



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F42D 3/04 (2006.01); F42D 1/08 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2018114579, 19.04.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
19.04.2018Дата регистрации:
24.01.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 19.04.2018

(45) Опубликовано: 24.01.2019 Бюл. № 3

Адрес для переписки:

680035, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136,
Тихоокеанский государственный университет,
отдел промышленной и интеллектуальной
собственности

(72) Автор(ы):

Шевкун Евгений Борисович (RU),
Лещинский Александр Валентинович (RU),
Добровольский Александр Иванович (RU),
Галимьянов Алексей Алмазович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Тихоокеанский
государственный университет" (RU),
Акционерное общество "Ургалуголь" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: ДУГАРЦЕНОВ А.В. и др.,
Взрывное разрушение сложноструктурных
мерзлых массивов с разно-прочными
слоями. Взрывное дело. 2016. N115/72, с.71-
76. SU 901517 A1, 30.01.1982. SU 1297552 A1,
20.09.1999. RU 2263877 C1, 10.11.2005. RU
2494341 C1, 27.09.2013. WO 2017205881 A1,
30.11.2017.

(54) Способ взрывного разрушения мерзлых горных пород

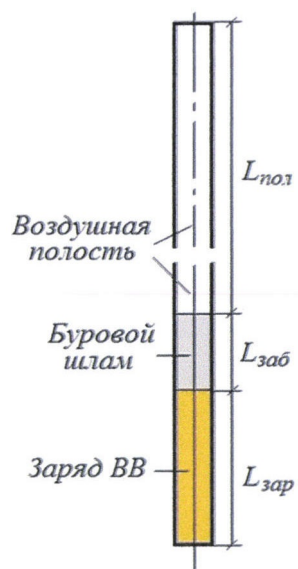
(57) Реферат:

Изобретение относится к области буровзрывных работ в массивах мерзлых горных пород в суровых климатических условиях. Способ взрывного разрушения включает бурение взрывных скважин, формирование в них зарядов ВВ с воздушными полостями. В условиях низких температур подготовку к выемке мерзлых горных пород проводят в несколько этапов. На первом этапе, после бурения всех скважин технологического блока по плану горных работ, его разделяют на две части и часть блока, подлежащую выемке в первую очередь, до промерзания горной массы, заряжают традиционным зарядом рыхления, на остальной части блока в нижней трети скважин формируют заряд камуфлета и проводят взрывание всего

блока. После взрыва устья скважин, взорванных методом камуфлета, перекрывают пробками для предохранения от осыпания и обмерзания, например, полипропиленовыми мешками от аммиачной селитры. На втором этапе, после выемки первой части горной массы, в верхней части скважин с камуфлетным зарядом формируют заряд с воздушной подушкой длиной 15-30 диаметров заряда, например, в полипропиленовый рукав, и снова взрывают заряженную часть блока. Второй этап может быть повторен несколько раз, в зависимости от скорости промерзания горной массы. Верхнюю часть скважин после камуфлетного взрыва предпочтительно заряжать гранулитам. Поверхностное замедление между зарядами

предпочтительно от 30 мс/м. Изобретение позволяет повысить эффективность взрывных

работ на открытых разработках в условиях криолитозоны. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

RU 2678245 C1

RU 2678245 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
F42D 3/04 (2006.01)
F42D 1/08 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F42D 3/04 (2006.01); *F42D 1/08* (2006.01)

(21)(22) Application: **2018114579, 19.04.2018**

(24) Effective date for property rights:
19.04.2018

Registration date:
24.01.2019

Priority:

(22) Date of filing: **19.04.2018**

(45) Date of publication: **24.01.2019** Bull. № 3

Mail address:

**680035, g. Khabarovsk, ul. Tikhookeanskaya, 136,
Tikhookeanskij gosudarstvennyj universitet, otdel
promyshlennoj i intellektualnoj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Shevkun Evgenij Borisovich (RU),
Leshchinskij Aleksandr Valentinovich (RU),
Dobrovolskij Aleksandr Ivanovich (RU),
Galimyanov Aleksej Almazovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Tikhookeanskij gosudarstvennyj
universitet" (RU),
Aktionernoe obshchestvo "Urgalugol" (RU)**

(54) **METHOD FOR EXPLOSIVE DESTRUCTION OF FROZEN ROCK MASS**

(57) Abstract:

FIELD: mining.

SUBSTANCE: invention relates to the field of drilling and blasting operations in massif of frozen rock mass in harsh climatic conditions. Method of explosive destruction includes the drilling of explosive wells, the formation in them of explosive charges with air cavities. At low temperatures, preparation for excavation of frozen rock mass is carried out in several stages. At the first stage, after drilling all the wells of the process unit according to the mining plan, it is divided into two parts and the part of the block to be excavated first, before the rock mass freezes, they are charged with a traditional relieving charge; in the rest of the block, in the lower third of the wells, a camouflet charge is formed and the whole block is blasting. After the explosion, the wellheads, blasted by the camouflet method, are covered with plugs to prevent it from

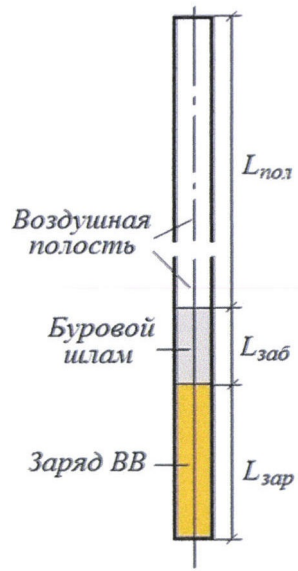
shedding and frosting, for example, with polypropylene bags from ammonium nitrate. At the second stage, after the first part of the rock mass is removed, in the upper part of the camouflet-charged wells, a charge is formed with an air cushion of 15–30 diameters in length, for example, into a polypropylene sleeve, and the charged part of the block is blown up again. Second stage can be repeated several times, depending on the rate of freezing of the rock mass. After camouflet explosion, it is preferable to charge the upper part of the wells with granulites. Surface deceleration between charges is preferably from 30 ms/m.

EFFECT: invention makes it possible to increase the efficiency of blasting operations in open pit mining in cryolithic zone conditions.

3 cl, 3 dwg

RU 2 678 245 C1

RU 2 678 245 C1



Фиг. 1

RU 2678245 C1

RU 2678245 C1

Изобретение относится к области буровзрывных работ в горных породах с использованием многорядного короткозамедленного взрывания (МКЗВ) и может быть использовано в различных отраслях, применяющих взрывные работы в массивах мерзлых горных пород в суровых климатических условиях.

5 Известно, что на горнодобывающих предприятиях, расположенных в области распространения многолетней мерзлоты актуальным вопросом является решение проблем смерзаемости горных пород, как в массиве после буровзрывной подготовки, так и при их транспортировке [1]. Например, вскрышные породы разреза «Кангаласский», расположенного на территории Республики Саха (Якутия), склонны
10 к вторичному смерзанию после взрывного разрушения и, как показала практика работы разреза, взорванные породы по истечении определенного времени смерзаются. Этот процесс начинается сразу после взрыва, его продолжительность, за которую развал горной массы набирает прочность, при которой его дальнейшая разработка невозможна, зависит от времени года. Главными факторами, обуславливающими процесс вторичного
15 смерзания пород, являются отрицательная температура пород и влажность на поверхности кусков горной массы. Кроме того, в различной мере оказывают влияние температура и влажность воздуха, теплофизические свойства пород, а также размеры кусков горной массы. Исследованиями на среднезернистых песчаниках вскрышной толщи разреза «Кангаласский» установлен характер изменения прочности от
20 определяющих ее факторов. Так, с увеличением отрицательных температур прочность смерзания возрастает в 3,1 раза, и в 2,5 раза с ростом усилия нормального давления между образцами. Значительный рост прочности смерзания - в 8-11 раз установлен при увеличении влажности горных пород, а с глубиной растепленного слоя прочность возрастает в 2,1 раза.

25 Для повышения эффективности взрывных работ на открытых разработках в условиях криолитозоны, когда повторное смерзание взорванной массы в монолит затрудняет ее дальнейшую разработку горными машинами, предлагается использовать специальную конструкцию скважинного заряда с применением специальных соляных модулей, обеспечивающую предотвращение повторного смерзания взорванных
30 многолетнемерзлых горных пород [2]. Недостатком предложенного способа является необходимость изготовления соляных модулей необходимой конфигурации для совмещения операций по разрушению взрывом и искусственному засолению многолетнемерзлых горных пород, снижающих их вторичное смерзание. Использование при изготовлении соляных модулей дешевых и недефицитных компонентов технического
35 хлористого натрия, хлористого кальция, отходов калийных комбинатов и других химикатов создают серьезные проблемы для окружающей среды.

Технической задачей, на решение которой направлено предполагаемое изобретение, является исключение вторичного смерзания взорванной горной массы двух стадийной подготовкой к выемке горной массы.

40 Поставленная задача достигается тем, что в способе взрывного разрушения мерзлых горных пород, включающем бурение взрывных скважин, формирование в них зарядов ВВ с воздушными полостями, согласно изобретению, в условиях низких температур подготовку к выемке мерзлых горных пород проводят в несколько этапов: на первом этапе, после бурения всех скважин технологического блока по плану горных работ,
45 его разделяют на две части и часть блока, подлежащую выемке в первую очередь (до промерзания горной массы), заряжают традиционным зарядом рыхления, на остальной части блока в нижней трети скважин формируют заряд камуфлета и проводят взрывание всего блока; после взрыва устья скважин, взорванных методом камуфлета, перекрывают

пробками для предохранения от осыпания и обмерзания, например, полипропиленовыми мешками от аммиачной селитры; на втором этапе, после выемки первой части горной массы, в верхней части скважин с камуфлетным зарядом формируют заряд с воздушной подушкой длиной 15-30 диаметров заряда, например, в полипропиленовый рукав, и снова взрывают заряженную часть блока; второй этап может быть повторен несколько раз, в зависимости от скорости промерзания горной массы.

Верхнюю часть скважин после камуфлетного взрыва предпочтительно заряжать гранулитами.

Поверхностное замедление между зарядами предпочтительно от 30 мс/м.

На фиг. 1 представлена конструкция камуфлетного заряда взрывчатых веществ (ВВ) в нижней части скважин; на фиг. 2 - конструкция заряда с воздушной подушкой в верхней части скважин после взрыва камуфлетного заряда; на фиг. 3 - схема расположения зарядов на экспериментальных блоках; на фиг. 4 - камуфлетная полость на откосе уступа на разрезе «Буреинский-2»; на фиг. 5 - аналогичная полость на золоторудном карьере.

Выполнение способа взрывного разрушения мерзлых горных пород рассмотрим на примере двух экспериментальных массовых взрывов, проведенных на разрезе «Буреинский-2».

На разрезе «Буреинский-2», с ростом общих объемов взорванной горной массы, увеличились объемы взрываемых блоков и, в силу несовершенства технологии разработки - выемка только одним экскаватором с одним направлением вывозки - в зимнее время при снижении температуры наружного воздуха ниже минус 40°С часть подготовленного массива смерзается из-за очень низких температур - экскаватор просто не успевает выбрать горную массу до момента ее промерзания на дневной поверхности на глубину до 3 м. Это влечет за собой дополнительные затраты на производство буровзрывных работ.

В октябре 2015 г. проведено два экспериментальных массовых взрыва по подготовке к выемке мерзлых гравийно-галечниковых грунтов с заполнителем в виде суглинка III-й категории взрываемости мерзлых грунтов для оценки возможности двухстадийной подготовки к выемке мерзлых пород с применением метода камуфлетного взрывания.

21 октября 2015 г. в составе основного блока №10-6 гор. +402-+405 взорван экспериментальный ряд скважин диаметром $d_c=0,250$ м глубиной 23 м в количестве 25 шт. - выделены прерывистой линией на фиг. 3.

На первом этапе в нижней части скважин №1-25 формировали заряд ВВ гранулитом М массой 300 кг с шашкой-боевиком ТГ-П850, размещенной на внутрискважинной системе инициирования ИСКРА-С-500; далее формировали забойку длиной 3 м из бурового шлама. Верхняя часть скважины длиной 12,5 м оставалась свободной. Поверхностную сеть инициировали от скважины №1 устройством ИСКРА-П с замедлением 109 мс. Взрыв снимали цифровой видеокамерой DiREC HD с интервалом времени между кадрами 25 мс, результат обработки видео интегрирован в раскадровку. По результатам раскадровки установлен выброс продуктов взрыва только из экспериментальных скважин №1-14, из экспериментальных скважин №15-24 выброса не отмечено, однако зафиксирован фонтан продуктов взрыва из последней скважины №25 продолжительностью около 4 с. Следует обратить внимание на то, что скважины №1-11 были взорваны в составе основного блока, а скважины №12-25 - отдельно от него. Массив мерзлых пород, разрыхленный взрывными скважинами №1-11 в районе рабочего борта, выбран экскаватором РС-2000 с нормальной производительностью - 6500 м³/смену.

После взрыва установлено, что устья скважин не разрушены, стенки скважин не нарушены до глубины от 10 до 12 м, т.е. пригодны для заряжания и взрывания верхней части скважины; подошва уступа проработана. Обнаружена камуфлетная полость в нижней части уступа (фиг. 4).

5 В работе [3] рассмотрена качественно и схематически газодинамика в объеме скважины после завершения детонации ВВ. Продукты детонации, находящиеся в начальном момент под большим давлением, начинают истекать через устье скважины (в отсутствие забойки) в атмосферу и в талые породы. Также они производят разрушение породы и движутся через разрушенные куски мерзлой породы в освободившиеся поры.
10 При этом продукты детонации в объеме скважины и в объемах разрушенных частей мерзлых и талых пород связаны между собой и представляют собой единое целое.

Если утечка газов через устье скважины в отсутствие забойки ограничивается критической скоростью в устье, т.е. определяется диаметром скважины d_c , то утечка газов через боковую поверхность заряда будет определяться суммарной высотой h
15 слоев талой породы. Очевидно, что поперечное сечение устья скважины $S_1 = \pi d_c^2 / 4$ будет намного меньше площади боковой поверхности заряда

$S_2 = \pi h d_c / 4$ в области талого слоя. С другой стороны, поверхность талого слоя непосредственно примыкает к заряду ВВ, что облегчает утечку продуктов детонации.
20 Также следует учитывать, что прочность пород талых слоев значительно меньше прочности крепких пород и соответственно движение газов будет направлено в первую очередь в эти слои. Породы в этих слоях «уплотняются, образуется полость, которая вмещает увеличивающиеся по объему газообразные продукты взрыва, давление при этом быстро падает» [4]. Такие полости часто обнаруживаются в мерзлых породах на
25 золоторудных карьерах (фиг. 5).

Для уточнения обнаруженного явления - отсутствия выброса продуктов взрыва из одних скважин и последующего их выброса из других - 27 октября 2015 г. проведен второй экспериментальный взрыв: в составе основного блока №10-7 на гор. +402-+405 взорван экспериментальный ряд скважин $d_c = 0,250$ м глубиной 23 м в количестве 29 шт.:
30 скважины №12-25 - с верхним зарядом, скважины №26-40 (выделены сплошной линией зеленого цвета на фиг. 3) - с нижним зарядом камуфлета.

В скважинах №12-25 на первом экспериментальном взрыве взорван нижний камуфлетный заряд, поэтому на втором экспериментальном взрыве разрушали верхнюю часть этих скважин зарядом, сформированным следующим образом. Полипропиленовый
35 рукав длиной 7 м заполняли гранулитом М массой 140 кг, размещали шашку-боевик ТГ-П850 на внутрискважинной системе инициирования Искра-С-500, далее формировали забойку длиной 3 м из бурового шлама. Таким образом, между верхним зарядом и разрыхленной нижним камуфлетным зарядом частью скважины образовывалась воздушная полость длиной 4-6 м $(16-24)d_c$. Поверхностную сеть инициировали от
40 скважины №25 устройствами ИСКРА-П с замедлением 176 мс, скважины №26-40 взорваны зарядом камуфлета аналогично взрыву 21.10.15.

Развитие взрыва фиксировали видеокамерой SONY HDR-PJ3230E со скоростью съемки 50 кадров/с. Результат обработки видео интегрирован в раскадровку. По
45 результатам второго взрыва установлено: выброс продуктов взрыва в виде фонтана виден только из экспериментальных скважин №35-40, выброса продуктов взрыва из экспериментальных скважин №26-34 не выявлено; устья скважин №26-40 не разрушены, стенки скважин остались целыми на глубину от 8 до 12 м, скважины пригодны для заряжания и взрывания их верхней части. Массив горных пород в районе скважин №12-

25 разрушен окончательно верхним зарядом на воздушной подушке.

По результатам экспериментальных взрывов укрупненно подсчитаны экономические показатели взрывания вечномерзлых гравийно-галечниковых отложений.

Экономический эффект при двухстадийном способе взрывания мерзлых горных пород составил 8,7 руб./м³ взорванной горной массы за счет снижения на 35% затрат по взрывчатым материалам относительно традиционного способа.

Развитие взрыва фиксировали видеокамерой SONY HDR-PJ3230E со скоростью съемки 50 кадров/с. Результат обработки видео интегрирован в раскадровку. По результатам второго взрыва установлено: выброс продуктов взрыва в виде фонтана 10 виден только из экспериментальных скважин №35-40, выброса продуктов взрыва из экспериментальных скважин №26-34 не выявлено; устья скважин №26-40 не разрушены, стенки скважин остались целыми на глубину от 8 до 12 м, скважины пригодны для 15 зарядания и взрывания их верхней части. Именно применение больших интервалов замедления - 176 мс (35 мс/м при расстоянии между скважинами 5 м) позволяет обеспечить максимальный рост трещин камуфлета и проникновение в них продуктов взрыва [5]. Массив горных пород в районе скважин №12-25 разрушен окончательно 20 верхним зарядом на воздушной подушке.

По результатам экспериментальных взрывов укрупненно подсчитаны экономические показатели, взрывания вечномерзлых гравийно-галечниковых отложений.

Экономический эффект при двухстадийном способе взрывания мерзлых горных пород составил 8,7 руб./м³ взорванной горной массы за счет снижения на 35% затрат по взрывчатым материалам относительно традиционного способа за счет замены 25 граммонита 79/21 на гранулит М и уменьшения расхода последнего на 240 кг по каждой скважине.

Таким образом, результаты проведенных экспериментальных массовых взрывов доказали техническую возможность и экономическую целесообразность изменения 30 традиционной технологии подготовки к выемке мерзлых грунтов в суровых климатических условиях на заявляемый способ взрывного разрушения мерзлых горных пород двухстадийным взрыванием по мере выемки взорванной горной массы до ее промерзания.

Источники информации

1. Винокуров А.П. Исследования процессов смерзаемости горных пород в условиях месторождений криолитозоны // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 35 2011. - №10. С. 75-82.

2. Каймонов М.В. Разрушение мерзлых пород взрывом скважинных зарядов с соляным модулем // «Известия высших учебных заведений. Горный журнал». - 2016. - №1. - С. 82-86.

3. Взрывное разрушение сложноструктурных мерзлых массивов с разно-прочными 40 слоями / А.В. Дугарцыренов, Б.Н. Заровняев, Г.В. Шубин, С.П. Николаев // Взрывное дело. - 2016. - №115/72. - С. 71-76 (прототип).

4. Дроговейко И.З. Разрушение мерзлых фунтов взрывом. - М.: Недра, 1981. - 243 с.

5. Особенности взрывного рыхления при увеличенных интервалах замедления / Е.Б. Шевкун, А.В. Лещинский, Ю.А. Лысак, А.Ю. Плотников // Горный информационно-аналитический бюллетень. - 2017. - №4. С. 272-282. 45

(57) Формула изобретения

1. Способ взрывного разрушения мерзлых горных пород, включающий бурение взрывных скважин, формирование в них зарядов ВВ с воздушными полостями,

отличающийся тем, что в условиях низких температур подготовку к выемке мерзлых горных пород проводят поэтапно: на первом этапе, после бурения всех скважин технологического блока по плану горных работ, его разделяют на две части и часть блока, подлежащую выемке в первую очередь, до смерзания горной массы, заряжают традиционным зарядом рыхления, на остальной части блока в нижней трети скважин формируют заряд камуфлета и проводят взрывание всего блока, после взрыва устья скважин, взорванных методом камуфлета, перекрывают пробками для предохранения от осыпания и обмерзания, например, полипропиленовыми мешками от аммиачной селитры, на втором этапе, после выемки первой части горной массы, в верхней части скважин с камуфлетным зарядом формируют заряд с воздушной подушкой длиной 15-30 диаметров заряда, например, в полипропиленовый рукав, и снова взрывают заряженную часть блока, второй этап может быть повторен несколько раз, в зависимости от скорости промерзания горной массы.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что верхнюю часть скважин после камуфлетного взрыва предпочтительно заряжать гранулитами.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что поверхностное замедление между зарядами предпочтительно от 35 мс/м.

20

25

30

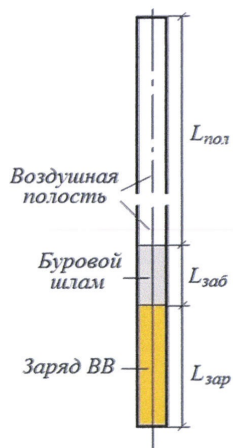
35

40

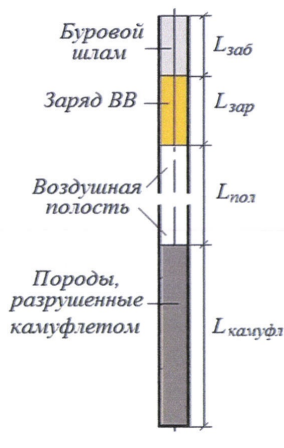
45

1

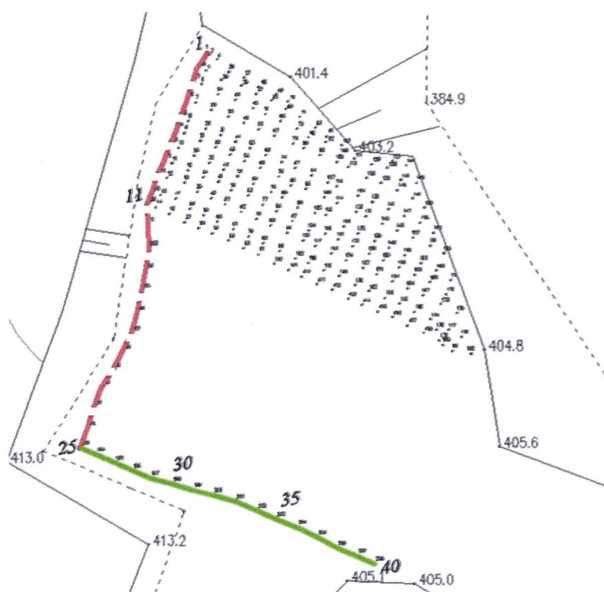
Способ взрывного разрушения мёрзлых горных пород



Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

2

9



Фиг. 4.



Фиг. 5.