

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2672296

### СПОСОБ РАЗРАБОТКИ СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ УГЛЯ

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

Авторы: *Зубов Владимир Павлович (RU), Никифоров Александр Владимирович (RU), Федоров Анатолий Сергеевич (RU), Пачгин Владимир Вячеславович (RU), Бостанджиев Дмитрий Сергеевич (RU)*

Заявка № 2018104760

Приоритет изобретения 07 февраля 2018 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 13 ноября 2018 г.

Срок действия исключительного права

на изобретение истекает 07 февраля 2038 г.

Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*E21C 41/18* (2006.01); *E21C 37/06* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2018104760, 07.02.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
07.02.2018

Дата регистрации:  
13.11.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 07.02.2018

(45) Опубликовано: 13.11.2018 Бюл. № 32

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет", отдел интеллектуальной  
собственности и трансфера технологий (отдел  
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Зубов Владимир Павлович (RU),  
Никифоров Александр Владимирович (RU),  
Федоров Анатолий Сергеевич (RU),  
Пачгин Владимир Вячеславович (RU),  
Бостанджиев Дмитрий Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

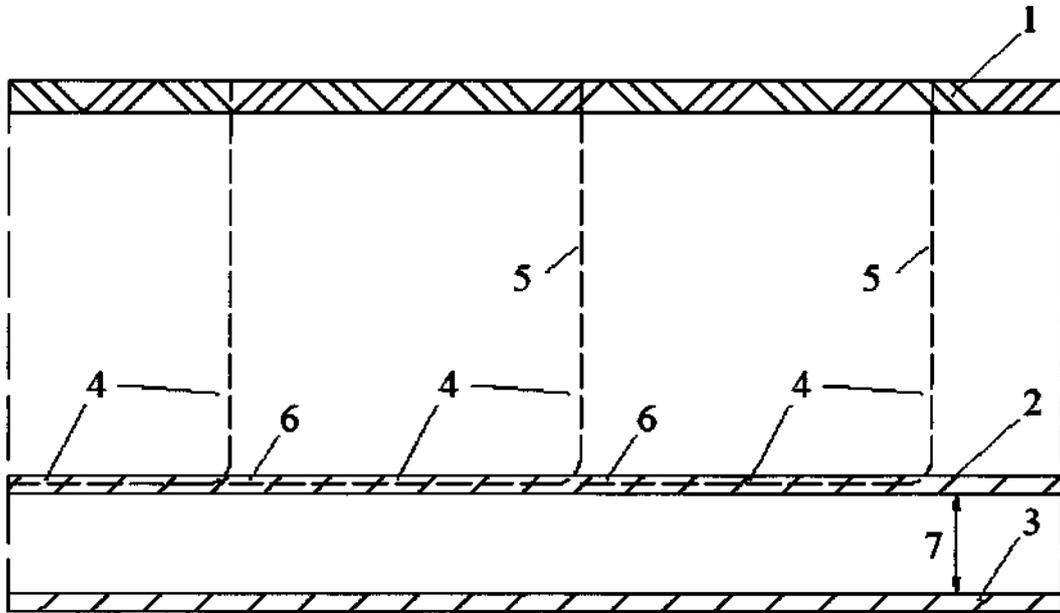
(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: SU 636393 A1, 05.12.1978. SU  
1643735 A1, 23.04.1991. RU 2067181 C1,  
27.09.1996. RU 2339818 C1, 27.11.2008. RU  
2472941 C1, 20.01.2013. EP 2497900 A2,  
12.09.2012.

## (54) СПОСОБ РАЗРАБОТКИ СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ УГЛЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к горнодобывающей промышленности и может быть использовано на угольных шахтах. Производят гидроразрыв целиков, оставленных в выработанном пространстве надрабатывающего пласта путем нагнетания в них технической пластовой воды при давлении, достаточном для гидравлического разрыва целика. При гидроразрыве целика увеличивают его податливость до величин, больших предельных величин податливости целика, при превышении которых надрабатанный пласт разгружается от опасных напряжений.

Расстояние от краевых частей целика до скважины принимают меньше глубины распространения по угольному пласту трещин, сформировавшихся при гидроразрыве пласта. Расстояние между скважинами принимают меньше удвоенной глубины распространения по угольному пласту трещин, сформировавшихся при гидроразрыве пласта. Технический результат заключается в повышении безопасности горных работ в надрабатываемых пластах и уменьшении объемов проведения выработок. 4 ил.



Фиг. 1

RU 2672296 C1

RU 2672296 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.  
*E21C 41/18* (2006.01)  
*E21C 37/06* (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*E21C 41/18* (2006.01); *E21C 37/06* (2006.01)

(21)(22) Application: **2018104760, 07.02.2018**

(24) Effective date for property rights:  
**07.02.2018**

Registration date:  
**13.11.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **07.02.2018**

(45) Date of publication: **13.11.2018 Bull. № 32**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,  
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet", otdel intellektualnoj sobstvennosti i  
transfera tekhnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Zubov Vladimir Pavlovich (RU),  
Nikiforov Aleksandr Vladimirovich (RU),  
Fedorov Anatolij Sergeevich (RU),  
Pachgin Vladimir Vyacheslavovich (RU),  
Bostandzhiev Dmitrij Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj  
universitet" (RU)**

(54) **METHOD OF DEVELOPING ADJACENT OF COAL SEAMS**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to the mining industry and can be used in coal mines. Hydraulic fracturing of the pillars left in the developed space of the working bed is carried out by injecting technical formation water into them at a pressure sufficient for hydraulic pillar break. When hydraulic pillar increase its compliance to values of large limit values of compliance of the pillar, above which the developed layer is discharged from dangerous stresses. Distance

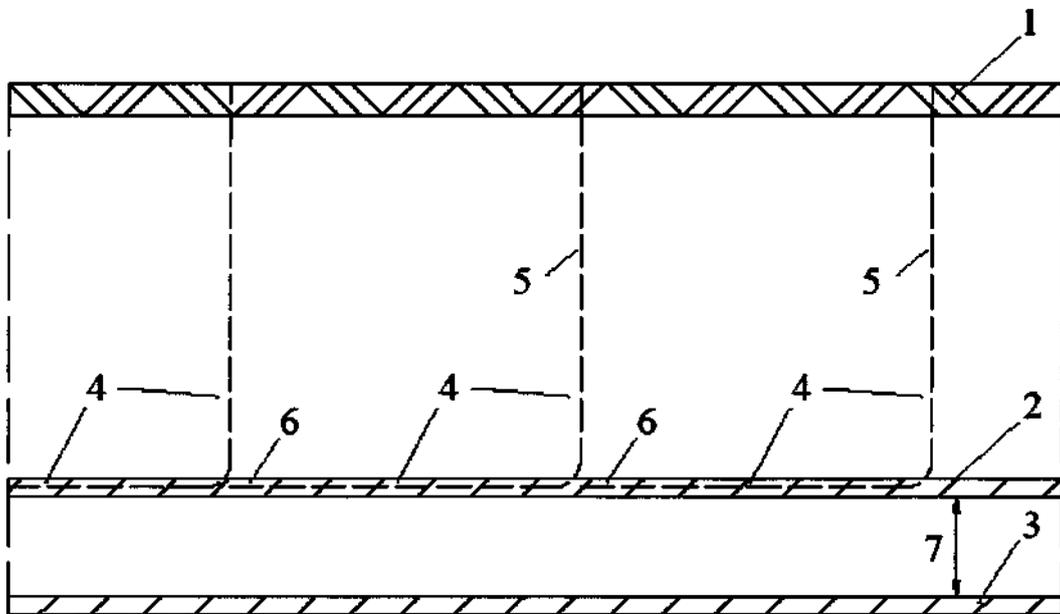
from the edge parts of the pillar to the well take less than the depth of distribution in the coal seam of cracks formed during hydraulic fracturing. Distance between the wells take less than twice the depth of distribution in the coal seam of cracks formed during hydraulic fracturing.

EFFECT: technical result is to improve the safety of mining operations in the over-developed formations and reduce the volume of excavations.

1 cl, 4 dwg

RU 2 672 296 C1

RU 2 672 296 C1



Фиг. 1

RU 2672296 C1

RU 2672296 C1

Изобретение относится к горнодобывающей промышленности и может быть использовано на угольных шахтах для повышения эффективности отработки свит сближенных пластов.

Известен способ разработки свит сближенных угольных пластов (авторское свидетельство СССР №1810545, опубл. 23.04.1993), включающий отработку пластов в нисходящем порядке, проведение основных подготовительных выработок по надрабатываемому (нижерасположенному) пласту в разгруженной от повышенных напряжений области горного массива, возникающей вблизи краевых частей угольного массива или целиков, оставляемых по надрабатываемому (вышерасположенному) 10 пласту, крепление подготовительных выработок и отработку пластов длинными очистными забоями. Пласты называют сближенными в тех случаях, когда ведение горных работ по одним пластам оказывает влияние на ведение горных работ по другим пластам.

Недостатками данного способа являются низкая устойчивость участковых 15 подготовительных выработок надрабатываемого пласта и повышенная опасность горных работ при их перекреплении на участках, расположенных в зонах повышенного горного давления, формирующихся в надрабатываемом пласте под целиками, расположенными по надрабатываемому пласту.

Известен способ разработки свит сближенных пластов (Патент RU №2403387, опубл. 20 10.11.2010), включающий отработку пластов в нисходящем порядке, проходку подготовительных выработок по надрабатываемому пласту, крепление подготовительных выработок и отработку пластов длинными очистными забоями. Определяют место расположения зон с повышенным горным давлением в надрабатываемом пласте и величины напряжений на участках массива по трассе 25 проведения подготовительной выработки, расположенной в зоне повышенного горного давления на различном удалении от плоскости, перпендикулярной к напластованию пород и проходящей через краевую часть целика по надрабатываемому пласту. Определяют для каждого участка глубину распространения в породах кровли подготовительной выработки области с повышенной интенсивностью трещин, 30 подготовительные выработки крепят анкерной крепью, длину анкеров принимают более глубины распространения в породах кровли области с повышенной интенсивностью трещин, при этом подготовительные выработки надрабатываемого пласта проходят после завершения очистных работ, связанных с формированием целиков по надрабатываемому пласту.

Недостатками данного способа являются значительные деформации 35 подготовительных выработок надрабатываемого пласта на участках, расположенных в зонах повышенного горного давления, возникающих под целиками угля, оставленными в выработанном пространстве надрабатывающих пластов.

Известен способ отработки свиты сближенных угольных пластов при системе 40 разработки длинными столбами (патент RU №2339818, опубл. 27.11.2008). Способ включает бурение с поверхности направленной скважины, разгрузку угленосного массива с последующим отсосом газа из скважины с помощью вакуум-насосов. Место заложения направленной скважины на поверхности выбирают между двумя 45 планируемыми к отработке выемочными столбами. При подготовке выемочных столбов к очистной выемке осуществляют поэтапную разгрузку угленосного массива. Для чего вначале производят механическое воздействие на угленосный массив через рабочие части многоствольной скважины, например, путем нагнетания жидкости под давлением в гидроимпульсном режиме.

Недостатком данного способа является низкая эффективность разгрузки надрабатываемых пластов от повышенного горного давления, формирующегося под целиками, оставленными в выработанном пространстве надрабатывающих пластов.

Известен способ разработки свит сближенных угольных пластов (авторское свидетельство СССР №636393, опубл. 05.12.1977), принятый за прототип, включающий отработку пластов в нисходящем порядке, подготовку выемочных столбов полезного ископаемого парными параллельными выработками, пройденными с оставлением целиков угля между этими выработками, отработку выемочных столбов длинными очистными забоями, оставление в выработанном пространстве надрабатывающего пласта не разрушаемых горным давлением целиков угля. С целью разгрузки надрабатываемого пласта от повышенных напряжений, возникающих под целиками, оставляемыми в выработанном пространстве надрабатывающего пласта, производят частичную выемку угля из целиков с последующим разрушением не извлеченного между печами угля буровзрывными работами.

Недостатками данного способа являются повышенная опасность горных работ, связанных с частичной выемкой угля из целиков, оставленных в выработанном пространстве надрабатывающих пластов. Это объясняется высокой концентрацией напряжений на целиках, оставленных в выработанном пространстве надрабатывающего пласта, уровень которых может в несколько раз превышать уровень напряжений, естественных для соответствующей глубины горных работ. Кроме того для реализации этого способа требуется проведение по выработанному пространству больших объемов вспомогательных выработок, обеспечивающих доступ к целику, что связано с повышенной опасностью горных работ.

Техническим результатом способа является повышение безопасности ведения горных работ в надрабатываемых пластах при использовании систем разработки с оставлением целиков угля в выработанном пространстве надрабатывающих пластов, уменьшение объемов проведения вспомогательных выработок.

Технический результат достигается тем, что с поверхности бурят скважины, включающие участки скважин, пробуренные по пустым породам, и участки скважин, пробуренные по целикам угля, участки скважины, пробуренные по целикам угля, располагают параллельно продольным осям целиков, через скважины в целик нагнетают техническую пластовую воду при давлении, достаточном для гидравлического разрыва целика и увеличения тем самым его податливости до величин, больших предельных величин податливости целика, при превышении которых надрабатанный пласт разгружается от опасных напряжений, расстояние от краевых частей целика до ближайшей скважины принимают меньше глубины распространения по угольному пласту в окрестности скважины, пробуренной по целику угля, трещин, сформировавшихся при гидроразрыве пласта, а расстояние между скважинами, на участках скважин, пробуренных по целику угля, принимают меньше удвоенной глубины распространения по угольному пласту в окрестности участка скважины, пробуренного по целику угля, трещин, сформировавшихся при гидроразрыве пласта.

Способ поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - схема взаимного расположения сближенных (надрабатывающего и надрабатываемого) пластов и скважин;

фиг. 2 - схема расположения в окрестности скважины, пробуренной по целику угля, трещин, сформировавшихся при гидроразрыве пласта;

фиг. 3 - схема взаимного расположения скважин, пробуренных по целику угля;

фиг. 4 - схема, поясняющая влияние увеличения податливости целика, расположенного

в выработанном пространстве надрабатывающего пласта, на напряженное состояние надрабатываемого пласта, где:

- 1 - земная поверхность;
- 2 - целик угля, расположенный в выработанном пространстве надрабатывающего
- 5 пласта;
- 3 - надрабатываемый пласт;
- 4 - скважина;
- 5 - вертикальный участок скважины, пробуренный по пустым породам покрывающей
- толщи;
- 10 6 - горизонтальный участок скважины, пробуренный по целику угля;
- 7 - мощность междупластья;
- 8 - глубина распространения по угольному пласту в окрестности скважины, трещин,
- сформировавшихся при гидроразрыве пласта;
- 9 - расстояние от краевых частей целика угля до ближайшей скважины;
- 15 10 - расстояние между скважинами, на участках скважин, пробуренных по целику
- угля;
- 11 - ширина целика;
- 12 - краевые части целика угля;
- 13 - выработанное пространство
- 20 14 - уровень естественных напряжений в надрабатываемом пласте до начала горных
- работ в сближенных пластах;
- 15 - уровень предельно допустимых (опасных) напряжений в надрабатываемом
- пласте в зоне влияния целика;
- 16 - распределение напряжений в надрабатываемом пласте в зоне влияния целика
- 25 до гидроразрыва целика;
- 17 - распределение напряжений в надрабатываемом пласте в зоне влияния целика
- после его гидроразрыва;

Способ осуществляют следующим образом. Целик угля, оставляемый в выработанном пространстве надрабатывающего пласта, имеет в плане форму прямоугольника.

- 30 30 Меншая сторона этого прямоугольника равна ширине целика 11 (Фиг. 3), большая
- сторона равна длине выемочного столба. Ширина целиков, оставляемых между
- выемочными столбами, составляет обычно 20 - 40 м, длина выемочных столбов до 4000
- м и более. Продольная ось целика параллельна большей стороне целика (краевым
- частям целика 12, Фиг. 3).

- 35 35 Отработку сближенных пластов угля ведут в нисходящем порядке. Подготовку
- выемочных столбов полезного ископаемого по надрабатывающему пласту производят
- парными параллельными выработками, пройденными с оставлением целика угля между
- этим выработками. Выемочные столбы отрабатывают длинными очистными забоями
- с оставлением в выработанном пространстве надрабатывающего пласта не разрушаемых
- 40 40 горным давлением целиков угля 2 (Фиг. 1) шириной 11 (Фиг. 3). Под целиками,
- оставленными в выработанном пространстве надрабатывающего пласта, формируются
- зоны с высокими напряжениями 16 (Фиг. 4), значительно превышающими уровень
- предельно допустимых (опасных) напряжений в надрабатываемом пласте 15, при
- превышении которых наблюдается повышенная интенсивность проявлений горного
- 45 45 давления в очистных и подготовительных выработках надрабатываемого пласта. В
- результате повышается опасность горных работ в этих выработках. Использование
- известных способов для разгрузки надрабатываемого пласта от повышенных
- напряжений, формирующихся под целиками, оставленными в выработанном

пространстве надрабатываемого пласта, кроме повышенной опасности горных работ, связано с большими объемами работ по проведению подготовительных выработок по выработанному пространству.

При использовании заявляемого способа для разгрузки надрабатываемого пласта от повышенных напряжений, формирующихся под целиками, с земной поверхности 1 (Фиг. 1) бурят скважины 4. Каждая скважина 4 состоит из двух участков: вертикального участка 5, пробуренного по пустым породам покрывающей толщи, и участка скважины 6, пробуренного по целику угля. Участок скважины 6, пробуренный по целику угля, располагают параллельно продольной оси целика (краевым частям целика 12, (Фиг. 3).

Расстояние 10 (Фиг. 3) между скважинами на участках, пробуренных по целику угля, принимают меньше удвоенной глубины распространения по угольному пласту в окрестности участка скважины, пробуренного по целику угля, трещин, сформировавшихся при гидроразрыве пласта. Расстояние 9 от краевых частей целика 12 (Фиг. 3) до ближайшей скважины принимают меньше глубины 8 (Фиг. 2) распространения по угольному пласту в окрестности скважины, пробуренной по целику угля, трещин, сформировавшихся при гидроразрыве пласта. При выполнении указанных двух условий гидроразрыв целика будет произведен по всей его ширине 11 (Фиг. 3).

Гидроразрыв целика осуществляют путем нагнетания через скважины в угольный пласт рабочей жидкости при давлении, достаточном для гидравлического разрыва целика.

В качестве рабочей жидкости гидравлического разрыва пласта применяют, например, техническую пластовую воду, солянокислотные растворы и др.

Сущность гидроразрыва при реализации заявляемого способа заключается в создании в целике искусственных трещин и разрушении целика. При гидроразрыве целика происходит увеличение его податливости под воздействием внешних нагрузок: чем больше степень разрушения целика, тем больше его податливость.

Податливость целика при его гидроразрыве повышают до величин, больших предельных величин податливости целика, при превышении которых надрабатываемый пласт разгружается от опасных напряжений. Опасными являются напряжения, превышающие 15 (Фиг. 4).

Использование заявляемого способа позволяет по сравнению с известными способами:

- повысить безопасность ведения горных работ в надрабатываемых пластах при использовании систем разработки с оставлением целиков угля в выработанном пространстве надрабатывающих пластов;
- уменьшить объемы проведения вспомогательных выработок.

Параметры, необходимые для реализации заявляемого способа (давление, достаточное для гидравлического разрыва угля; предельная величина податливости целика, при превышении которой надработанный пласт разгружается от опасных напряжений; глубина распространения по угольному пласту в окрестности скважины трещин, сформировавшихся при гидроразрыве пласта, и др.), в каждом конкретном случае определяют путем использования известных методик шахтных, лабораторных или аналитических исследований с учетом конкретных горно-геологических и горнотехнических условий разработки сближенных угольных пластов.

Областью использования заявляемого способа являются шахты, отрабатывающие сближенные пласты угля. К таким шахтам относится большинство перспективных шахт Кузнецкого бассейна, а также многие шахты Китая, Австралии, Польши и других,

развитых в области горного дела стран.

Способ поясняется следующим примером. Шахта «Котинская» отрабатывает пласт 52 (надрабатывающий), ниже которого на расстоянии 32-39 м залегает пласт 51 (надрабатываемый). При отработке пласта 52 через расстояние, равное длине лавы, в выработанном пространстве по всему шахтному полю оставлены не разрушаемые горным давлением целики угля шириной 30 м, являющиеся причиной формирования в надрабатываемом пласте 51 областей с повышенными напряжениями. Напряжения 16 (Фиг. 4) в этих зонах в условиях данной шахты превышают уровень естественных напряжений 14 (Фиг. 4) в 1,7 -2,0 раза и более. Общая площадь опасных зон ПГД в надрабатываемом пласте 51 составляет около 30% площади шахтного поля.

Для разгрузки надрабатываемого пласта от повышенных напряжений, формирующихся под целиками, с земной поверхности 1 (Фиг. 1) бурят скважины 4. Длина участка 6 скважины 4, пробуренного по целику угля, составляет 400 м. Участок скважины 6, пробуренный по целику угля, располагают параллельно краевым частям целика 12, Фиг. 3.

Для гидроразрыва пласта используют воду. Глубина 8 (Фиг. 2) распространения по угольному пласту в окрестности участка скважины, пробуренного о целику угля, трещин, сформировавшихся при гидроразрыве пласта, составляет 6 м. Всего по целику бурят три скважины. Расстояние 10 (Фиг. 3) между скважинами, на участках скважин, пробуренных по целику угля, принимают равным 10 м. Расстояние от краевых частей целика 12 (Фиг. 3) до ближайшей скважины принимают равным 5 м.

В рассматриваемых горно-геологических и горнотехнических условиях при гидроразрыве целика его податливость повышают до 1,5 м, что на 0,3-0,5 м превышает предельную величину податливости целика (1,0-1,2 м), при превышении которой надрабатываемый пласт разгружается от опасных напряжений.

Уровень опасных (15, Фиг. 4) напряжений в надрабатываемом пласте 51 в зоне влияния целика, при превышении которого наблюдается повышенная интенсивность проявлений горного давления в выработках надрабатываемого пласта, составляет в условиях шахты «Котинская» 1,3-1,4 величины естественных напряжений в надрабатываемом пласте до начала горных работ в сближенных пластах.

Напряжения в надрабатываемом пласте 51 после гидроразрыва целика, оставленного в выработанном пространстве надрабатывающего пласта 52 снижаются с 1,7 -2,0 до 1,1-1,2 величины естественных напряжений в надрабатываемом пласте до начала горных работ в сближенных пластах.

Использование заявляемого способа при отработке сближенных пластов 52 и 51 в условиях шахты «Котинская» позволяет в 3-4 раза уменьшить интенсивность смещений пород в подготовительных выработках надрабатываемого пласта 51, расположенных под целиками угля, оставленными в выработанном пространстве надрабатывающего пласта 52, и повысить безопасность горных работ.

#### (57) Формула изобретения

Способ разработки сближенных пластов угля, включающий отработку пластов в нисходящем порядке, подготовку выемочных столбов полезного ископаемого парными параллельными выработками, пройденными с оставлением целика угля между этими выработками, отработку выемочных столбов длинными очистными забоями, оставление в выработанном пространстве не разрушаемых горным давлением целиков угля, отличающийся тем, что с поверхности бурят скважины, включающие участки скважин, пробуренные по пустым породам, и участки скважин, пробуренные по целикам угля,

участки скважины, пробуренные по целикам угля, располагают параллельно  
продольным осям целиков, через скважины в целик нагнетают техническую пластовую  
воду при давлении, достаточном для гидравлического разрыва целика и увеличения  
тем самым его податливости до величин, больших предельных величин податливости  
5 целика, при превышении которых надработанный пласт разгружается от опасных  
напряжений, расстояние от краевых частей целика до ближайшей скважины принимают  
меньше глубины распространения по угольному пласту в окрестности скважины,  
пробуренной по целику, трещин, сформировавшихся при гидроразрыве пласта, а  
расстояние между скважинами на участках скважин, пробуренных по целику, принимают  
10 меньше удвоенной глубины распространения по угольному пласту в окрестности  
участка скважины, пробуренного по целику, трещин, сформировавшихся при  
гидроразрыве пласта.

15

20

25

30

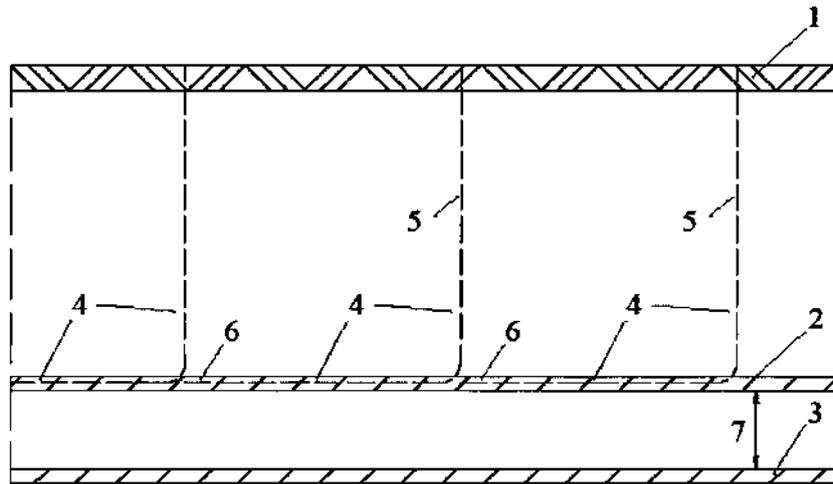
35

40

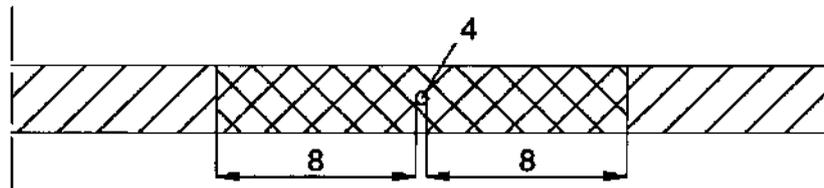
45

1

**СПОСОБ РАЗРАБОТКИ СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ УГЛЯ**



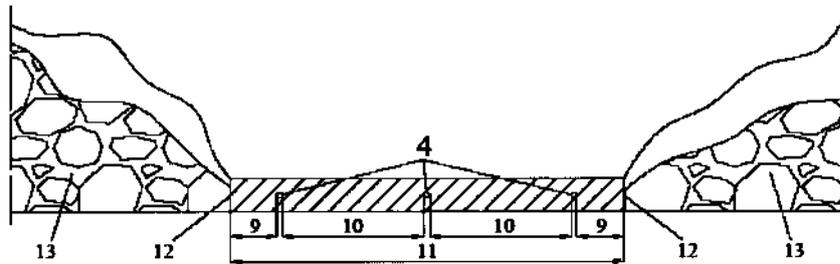
**Фиг. 1**



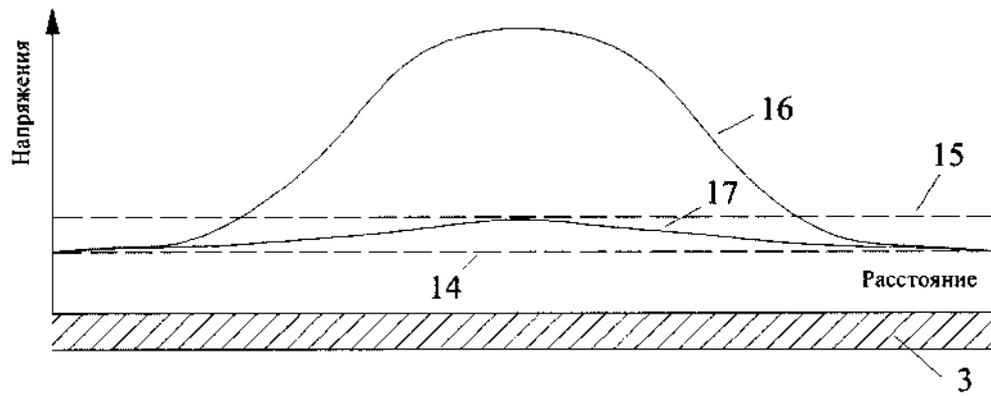
**Фиг. 2**

2

**СПОСОБ РАЗРАБОТКИ СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ УГЛЯ**



**Фиг. 3**



**Фиг. 4**