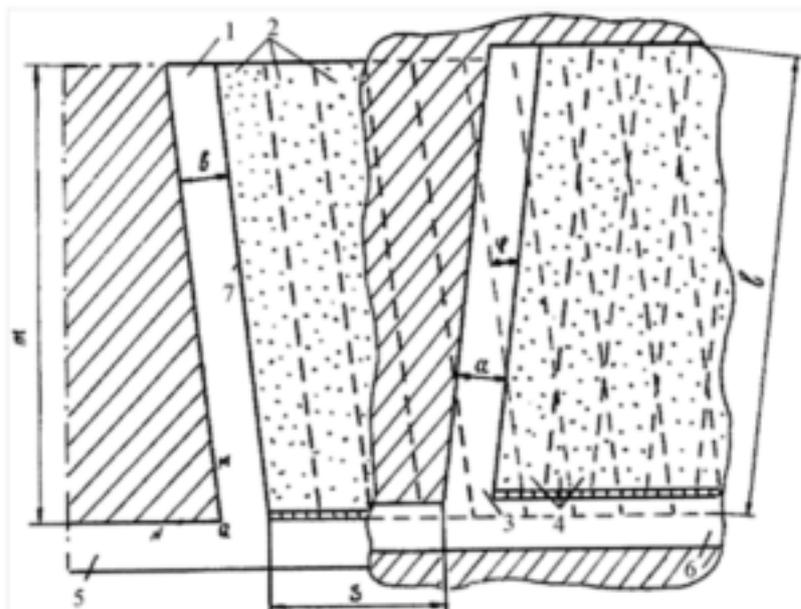
(73) Патентообладатель(и):

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

(54) СПОСОБ РАЗРАБОТКИ МОЩНЫХ КРУТОПАДАЮЩИХ ЗАЛЕЖЕЙ НЕУСТОЙЧИВЫХ РУД

(57) Реферат:

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при подземной разработке залежей неустойчивых руд. Способ разработки мощных крутопадающих залежей неустойчивых руд включает разделение рудного тела на слои, обрабатываемые в нисходящем порядке, проведение в слоях стартовых выработок, выемку руды заходками и закладку заходок твердеющими материалами. При выемке первого слоя заходки проходят в крест простирания рудной залежи, продольные оси заходок второго и последующих слоев располагают под углом к продольным осям очистных заходок, пройденных в вышерасположенном слое. Выемку второго и последующих слоев ведут под закладочным массивом с неснижаемым отставанием от границы закладочного массива в вышерасположенном слое, величину которого определяют из выражения. При использовании в рядом расположенных слоях одноименных стартовых подготовительных выработок - штреков или ортов, величину угла между продольными осями заходок определяют из выражения. При использовании в рядом расположенных слоях разноименных стартовых подготовительных выработок величину угла между продольными осями заходок, проходимыми в рядом расположенных слоях, принимают равным 45-90°. Техническим результатом заявляемого способа является повышение безопасности горных работ и снижение затрат на крепление очистных заходок и закладку выработанного пространства. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к горному делу и может быть использовано при подземной разработке мощных крутопадающих залежей неустойчивых руд.

Известен способ подземной разработки неустойчивых руд (патент РФ № 2309253, опубликован 2007.10.27, E21C 41/22), включающий разделение рудного тела на горизонтальные или слабонаклонные слои, обрабатываемые в восходящем порядке, выемку слоев горизонтальными или слабонаклонными очистными заходками и закладку заходок твердеющими материалами.

Недостатками данного способа являются повышенная опасность горных работ и значительные затраты на крепление очистных заходок и закладку выработанного пространства. Это объясняется периодическим, по мере отработки слоев, деформированием подрабатываемого рудного массива, связанным с неполным заполнением выработанного пространства закладочным материалом, уплотнением закладочного массива в процессе его твердения и ведением очистных работ в слоях. При этом в связи с увеличением степени нарушенности подрабатываемого рудного массива переход на отработку каждого нового вышерасположенного слоя сопровождается существенным возрастанием опасности горных работ и издержек производства.

Известен способ подземной разработки руд (патент РФ № 2209972, опубликован 10.08.2003, E21C 41/22), принятый в качестве способа-прототипа. Данный способ включает разделение рудного тела на этажи, а этажей на горизонтальные или слабонаклонные слои, обрабатываемые в нисходящем порядке. В слоях проходят стартовые подготовительные выработки. Выемку руды в пределах слоев производят горизонтальными или слабонаклонными очистными заходками, проходимыми от стартовых подготовительных выработок. Заходки после их проведения на всю длину закладывают твердеющими материалами. В качестве стартовых выработок используют обычно штреки или орты.

Недостатками данного способа при отработке мощных крутопадающих залежей неустойчивых руд являются повышенная опасность горных работ и значительные затраты на крепление очистных заходок и закладку выработанного пространства. Указанные недостатки связаны с повышенной интенсивностью самопроизвольных обрушений пород кровли в заходках первого слоя, «недозакладами» в местах обрушений кровли заходок, интенсивным отжимом руды в боках заходок, прилегающих к рудному массиву, внезапными сдвигами и опусканиями закладочного массива при отработке второго и последующих слоев.

В наибольшей степени эти недостатки проявляются при отработке крутопадающих месторождений богатых рыхлых железных руд. Примером таких месторождений в России является уникальное по количеству и качеству запасов Яковлевское железорудное месторождение. Главные типы руд данного месторождения - рыхлые железнослюдково-мартитовые и мартито-железнослюдковые руды с пределом прочности на одноосное сжатие от 0,3 до 15 МПа.

При проведении очистных заходок по простиранию рудного тела высота вывалов достигает нескольких метров, в результате сползания руды в боках выработок их ширина увеличивается в 1,5-2,5 раза,

объемы одновременно обрушающейся руды составляют десятки тонн. Для предотвращения этих явлений в очистных заходках устанавливают дорогостоящие рамные крепи с высокой несущей способностью и полной затяжкой кровли и боков заходок, применяют дорогостоящие закладочные материалы с повышенными прочностными характеристиками.

Техническим результатом заявляемого способа является устранение недостатков известного способа, а именно, повышение безопасности горных работ и снижение затрат на крепление очистных заходок и закладку выработанного пространства.

Технический результат достигается тем, что в способе разработки мощных крутопадающих залежей неустойчивых руд, включающем разделение рудного тела на этажи, а этажей - на горизонтальные или слабонаклонные слои, обрабатываемые в нисходящем порядке, проведение в слоях стартовых подготовительных выработок, выемку руды в пределах слоев горизонтальными или слабонаклонными очистными заходками, проходимыми от стартовых подготовительных выработок, и закладку заходок твердеющими материалами, при выемке первого слоя, расположенного в верхней части этажа, заходки проходят в крест простирания рудной залежи, продольные оси заходок второго и последующих слоев располагают под углом к продольным осям очистных заходок, пройденных в ближайшем вышерасположенном слое, при этом выемку второго и последующих слоев ведут под закладочным массивом с неснижаемым отставанием от границы закладочного массива в ближайшем вышерасположенном слое, величину которого определяют из выражения

$$S \geq c + b, \quad (1)$$

где: S - величина неснижаемого отставания выемки второго и последующих слоев от границы закладочного массива в ближайшем вышерасположенном слое,

c - максимальная ширина области рудного массива в боку заходки, разрушенного под воздействием горного давления и веса вышерасположенного закладочного массива,

b - ширина заходки в ближайшем вышерасположенном слое.

При использовании в рядом расположенных слоях одноименных стартовых подготовительных выработок величину угла между продольными осями заходок определяют из выражения

$$45^\circ \geq \varphi \geq \arctg(a+c/l), \quad (2)$$

где: φ - величина угла между продольными осями заходок, пройденных в рядом расположенных слоях,

a - ширина заходки нижерасположенного слоя,

c - максимальная ширина области рудного массива в боку заходки, разрушенного под воздействием горного давления и веса вышерасположенного закладочного массива,

l - длина заходки нижерасположенного слоя.

При использовании в рядом расположенных слоях разноименных стартовых подготовительных выработок величину угла между продольными осями заходок, проходимыми в рядом расположенных слоях, принимают 45-90°.

Сущность заявляемого способа разработки мощных крутопадающих залежей неустойчивых руд поясняется схемами, представленными на фиг.1-3.

На фиг.1 приведена схема, поясняющая взаимное расположение очистных заходок в рядом расположенных слоях (на примере отработки первого и второго слоя) при использовании одноименных стартовых подготовительных выработок (в данном случае - штреков).

На фиг.2 представлена схема, поясняющая месторасположение области рудного массива шириной «С» в боку заходки, разрушенного под воздействием горного давления и веса вышерасположенного закладочного массива.

На фиг.3 приведена схема, поясняющая взаимное расположение заходок первого и второго слоев при

использовании в рядом расположенных слоях разноименных стартовых подготовительных выработок (в первом слое - штрек, во втором слое - орт)

На фиг.1, 2 и 3:

1 - заходка первого (вышерасположенного) слоя,

2 - закладочный массив, созданный в результате заполнения заходок первого слоя твердеющими материалами,

3 - заходка второго (нижерасположенного) слоя,

4 - закладочный массив, созданный в результате заполнения заходок второго слоя твердеющими материалами,

5 - штрек первого слоя,

6 - штрек второго слоя,

7 - граница закладочного массива в первом слое,

8 - орт,

φ - величина угла между продольными осями заходок, пройденных в первом и втором слоях,

h_1 - мощность первого слоя,

h_2 - мощность второго слоя,

b - ширина заходки в первом слое,

a - ширина заходки во втором слое,

c - максимальная ширина области рудного массива в боку заходки, разрушенного под воздействием горного давления и веса вышерасположенного закладочного массива,

S - величина неснижаемого отставания выемки второго слоя от границы закладочного массива в первом слое,

QNM - область рудного массива с повышенной концентрацией напряжений, расположенная между заходкой 1 и стартовой выработкой 5 первого слоя,

m - мощность рудной залежи,

d - величина опускания закладочного массива, созданного при отработке первого слоя, связанная с уплотнением закладочного массива второго слоя под воздействием собственного веса и «недозакладом» во втором слое,

l - длина заходки второго слоя,

ABCD - панель (выемочный участок) первого слоя,

DCEF - панель (выемочный участок) второго слоя,

Способ осуществляют следующим образом. Мощную крутопадающую залежь неустойчивых руд разделяют на этажи, а этажи на горизонтальные или слабонаклонные слои. Слои отработывают в нисходящем порядке. Для подготовки слоя к отработке проводят стартовые подготовительные выработки. В качестве стартовых подготовительных выработок используют штреки (штрековая подготовка) или орты (ортовая подготовка). Выемку руды в пределах слоев осуществляют путем проведения от стартовых подготовительных выработок горизонтальных или слабонаклонных очистных

заходок. После проходки заходки на всю длину производят ее закладку твердеющими материалами.

При выемке первого слоя, расположенного в верхней части этажа, заходки проходят в крест простирания рудной залежи. Продольные оси заходок второго и последующих слоев располагают под углом φ (фиг.1 и 3) к продольным осям очистных заходок, пройденных в ближайшем вышерасположенном слое.

Выемку второго и последующих слоев ведут под закладочным массивом с неснижаемым отставанием от границы закладочного массива в ближайшем вышерасположенном слое, величину которого определяют из выражения (1).

При использовании в рядом расположенных слоях одноименных стартовых подготовительных выработок (фиг.1) величину угла между продольными осями заходок определяют из выражения (2).

При использовании в рядом расположенных слоях разноименных стартовых подготовительных выработок (фиг.3) величину угла между продольными осями заходок, проходимыми в рядом расположенных слоях, принимают 45-90°.

Обоснование существенности отличительных признаков.

«... при выемке первого слоя, расположенного в верхней части этажа, заходки проходят в крест простирания рудной залежи ...»

При отработке мощных крутопадающих залежей неустойчивых руд с разделением рудного тела на горизонтальные или слабонаклонные слои, обрабатываемые в нисходящем порядке, наиболее опасными и затратными являются очистные работы при выемке первого слоя, расположенного в верхней части этажа. Кровлей заходок первого слоя являются неустойчивые руды, склонные к самообрушению при относительно небольших площадях обнажения. Во многих случаях вывалы руды из кровли заходок происходят при обнажении кровли или до установки крепи. Выполненные шахтные исследования показали, что на интенсивность обрушений кровли и нагрузки на крепь существенное влияние оказывает величина угла между продольными осями заходок и линией простирания рудной залежи. С увеличением этого угла интенсивность обрушений кровли снижается. Минимальная интенсивность самопроизвольных обрушений кровли, представленной неустойчивыми рудами, наблюдается при проведении заходок в крест простирания рудной залежи.

«...продольные оси заходок второго и последующих слоев располагают под углом к продольным осям очистных заходок, пройденных в ближайшем вышерасположенном слое ...».

Кровлей второго и последующих слоев является искусственный массив, созданный в результате закладки заходок вышерасположенного слоя твердеющими материалами. Особенностью данного искусственного массива является его неоднородность. В данном массиве имеются зоны с пониженной прочностью («холодные швы»), расположенные вдоль боков заложённых заходок. Закладочный массив состоит из отдельных бетонных блоков с размерами, соответствующими размерам заложённых заходок. Деформации контура сечения проходимых заходок определяются условиями закрепления бетонных блоков на торцах, их взаимодействием и величинами опусканий при подработке.

При расположении продольных осей заходок второго и последующих слоев под углом φ (фиг.1 и 3) к продольным осям очистных заходок, пройденных в ближайшем вышерасположенном слое, указанные блоки во все периоды прохождения заходки имеют опору на рудный или закладочный массив. Это позволяет уменьшить опускания указанных бетонных блоков над заходками, уменьшить деформации заходок и затраты на их крепление. Снижение затрат на закладку обусловлено снижением требований к прочности закладочного массива.

«...при этом выемку второго и последующих слоев ведут под закладочным массивом с неснижаемым отставанием от границы закладочного массива в ближайшем вышерасположенном слое, величину которого определяют из выражения $S \geq c+b$...»

К числу характерных явлений при отработке неустойчивых руд относится разрушение (отжим) рудного массива в боках очистных заходок. При отработке мощных крутопадающих залежей неустойчивых руд с разделением рудного тела на горизонтальные или слабонаклонные слои, обрабатываемые в нисходящем порядке, ширина области рудного массива в боку заходки (c , фиг.2), разрушенного под воздействием горного давления и веса вышерасположенного закладочного массива, может достигать значений, превышающих мощность обрабатываемого слоя h_2 . Интенсивное разрушение рудного

массива в боках заходок объясняется формированием над его краевой частью зон повышенных напряжений, связанных с уплотнением закладочного материала под действием собственного веса, «недозакладом» в отработываемом слое и зависанием искусственной кровли в выработанном пространстве.

Рудный массив в пределах области, перешедшей в предельное состояние (с, фиг.2), характеризуется существенной потерей несущей способности. При выполнении условия «... выемку второго и последующих слоев ведут под закладочным массивом с неснижаемым отставанием $S \geq c + b$...» искусственный бетонный массив, являющийся непосредственной кровлей отработываемого слоя, во все периоды проходки заходки имеет опору на не разрушенном рудном массиве шириной не менее ширины заходки (b) в ближайшем вышерасположенном слое, что исключает дополнительные его опускания и разрушение.

«...использовании в рядом расположенных слоях одноименных стартовых подготовительных выработок ...»

При использовании в рядом расположенных слоях одноименных стартовых выработок (штреков, фиг.1) максимальный эффект от реализации предложенного способа достигается при $45^\circ \geq \varphi \geq \arctg(\frac{a+c}{l})$. При значениях угла $\varphi > 45^\circ$ наблюдается резкое ухудшение состояния заходок и увеличение нагрузок на крепь на участках заходок, прилегающих к стартовым выработкам первого и последующих нечетных слоев. Это объясняется повышенной концентрацией напряжений и повышенной интенсивностью разрушения рудного массива в его угловой части, расположенной между заходкой 1 и стартовой выработкой 5 (область QNM, фиг.1). Уменьшение угла ф до значений $\varphi < \arctg(\frac{a+c}{l})$ также приводит к резкому ухудшению состояния заходок и увеличению нагрузок на крепь. Это является результатом значительных опусканий бетонных блоков, находящихся в кровле заходок, с проскальзыванием их относительно друг друга.

«... при использовании в рядом расположенных слоях разноименных стартовых подготовительных выработок величину угла между продольными осями заходок принимают 45-90° ...»

При величине угла ф между продольными осями заходок, проходимыми в рядом расположенных слоях, 45-90°, обеспечиваются минимально возможные опускания бетонных блоков искусственной кровли, а следовательно, максимальная безопасность и минимальные затраты на проведение и поддержание заходок. Снижение затрат на закладку обусловлено снижением требований к прочности закладочного массива. При величинах углов $\varphi < 45^\circ$ в связи с резким повышением концентрации напряжений в угловых частях массива, расположенных между заходками и стартовыми выработками, наблюдается резкое ухудшение состояния заходок и увеличение нагрузок на крепь на участках заходок, прилегающих к стартовым выработкам.

В качестве примера на фиг.3 приведена принципиальная схема подготовки и отработки первого и второго слоев при использовании в рядом расположенных слоях разноименных стартовых подготовительных выработок, позволяющая располагать продольные оси заходок 1 и 3 данных слоев под углом $\varphi = 45-90^\circ$.

Данная схема (фиг.3) иллюстрирует следующую горнотехническую ситуацию. В первом слое отработывают панель ABCD, во втором слое - панель DCEF. Очистные работы в панели DCEF выполняют под искусственной кровлей из закладочного материала. Выемку второго слоя ведут под закладочным массивом, созданным при отработке первого слоя с неснижаемым отставанием S от границы закладочного массива. В первом слое в качестве стартовой выработки для очистных заходок используется штрек 5, во втором - орт 8.

Угол ф между осями заходок первого и второго слоя в данном примере (фиг.3) равен 90°.

Параметры (с, l, φ, a, b и другие), знание которых необходимо при реализации заявляемого способа в каждом конкретном случае, могут быть определены с использованием известных методик шахтных, лабораторных или аналитических исследований с учетом влияющих геологических и горнотехнических факторов.

Заявляемый способ предназначен для применения при подземной разработке мощных крутопадающих рудных залежей, характеризующихся низкими прочностными характеристиками руд. В Российской Федерации данный способ с получением значительного социального (безопасность) и экономического эффекта может быть использован при отработке богатых железорудных месторождений Белгородской

группы: Яковлевского, Гостищевского и др.

Использование заявляемого способа позволяет существенно повысить безопасность труда горнорабочих и снизить затраты на проведение и поддержание очистных заходок при разработке мощных крутопадающих залежей неустойчивых руд: безопасность труда горнорабочих повышается за счет уменьшения частоты и объемов самопроизвольных обрушений руд в очистных заходках; снижение затрат на проведение и поддержание очистных заходок достигается за счет применения более дешевых видов крепи; снижение затрат на закладку достигается за счет снижения нормативной прочности материала закладочного массива.

При реализации схемы, представленной на фиг.3, в условиях Яковлевского рудника суммарное снижение затрат на закладочные работы, проведение и поддержание очистных заходок оставляет не менее 25-30% по сравнению с известными способами.

Формула изобретения

1. Способ разработки мощных крутопадающих залежей неустойчивых руд, включающий разделение рудного тела на этажи, а этажей на горизонтальные или слабонаклонные слои, обрабатываемые в нисходящем порядке, проведение в слоях стартовых подготовительных выработок, выемку руды в пределах слоев горизонтальными или слабонаклонными очистными заходками, проходимыми от стартовых подготовительных выработок, и закладку заходок твердеющими материалами, отличающийся тем, что при выемке первого слоя, расположенного в верхней части этажа, заходки проходят в крест простирания рудной залежи, продольные оси заходок второго и последующих слоев располагают под углом к продольным осям очистных заходок, пройденных в ближайшем вышерасположенном слое, при этом выемку второго и последующих слоев ведут под закладочным массивом с неснижаемым отставанием от границы закладочного массива в ближайшем вышерасположенном слое, величину которого определяют из выражения

$$S \geq c + b,$$

где S - величина неснижаемого отставания выемки второго и последующих слоев от границы закладочного массива в ближайшем вышерасположенном слое,

c - максимальная ширина области рудного массива в боку заходки, разрушенного под воздействием горного давления и веса вышерасположенного закладочного массива,

b - ширина заходки в ближайшем вышерасположенном слое.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при использовании в рядом расположенных слоях одноименных стартовых подготовительных выработок величину угла между продольными осями заходок определяют из выражения

$$45^\circ \geq \varphi \geq \arctg\left(\frac{a+c}{l}\right),$$

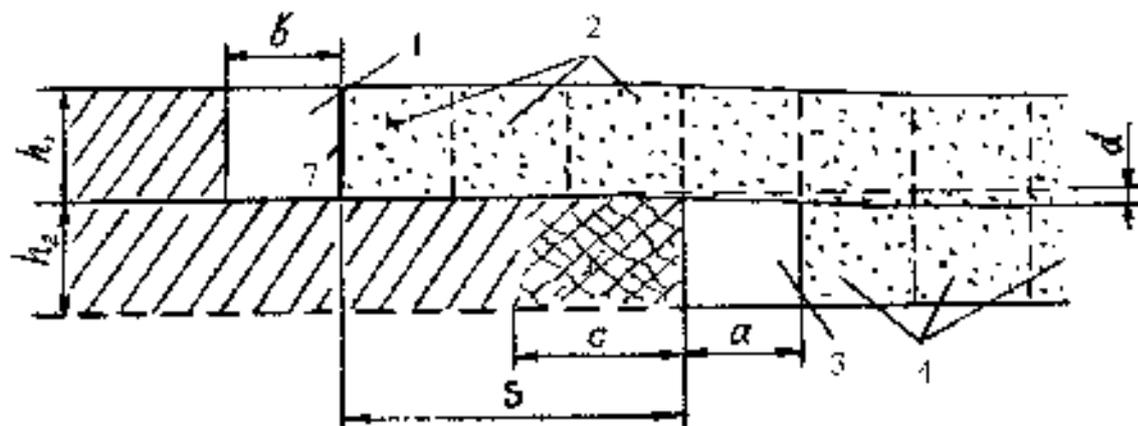
где φ - величина угла между продольными осями заходок, пройденных в рядом расположенных слоях,

a - ширина заходки нижерасположенного слоя,

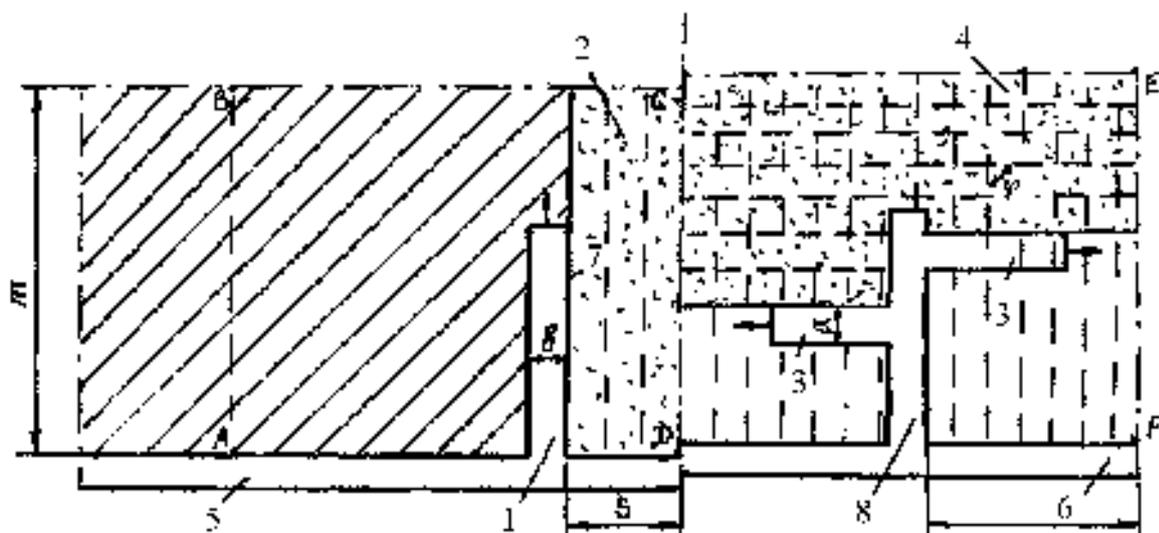
c - максимальная глубина разрушения рудного массива в боках заходок нижерасположенного слоя под воздействием горного давления и веса вышерасположенного закладочного массива,

l - длина заходки нижерасположенного слоя.

3. Способ по п.1 или 2, отличающийся тем, что при использовании в рядом расположенных слоях разноименных стартовых подготовительных выработок величину угла между продольными осями заходок, проходимыми в рядом расположенных слоях, принимают равным $45-90^\circ$.



Фиг. 2



Фиг. 3