



(19) **RU** (11) **2 107 888** (13) **C1**  
(51) МПК<sup>6</sup> **F 42 D 3/00**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **95113629/02, 09.08.1995**

(46) Опубликовано: **27.03.1998**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **GB, патент 1243647, кл. F 42 D 7/00, 1971.**

(71) Заявитель(и):

**Новационная фирма "Кузбасс-НИИОГР"**

(72) Автор(ы):

**Уваров В.Н.,  
Самарцев М.Г.,  
Ивашко М.Н.,  
Протасов С.И.,  
Богомолов И.Д.**

(73) Патентообладатель(ли):

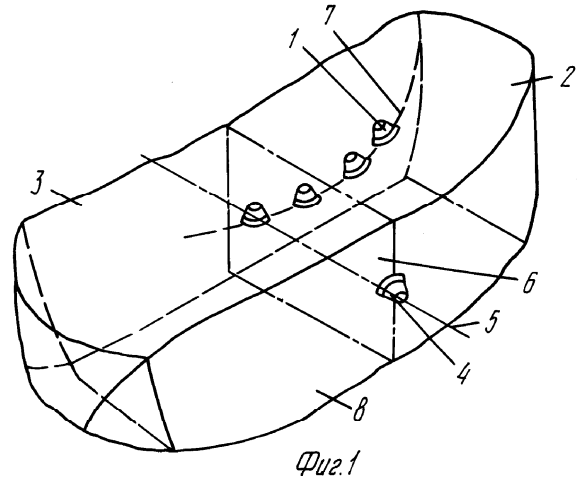
**Новационная фирма "Кузбасс-НИИОГР"**

### (54) СПОСОБ ДРОБЛЕНИЯ НЕГАБАРИТА (ВАРИАНТЫ)

(57) Реферат:

Способ предназначен для вторичного дробления негабаритных кусков на открытых и подземных горных работах. Основной 1 и дополнительный 4 заряды размещают на поверхностях негабарита, сопряженных с поверхностью обнажения 3. Основной заряд формируют из группы профилированных кумулятивных зарядов с продольными V-образными элементами, размещая их криволинейно. V-образные элементы соседних зарядов ориентируют вдоль линии кривизны навстречу друг другу и направляют вогнутостью кривой в сторону поверхности обнажения. По второму варианту основной заряд размещают в виде угла, стороны которого ориентируют к поверхности обнажения под углом 10 - 40°. 2 с. и

3 з.п.ф-лы, 7 ил.





RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 107 888** (13) **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>6</sup> **F 42 D 3/00**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **95113629/02, 09.08.1995**

(46) Date of publication: **27.03.1998**

(71) Applicant(s):  
**Novatsionnaja firma "Kuzbass-NIIOGR"**

(72) Inventor(s):  
**Uvarov V.N.,  
Samartsev M.G.,  
Ivashko M.N.,  
Protasov S.I.,  
Bogomolov I.D.**

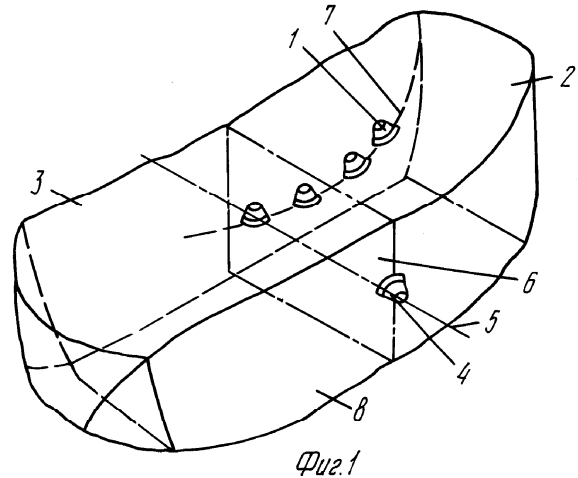
(73) Proprietor(s):  
**Novatsionnaja firma "Kuzbass-NIIOGR"**

(54) **METHOD OF CRUSHING OF OVERSIZES (VARIANTS)**

(57) Abstract:

FIELD: secondary crushing of oversized lumps at surface and underground mining work.  
SUBSTANCE: main (1) and additional (4) charges are placed on the surfaces of oversized lumps adjoining the surface of rock exposure 3. The main charge is formed out of a group of shaped charges with longitudinal V-shaped components placed curvilinearly. The V-shaped components of the adjacent charges are oriented along the curvature line in the opposite direction, and the concavity of the curve is directed towards the surface of rock exposure. According to the second variant, the main charge is placed in the form of an angle, whose sides are oriented towards the surface of rock exposure at an angle of 10 to 40

deg. EFFECT: enhanced efficiency. 5 cl, 7 dwg



RU 2 1 0 7 8 8 8 C 1

RU 2 1 0 7 8 8 8 C 1

Изобретение относится к взрывным работам и может быть использовано в технологии вторичного дробления негабаритных кусков на открытых и подземных горных работах.

Известен способ дробления негабарита, включающий размещение заряда взрывного вещества на поверхности негабарита в середине и его последующее инициирование (Буровзрывные работы на транспортном строительстве Я.Х. Эстеров и др.- М.: Транспорт 1983, с.159). Эффективность способа низкая и характеризуется повышенным удельным расходом взрывчатого вещества (до 4 кг/м<sup>3</sup>), значительным разлетом осколков (до 400 м), ударной волной большой интенсивности. Способ применяется, как правило, для дробления негабаритов небольших размеров.

Известен также способ дробления негабаритов, включающий размещение основного и дополнительного зарядов на поверхностях негабарита и последующее инициирование зарядов (GB, патент N 1243647, F 42 D 7/00, прототип).

Способ характеризуется неравномерностью дробления материала, повышенным выходом некондиционных кусков, так как не учитывает особенностей характера разрушения горных пород и основан на принципе энергонасыщения объекта, что также приводит к повышенному расходу взрывчатых веществ и удорожанию дробления.

Технический результат изобретения - повышение эффективности и качества дробления негабарита за счет обеспечения направленного импульсного нагружения негабарита.

Технический результат достигается тем, что в способе дробления негабарита, включающем размещение основного и дополнительного зарядов на поверхностях негабарита и последующее инициирование зарядов, основной и дополнительный заряд размещают на поверхностях негабарита, сопряженных с поверхностями обнажения, при этом основной заряд формируют из группы профилированных кумулятивных зарядов, которые размещают на поверхности негабарита криволинейно, причем V-образные профилированные элементы соседних зарядов ориентируют вдоль линии кривизны навстречу друг другу, и направляют вогнутостью кривой в сторону поверхности обнажения, оппозитно которой располагают дополнительный заряд, ось симметрии которого совпадает с плоскостью симметрии основного заряда. При этом основной заряд размещают по дуге окружности с радиусом, равным разности удвоенного расстояния от дополнительного заряда до поверхности обнажения и расстояния от дополнительного заряда до основного заряда. При этом плоскость симметрии основного заряда проходит через биссектрису угла, образованного продолжением сторон двух преобладающих поверхностей обнажения. По второму варианту основной заряд размещают в виде угла, стороны которого ориентируют к поверхности обнажения под углом 10-40°, причем стороны угла ориентируют на соседние вершины углов, образованных соседними сторонами поверхности.

Новым в техническом решении является то, что основной и дополнительный заряд размещают на поверхностях негабарита, сопряженных с поверхностями обнажения, при этом основной заряд формируют из группы профилированных кумулятивных зарядов, которые размещают на поверхности негабарита криволинейно, причем V-образные профилированные элементы соседних зарядов ориентируют вдоль линии кривизны навстречу друг другу и направляют вогнутостью кривой в сторону поверхности обнажения, оппозитно которой располагают дополнительный заряд, ось симметрии которого совпадает с плоскостью симметрии основного заряда. При этом основной заряд размещают по дуге окружности с радиусом, равный разности удвоенного расстояния от дополнительного заряда до поверхности обнажения и расстояния от дополнительного заряда до основного заряда. При этом плоскость симметрии основного заряда проходит через биссектрису угла, образованного продолжением сторон двух преобладающих поверхностей обнажения. При этом основной заряд размещают в виде угла, стороны которого ориентируют к поверхности обнажения под углом 10-40°, причем стороны угла ориентируют на соседние вершины углов, образованных соседними сторонами поверхности.

На фиг. 1 изображен общий вид расположения зарядов на негабарите; на фиг. 2 - схема расположения зарядов и распространения фронтов волн напряжений в горизонтальной

плоскости; на фиг. 3 - схема расположения основного заряда, состоящего из группы профилированных кумулятивных зарядов с V-образными элементами; на фиг. 4 - схема разрушения негабарита; на фиг. 5 - схема расположения зарядов на негабарите сложной конфигурации; на фиг. 6 - схема расположения профилированных кумулятивных зарядов,  
 5 установленных в виде угла; на фиг. 7 - схема расположения заряда на негабарите плитчатой формы.

Основной заряд 1 располагают преимущественно посередине на горизонтальной поверхности 2 негабарита криволинейно и ориентируют вогнутостью в сторону поверхности обнажения 3.

10 На поверхности негабарита, противоположной поверхности обнажения 3 оппозитно последней, устанавливают дополнительный заряд 4, ось симметрии 5 которого совпадает с плоскостью симметрии 6 основного заряда 1, которая проходит через центр кривизны линии основного заряда 1.

Способ осуществления следующим образом.

15 Основной 1 и дополнительный 4 заряды размещают на поверхностях негабарита, сопряженных с поверхностью обнажения 3.

Основной заряд формируют из группы профилированных кумулятивных зарядов 1, профилированных продольными V-образными элементами 9 (фиг. 3) и располагают на расстоянии 0,5 - 1,5 диаметра заряда друг от друга.

20 Расстояние между профилированными кумулятивными зарядами выбирается исходя из физико-механических свойств дробимых пород, обеспечивающее гарантированное смыкание трещин, направленных вдоль линии кривизны. Диапазон 0,5-1,5 диаметра определялся опытным путем для основных типов пород.

25 При этом продольные V-образные выемки 9 соседних зарядов ориентируют вдоль линии кривизны навстречу друг другу.

Кривизне придают форму дуги окружности 7 с радиусом R, равным разности удвоенного расстояния от дополнительного заряда 4 до поверхности обнажения 3 и расстояния от дополнительного заряда 4 до основного заряда 1. Дополнительный заряд 4 закрепляют на поверхности негабарита 8, противоположной поверхности обнажения 3, оппозитно к ней,  
 30 при этом плоскость симметрии 6 основного заряда 1 проходит через центр кривизны дуги окружности 7 и ось симметрии 5 дополнительного заряда 4.

Инициирование основного заряда, состоящего из группы профилированных кумулятивных зарядов 1 и дополнительного заряда 4 производят одновременно.

35 Размещение основного 1 и дополнительного 4 зарядов на поверхностях негабарита, сопряженных с поверхностями обнажения 3, создает условия для формирования поля напряжений, способствующего развитию зон "предразрушения", то есть раскрытию межзерновых связей, образованию микротрещин и т.д.

40 В результате взрыва зарядов, согласно общепринятой трактовке характера дробления негабарита (см. Ханукаев А. Н. Физические процессы при отбойке горных пород взрывом. -М. : Недра, 1974.-С. 162-164.) непосредственно под основным зарядом и дополнительным зарядом порода разрушается под действием распространяющейся волн сжатия соответственно  $V_1$  и  $V_4$  с образованием зон пластических деформаций.

45 За пределами зон пластических деформаций разрушение происходит в результате действия тангенциальной составляющей напряжений, последняя вызывает растяжения, за счет которых образуется зона первичного трещинообразования, представленная радиальными трещинами 10, распространяющимися вглубь негабарита (фиг.4).

50 Формирование основного заряда из группы профилированных кумулятивных зарядов с продольными V-образными элементами 9 способствует развитию радиальных трещин 10 образовавшихся в результате действия кумулятивных V-образных элементов 9. При этом трещины 10 от каждого профилированного кумулятивного заряда распространяются навстречу друг другу за счет взаимной ориентации V-образных элементов 9 и соединяются между собой. Направленное развитие трещин 10 по дуге окружности 7 происходит в динамическом поле напряжений, образованного действием кумулятивных струй V-

образных элементов 9, которые являются концентраторами напряжений.

Ориентация V-образных элементов 9 соседних зарядов 1 вдоль линии кривизны навстречу друг другу создает условия для смыкания трещин 10 от соседних зарядов вдоль линии кривизны и образования магистральной трещины 11, соответствующей профилю кривизны.

Распространяющиеся волны сжатия  $V_1$  и  $V_4$  (фиг.2) от основного заряда и дополнительного, достигнув поверхности обнажения отражаются в виде волны растяжения  $V_p$ .

При одновременном инициировании основного заряда, состоящего из группы профилированных кумулятивных зарядов 1 и дополнительного 4, путь волны сжатия от группы зарядов 1 до поверхности обнажения 3 меньше пути волны сжатия  $V_4$  от дополнительного заряда 4 на величину, равную расстоянию от дополнительного заряда 4 до группы зарядов 1. Вследствие этого волна сжатия  $V_4$  от дополнительного заряда 4 большую часть пути распространяется по материалу, сжатому волной  $V_1$ , с большей скоростью, что приводит к возникновению дополнительного давления на фронте волны  $V_4$  и к увеличению длительности воздействия растягивающих сил при отражении волн  $V_1$  и  $V_4$  от поверхности обнажения 3. (см. Исследование процессов бурения и взрывания, Е.Г. Баранов и др. М.: Углетехиздат, 1959, с. 128-129).

Кроме того, распространение волны напряжений в среде сопровождается перемещением частиц среды в направлении потока энергии, вектор которого направлен со стороны дополнительного заряда 4 поверхности обнажения 3.

Оппозитное расположение дополнительного заряда 4 относительно поверхности обнажения 3 позволяет достигать наибольших значений растягивающих напряжений, за счет которых вдоль оси симметрии 5 дополнительного заряда 4 и в стороны от нее распространяются трещины 12, образующие откол (см. Ханукаев А. Н. Физические процессы при отбойке горных пород взрывом. М.: Недра, 1974, с. 119).

Образование откола обусловлено растягивающими напряжениями, вызванными действиями волны растяжения  $V_p$ . В дальнейшем, при подходе волны растяжения  $V_p$  к зоне первичного трещинообразования волна  $V_p$  начнет отражаться от вновь образованных поверхностей как от поверхности обнажения. Максимальное использование энергии волн напряжений при взаимодействии отраженной волны с системой радиальных трещин соблюдается при условии параллельности фронта волны системе радиальных трещин (см. Кук М.А. Наука о промышленных взрывчатых веществах. М.:Недра, 1980, с.401).

Это условие реализуется в результате подхода сферического фронта волны растяжения  $V_p$  к системе радиальных трещин 10, образующих магистральную трещину 11 в форме дуги, радиус которой будет равен радиусу фронта волны растяжения  $V_p$  в момент ее подхода к магистральной трещине 11.

Радиус  $R$  дуги 7 обосновывается и определяется графическим построением, исходя из положения, согласно которому волна растяжения является отраженной волной сжатия и распространяется так, как если бы она шла от мнимого заряда, который расположен снаружи на расстоянии от поверхности обнажения, равном расстоянию от реального заряда до поверхности обнажения (см. Суханов А. Ф. и Кутузов Б.Н. Разрушение горных пород взрывом. М.: Недра, 1983., с. 184-185). Следовательно, согласно

вышеприведенному положению, волна отражения от дополнительного заряда 4 распространяется так, как если бы она шла до дуги окружности 7, образованной группой зарядов 1, из точки, расположенной на расстоянии, равном удвоенному расстоянию от дополнительного заряда 4 до плоскости обнажения 3, отражаясь при этом в районе дуги окружности 7, не доходя до исходной точки установки дополнительного заряда 4. Исходя из этого, радиус дуги окружности 7 определяется разностью удвоенного расстояния от дополнительного заряда 4 до плоскости обнажения 3 и расстояния от дополнительного заряда 4 до основного заряда, состоящего из группы профилированных кумулятивных зарядов 1.

Размещение группы основных зарядов 1 по дуге окружности 7 с радиусом  $R$  равным

разности удвоенного расстояния от дополнительного заряда 4 до поверхности обнажения 3, и расстояния от дополнительного заряда 4 до основного заряда, состоящего из группы профилированных кумулятивных зарядов 1, позволяет формировать дополнительную поверхность обнажения по дуге окружности (магистральную трещину 11) с профилем и радиусом  $R$  дуги окружности, соответствующими профилю и радиусу фронта волны растяжения  $V_p$ , отразившейся от поверхности обнажения 3. Волна сжатия  $V_4$  от дополнительного заряда 4, оппозитно поверхности обнажения 3, отражаясь от последней, взаимодействует с поверхностью обнажения дугообразной магистральной трещины 11.

Размещение дополнительного заряда 4, ось симметрии 5 которого совпадает с плоскостью симметрии 6 основного заряда, состоящего из группы профилированных кумулятивных зарядов 1, позволяет за счет импульсного осевого нагружения негабарита формировать фронт волны растяжения  $V_p$  с направлением в сторону дугообразной магистральной трещины 11 и соосно с последней.

Ориентация группы зарядов 1 вогнутостью в сторону поверхности обнажения 3 создает благоприятные условия для максимального использования энергии отраженной волны  $V_p$  в области направленного ослабления массива, вновь образованной полостью, которая ограничивает действие отраженной волны растяжения  $V_p$ .

Взаимодействие волны отражения  $V_p$  с магистральной трещиной 11 приводит к увеличению скорости распространения магистральной трещины 11, которая развивается в направлении поверхности обнажения 3, а смыкание трещин 12, идущих от поверхности обнажения 3 и радиальных трещин 10, приводит к дроблению разрушаемой части негабарита, ограниченной областью между поверхностью обнажения 3 и магистральной трещиной 11 (фиг.4).

Разрушение части негабарита со стороны поверхности обнажения, противоположной поверхности 2, на которой располагают основной заряд, происходит в значительной мере в результате мощного осевого импульса, за счет которого параметры волн напряжения значительно возрастают (см. Кук М.А. Наука о промышленных взрывчатых веществах. М.: Недра, 1980, с. 367-368).

Кроме того, взаимодействие волн растяжения от основного заряда 1, отразившихся от поверхности 8, на которой установлен дополнительный заряд 4, с первичными радиальными трещинами 10 от воздействия дополнительного заряда 4, способствует их росту и смыканию с радиальными трещинами 10, образовавшимися в результате действия основного заряда, и приводит к разрушению этой части негабарита, ограниченной магистральной трещиной 11 и поверхностью 8, на которой установлен дополнительный заряд 4.

Способ дробления негабарита сложной конфигурации осуществляется следующим образом (фиг.5). Группу профилированных кумулятивных зарядов 1 основного заряда размещают на поверхности негабарита 2 таким образом, чтобы плоскость симметрии 6 группы зарядов 1 совпадала с биссектрисой 13 угла  $\alpha$  образованного продолжением двух преобладающих плоскостей обнажения 14 и 15. Оппозитно углу  $\alpha$  размещают дополнительный заряд 4, ось симметрии 5 которого совпадает с плоскостью симметрии основного заряда.

Представленный вариант способа дробления негабарита основан на явлении многократного увеличения напряжений за счет интерференции волн растяжения при взаимодействии их с несколькими плоскостями обнажения (Сб. "Вопросы теории разрушения горных пород действием взрыва" М.: изд-во АН СССР, 1958, с.27-31; Ханукаев А.Н. Физические процессы при отбойке горных пород взрывом. М.: Недра, 1974, с. 110-112).

Воздействие волн на плоскости обнажения 14 и 15 с последующей интерференцией отраженных волн 16 при отходе от ребер и от углов негабарита, в которых сходятся плоскости обнажения, вызывает дополнительное дробление материала и рост самостоятельных трещин от граней негабарита за счет усиления растягивающих напряжений.

При достижении отраженными волнами 16 магистральной трещины разрушаемая часть породы в области прилегающей к магистральной трещине, испытывает напряжения, достаточные для перемещения трещины в глубь массива и образования новых, которые смыкаясь производят разрушение негабарита на кондиционные куски.

5 Расположение основного заряда плоскость симметрии которого совпадает с биссектрисой 13 угла  $\alpha$  образованного продолжением двух преобладающих плоскостей обнажения 14 и 15, обеспечивает равнонаправленное воздействие волн напряжений 16 на плоскости обнажения 14 и 15, ребра и углы негабарита, вследствие чего достигается перемещение интерферирующих отраженных волн 16 по биссектрисе 13 в направлении  
10 магистральной трещины. Это обеспечивает равномерное кондиционное дробление негабарита.

На фиг. 6 представлен один из вариантов способа дробления негабарита, который может быть использован при дроблении негабарита, у которого нет значительных отклонений в линейных размерах.

15 Основной заряд размещается на поверхности негабарита 2 в виде угла  $\beta$ , стороны которого ориентируют к поверхности обнажения 3 под углом 10-40°.

Размещение группы профилированных кумулятивных зарядов 1 в виде угла  $\beta$ , стороны которого ориентируют к поверхности обнажения 3 под углом 10-40°, позволяет при взрыве основного заряда формировать систему преобладающих трещин, направленных к плоскости обнажения 3 под вышеуказанными углами. Система  
20 преобладающих трещин, направленных к свободной поверхности 3 под углом 10-40° обеспечивает оптимальные условия для ее взаимодействия с отраженной волной (см. Кук М.А. Наука о промышленных взрывчатых веществах. М.:Недра, 1980, с.401). Эти трещины продвигаясь к поверхности обнажения 3 и в противоположную сторону ослабляют  
25 окружающую среду, что приводит к образованию плоскостей ослабления. Разрушение негабарита происходит в результате взаимодействия волн напряжения основного заряда, состоящего из группы профилированных кумулятивных зарядов 1 и дополнительного заряда 4. Механизм разрушения аналогичен вышеописанному.

30 Вариант дробления негабарита плитчатой формы представлен на фиг.7.

Группу профилированных кумулятивных зарядов 1 размещают на поверхности негабарита 2 в виде угла  $\beta$  стороны которого ориентируют на соседние вершины 17 и 18, образованные соседними сторонами поверхностей 2.

35 Разрушение средней части негабарита происходит аналогично вышеприведенному варианту способа, представленному на фиг.1 и 2.

Равномерное дробление периферийных частей негабарита достигается под воздействием отраженных волн в местах пересечения плоскостей обнажения углов и граней.

40 Воздействие волн напряжений на периферийные участки негабарита характеризуется интерференцией волн отражения с возрастанием количества используемой энергии пропорционально числу плоскостей обнажения (см. Вопросы теории разрушения горных пород под действием взрыва. М.: изд-во АН СССР, 1958, с. 27).

Ориентированием сторон основного заряда на соседние вершины 17 и 18 углов, образованных соседними сторонами, достигается воздействие преобладающих трещин с  
45 интерферирующими волнами отражения. В результате происходит разрушение периферийной части негабарита со стороны граней и углов с отделением их от массива и образованием трещин, направленных в глубь массива, которые смыкаясь с отростками от преобладающих трещин производят дробление периферийной части негабарита на куски, соизмеримые с кусками от воздействия взрыва в средней части негабарита.

50 Применение способа дробления негабарита, основанного на направленном импульсном нагружении и воздействии поля напряжений с вновь образованными поверхностями с использованием профилированных кумулятивных зарядов с V-образными элементами, позволяет повысить качество дробления, снизить удельный расход взрывчатых веществ и стоимость вторичного дробления трудновзрываемых негабаритов большого объема (7-

20 м<sup>3</sup>). Удельный расход ВВ при дроблении мелкозернистых песчаников вскрыши накладными зарядами достигает 4 кг/м<sup>3</sup>. Применение предлагаемого способа позволяет сократить удельный расход ВВ до 0,8-0,85 кг/м<sup>3</sup>. Так при дроблении негабарита размером 3,5•2•2 м и объемом 14 м<sup>3</sup> основной заряд формировали из 4 профилированных кумулятивных зарядов с V-образными элементами, вес каждого заряда 2 кг и дополнительного заряда этого же типа 3,5 кг. При этом разлет осколков не превышал 15 м, развал горной массы компактный, максимальная толщина отдельных кусков не превышала 0,7 м.

#### Формула изобретения

1. Способ дробления негабарита, включающий формирование и размещение основного и дополнительного зарядов на поверхностях негабарита, сопряженных с поверхностями обнажения, и последующее инициирование зарядов, отличающийся тем, что основной заряд формируют из группы профилированных кумулятивных зарядов, которые размещают на поверхности негабарита криволинейно, причем V-образные профилированные элементы соседних зарядов ориентируют вдоль линии кривизны навстречу друг другу и направляют вогнутостью кривой в сторону поверхности обнажения, оппозитно которой располагают дополнительный заряд, ось симметрии которого совпадает с плоскостью симметрии основного заряда.

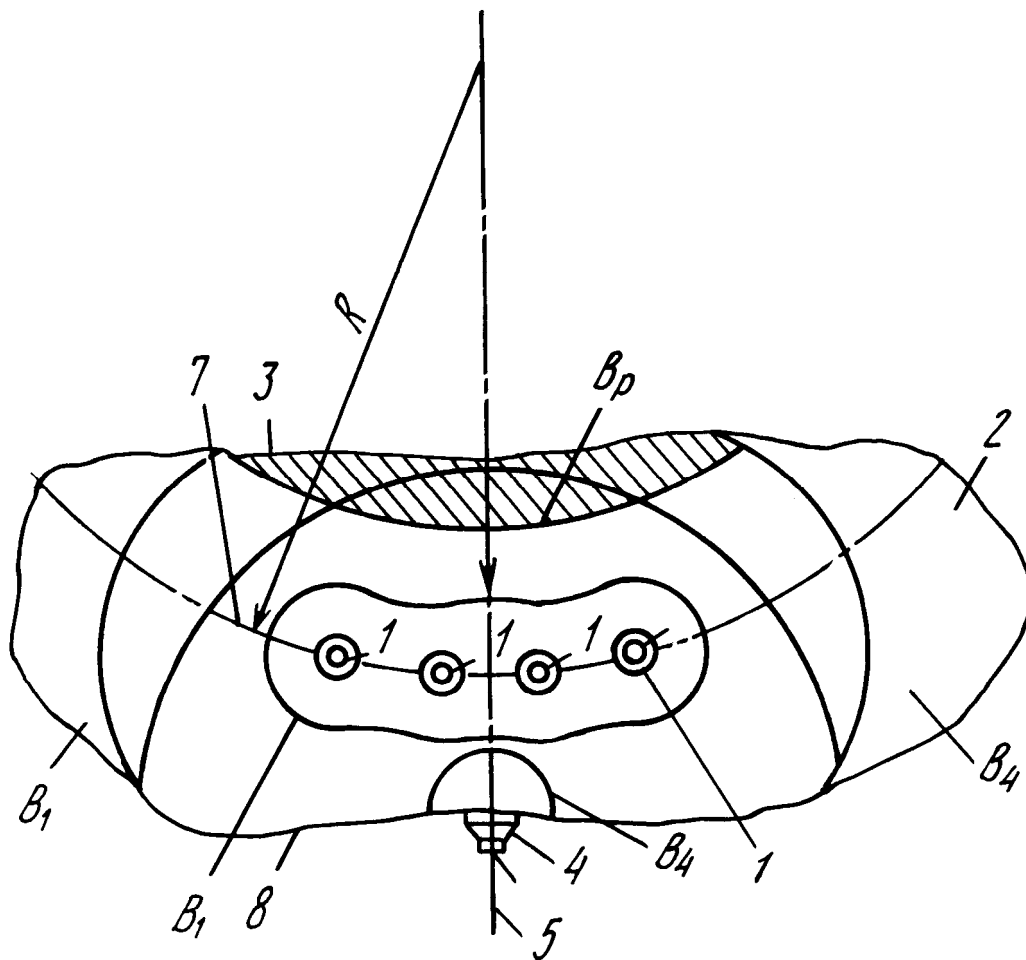
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что основной заряд размещают по дуге окружности с радиусом, равным разности удвоенного расстояния от дополнительного заряда до поверхности обнажения и расстояния от дополнительного заряда до основного заряда.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что плоскость симметрии основного заряда проходит через биссектрису угла, образованного продолжением сторон двух преобладающих поверхностей обнажения.

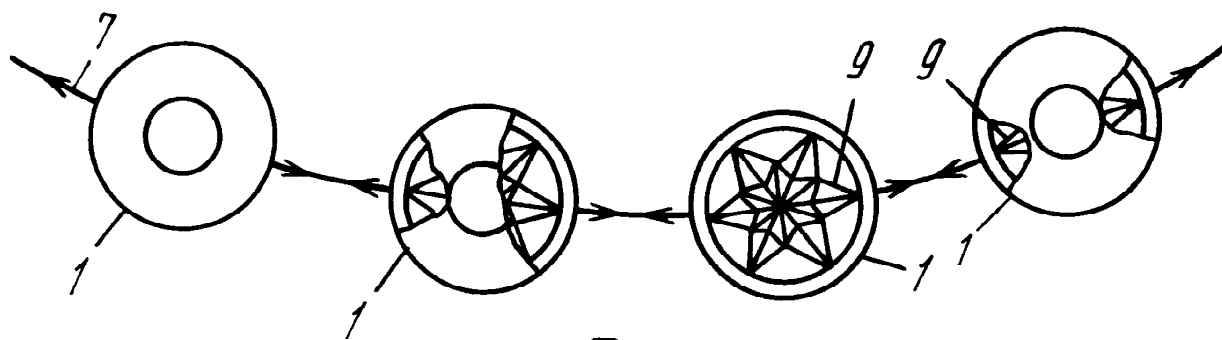
4. Способ дробления негабарита, включающий формирование и размещение основного и дополнительного зарядов на поверхностях негабарита и последующее инициирование зарядов, отличающийся тем, что основной заряд размещают в виде угла, стороны которого ориентируют к поверхности обнажения под углом 10 - 40°.

5. Способ по п.4, отличающийся тем, что стороны угла ориентируют на соседние вершины углов, образованных соседними сторонами поверхности.





Фиг. 2



Фиг. 3



