



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ  
Б. И. 10 1996 № 12 24  
ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОСРЕДОВАНИЯ ЭКЗ №

000032

(19) SU (11) 1795697 A1

(51) F 42 D 3/04

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ  
ВЕДОМСТВО СССР  
(ГОСПАТЕНТ СССР)

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4752241/03

(22) 23.10.89

(71) Государственный научно-исследовательский проектно-конструкторский и проектный институт угольной промышленности "Укрниипроект"

(72) В.С.Прокопенко

(56) Авторское свидетельство СССР № 1301030, кл. Е 21 С 37/00, 1985 (непубл.).

Авторское свидетельство СССР № 961415, кл. Е 21 С 37/00, F 42 D 37/04, 1981 (непубл.).

(54) СПОСОБ ВЗРЫВНОГО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

(57) Изобретение относится к буровзрывным работам на карьерах. Цель изобретения - улучшение качества дробления горных пород путем формирования перемещения пород в сторону откоса уступа. Уступ пород разделяется на группы, прилегающие и удаленные по отношению к откосу уступа и взрывают первоначально группу удаленных

2

зарядов, начиная с наиболее удаленных от откоса уступа с замедлением последующих по мере приближения к откосу уступа в направлении результирующего перемещения пород, а группу прилегающих зарядов инициируют во время действия в откосе уступа положительной фазы сжатия от взрыва группы удаленных зарядов с замедлением, увеличивающимся по мере удаления от откоса уступа в направлении, противоположном перемещению пород, причем замедление между смежными зарядами вдоль линии результирующего перемещения пород устанавливают исходя из приведенного соотношения. В процессе взрыва зарядов по указанному способу формируется результирующая волна смещения породы, направленная в сторону откоса уступа, что повышает интенсивность дробления и разрыхления пород, снижает вероятность выброса пород в тыльную часть уступа и сейсмический эффект. 7 з.п. ф-лы, бил. 1 табл.

(19) SU (11) 1795697 A1

Изобретение относится к горной промышленности и может быть использовано при разработке полезных ископаемых с использованием буровзрывных работ.

Известен способ дробления горных пород включающий короткозамедленное взрывание рядов скважинных зарядов в блоке уступа с расположением в каждой паре отбойного ряда первых, а врубового - втором от свободной поверхности, причем врубовые ряды зарядов предыдущей и последующих пар взрывают с интервалом времени замедления  $T_{31} = 3 \cdot t_{п.ф.}$ , а заряды отбойного ряда по отношению к зарядам врубового ряда в каждой паре взрывают с

интервалом времени замедления  $T_{32} = 1,5 t_{п.ф.}$ , где  $t_{п.ф.}$  - длительность положительной фазы волны сжатия.

Этот способ обладает сравнительно низким коэффициентом использования энергии взрыва, так как значительная часть энергии врубовых зарядов уходит в тыльную часть массива не производя разрушений, а также сравнительно большие интервалы замедлений взрывания отбойных зарядов приводят к тому, что они начинают работать в условиях раскрытых естественных трещин и развитой сети трещин, связанных с разрушающим воздействием врубовых зарядов. Это приводит к снижению времени давле-

ния продуктов взрыва отбойных зарядов на массив и снижение интенсивности разрушения пород

Известен также способ взрывания пород, принятый нами в качестве прототипа, в котором массив со скважными зарядами разбивают на участки, соединяют заряды каждого участка детонирующим шнуром в контуры и взрывают, причем взрывание осуществляют последовательно от внешнего контура к внутренним и встречно-направленно между смежными зарядами, в первый заряд внешнего контура следующего участка взрывают после инициирования последнего заряда внутреннего контура предыдущего участка.

Этот способ обеспечивает относительно низкое качество дробления пород из-за малой величины их смещения в сторону откоса уступа (сброса). Это является результатом почти мгновенной (по отношению к длительности действия газов) детонации зарядов в пределах участка и практически равномерного по всем направлениям действия газов, причем для большинства зарядов, в условиях зажима. Для указанного способа характерно низкое разрыхление пород особенно в центре и тыльной части участка в области подошвы уступа. Кроме того недостаточное смещение породы в сторону откосов уступа обуславливает большой выброс породы на верхнюю площадку уступа. Это резко ухудшает показатели работы горно-транспортного оборудования. Вследствие работы зарядов в зажиме возрастает сейсмический эффект.

Целью изобретения является улучшение качества дробления горных пород путем формирования результирующего смещения пород в сторону откоса уступа

Цель достигается тем, что в известном способе взрывного разрушения горных пород, включающем бурение скважин, заряджение их взрывчатым веществом с разделением образовавшихся зарядов на группы прилегающих и удаленных по отношению к откосу уступа и взрывание зарядов с замедлением, взрывание осуществляют первоначально от группы удаленных зарядов начиная с наиболее удаленных от откоса уступа с замедлением последующих по мере приближения к откосу уступа в направлении результирующего перемещения пород, а группу прилегающих зарядов инициируют во время действия в откосе уступа положительной фазы сжатия от взрыва группы удаленных зарядов, с замедлением, увеличивающимся по мере удаления от откоса уступа в направлении противоположном перемещению пород, причем

замедление между смежными зарядами вдоль линии результирующего перемещения пород устанавливают исходя из соотношения

$$\frac{a_i}{C_m} + t_m \leq t_3 \leq t_{n\phi} + \frac{a_i}{C_m},$$

где  $a_i$  — расстояние до предыдущего заряда вдоль линии перемещения пород, м;

$C_m$  — скорость распространения продольных волн в массиве пород, м/с;

$t_m$  — время достижения максимального значения сжатия в волне, с;

$t_{n\phi}$  — длительность положительной фазы волны сжатия.

Время замедления взрыва последнего заряда по отношению к первому устанавливают исходя из соотношения

$$t_{3пр} \leq (A + 2.5 B) \frac{H_3}{C_m},$$

где  $A$  — коэффициент, характеризующий задержку начала вспучивания массива, связанную с формированием поля напряжений в призме выброса.

$$A = 1.0 + 2.0;$$

$B$  — коэффициент, характеризующий влияние формы воронки выброса,

$$B = 1.0 + 1.4;$$

$H_3$  — расстояние от устья скважины до заряда, м;

С целью расширения возможности применения сброса для взрывания многорядных блоков расстояние от устья скважин до верхнего торца ВВ удаленных зарядов устанавливают в соответствии с зависимостью

$$H_3 \geq \frac{C_m}{A + 2.5 B} \times$$

$$\times \left[ \frac{(\frac{\tau_n}{C_m} + 1) L + \Delta t_y \tau_y + \Delta t_n \tau_n}{\tau_y + \tau_n} - \frac{(L - l)}{\tau_t} \right],$$

где  $\tau_n = \frac{L_n}{t_n}$ ,  $\tau_y = \frac{L_y}{t_y}$  — скорость развития взрыва по линии выброса в группах соответственно прилегающих к откосу уступа и удаленных зарядов, м/с;

$L, L_n, L_y$  – ширина соответственно блока, зон расположения прилегающих к откосу уступа и удаленных зарядов, м;

$t_n, t_y$  – длительность взрыва групп соответственно прилегающих к откосу уступа и удаленных зарядов, с;

$\Delta t_n$  – замедление момента начала взрыва группы прилегающих к откосу уступа зарядов по отношению к моменту выхода волны сжатия, образованной удаленными зарядами, на откос уступа, с;

$\Delta t_y$  – замедление момента взрыва последнего заряда группы прилегающих к откосу уступа по отношению к моменту взрыва последнего удаленного заряда, с;

$l$  – расстояние от удаленного заряда до откоса уступа, м.

С целью увеличения объема сброса пород и повышения интенсивности разрушения пород в зоне расположения удаленных зарядов бурят и заражают дополнительные скважины глубиной менее  $H_3$ , причем их взрывание после прилегающих к откосу уступа зарядов с замедлением возрастающим по мере удаления от откоса уступа.

С целью снижения сейсмического эффекта блок разделяют на участки взрывающиеся последовательно с замедлением в момент времени между взрывами первого заряда из группы прилегающих к откосу уступа предыдущего участка и моментом начала образования линии отрыва по границе предыдущего участка

С целью повышения интенсивности дробления пород заряды в группах соединяют между собой в ряды или контуры по соединяющим линиям и взрывают встречно-направленно между смежными линиями, причем взрывание удаленных зарядов по внешней линии и прилегающих зарядов по ближайшей к откосу уступа линии осуществляют по встречным направлениям.

Термин группа зарядов обозначает совокупность зарядов, характеризующихся местом расположения на блоке (на участке блока) относительно свободного (или вновь образованной в процессе взрыва свободной) поверхности – откоса уступа и однородным характером физических процессов взаимодействия между собой.

Участок – часть блока по его длине.

На фиг. 1 приведена схема расположения зарядов ВВ в плане и схема взрывной сети, на фиг. 2 – схема расположения зарядов в сечении А-А взрываемого блока; на фиг. 3 – схема взрывной сети при встречно-направленном инициировании зарядов; на фиг. 4, 5 и 6 – варианты монтажа взрывной сети с разбивкой блока на участки. На чер-

тежах штрих пунктирной линией обозначены границы расположения прилегающей и удаленной групп зарядов.

При реализации заявляемого способа бурят основные 1 и дополнительные (по необходимости) 2 скважины. В них заряжают взрывчатое вещество и соединяют образовавшиеся заряды детонирующим шнуром (ДШ).

Заряды разбивают на две группы – прилегающие к откосу уступа и удаленные с шириной занимаемых ими зон блока соответственно  $L_n$  и  $L_t$ . Группы зарядов соединяют между собой через пиротехнический замедлитель или отрезок детонирующего шнура 4 соответствующий расчетному времени замедления. Заряды взрывают с замедлением, обеспечивающим пиротехническими замедлителями или отрезками ДШ 5 и 6 соответственно в группах удаленных и прилегающих зарядов. Заряды в дополнительных скважинах взрываются с замедлениями создаваемыми пиротехническими замедлителями или отрезками ДШ 7 и 8. Блок взрывается начиная с наиболее удаленного от откоса уступа ряда зарядов с помощью капсулы детонатора КД. При необходимости повышения надежности взрыва используют дублирующие пиротехнические замедлители 9. В вариантах с разбивкой блока на участки замедление между участками осуществляется пиротехническими замедлителями или отрезками ДШ 10.

В процессе взрыва горная порода перемещается по линии результирующего перемещения (сброса) пород.

Момент начала взрыва группы прилегающих к откосу уступа зарядов ограничен моментом выхода волны сжатия на откос уступа от взрыва удаленных зарядов и моментом завершения действия положительной фазы этой волны

$$T_y + \frac{L}{C_m} + t_{n\phi} > T_n \geq T_y + \frac{L}{C_m}, \quad (1)$$

где  $T_n$  – момент времени начала взрыва группы зарядов прилегающих к откосу уступа, с;

$T_y$  – момент времени начала взрыва группы удаленных зарядов, с;

В этом интервале времени группа прилегающих к откосу уступа зарядов взрывается в условиях смещения в сторону откоса уступа. Это объясняется тем, что скорость смещения в падающей на откос уступа по фазе совпадает с нормальными к фронту волны напряжениями. В отраженной волне скорость смещения породы по отношению к

направлению распространения фронта волны меняется на противоположное. Поэтому в пределах длительности положительной фазы волны или на расстоянии вглубь массива

$$L_{п.ф.} = C_m t_{п.ф.} \quad (2)$$

От откоса уступа смещение от действия удаленных зарядов будут направлены в сторону откоса уступа. В реальных условиях взрывания скважинных зарядов  $t_{п.ф.} \geq 10 \cdot 10^{-3}$  с, а  $C_m \geq 1,0 \cdot 10^3$  м/с, т.е.  $L_{п.ф.} \geq 10$  м. Поэтому, по крайней мере заряды взрывающиеся первыми из группы приближенных, будут срабатывать в условиях предварительного смещения породы в сторону откоса уступа со скоростью отличной от нуля.

Ограничения, накладываемые на интервал времени замедления между смежными зарядами вдоль линии сброса обеспечивает увеличение скорости смещений породы в сторону откоса как при взрыве группы удаленных так и группы приближенных зарядов. Учитывая симметричность волны образованной взрывом зарядов в условиях бесконечного массива пород при взрыве каждого последующего заряда в сторону предыдущего распространяется соответствующая волна. Указанное время замедления  $t_3$  в группе удаленных зарядов обеспечивает сдвиг встречных волн от взрыва смежных зарядов на столько, что максимальное значение скорости от взрыва предыдущих зарядов до момента взрыва последующих проходит линию расположения последних. В результате интерференции скорости смещения породы в сторону откоса уступа возрастают. Аналогично время замедления  $t_3$  в группе приближенных к откосу уступа зарядов обеспечивает сдвиг во времени встречных волн от взрыва смежных зарядов настолько, что максимальные значения скорости смещения от взрыва предыдущих зарядов до момента взрыва последующих проходит в тыл за линию расположения последующих. Поэтому волне, образованной взрывом последующих зарядов, противодействует остаточная часть волны со значениями скорости смещения менее максимальных. В результате интерференции волн результирующая скорости смещения будет направлена в сторону откоса уступа.

Ограничение

$$t_{3.1} < t_{п.ф.} + \frac{a_1}{C} \quad (3)$$

устраняет отрицательное влияние на результирующую величину скорости смеще-

ний отрицательной фазы волны. Кроме того к моменту окончания положительной фазы волны успевает развиваться сеть трещин, расширяющихся под действием продуктов взрыва. Это ухудшает режим взаимодействия зарядов ослабляя эффект суммирования волн в направлении откоса уступа.

Ограничение времени замедления взрыва последнего заряда по отношению к первому ( $t_{3.п.}$ ) исключает преждевременное (до окончания формирования после скоростей в направлении сброса) смещение породы в тыльную сторону блока, образующееся при формировании обнаженной поверхности в результате вспучивания и выброса породы под действием удаленных зарядов. В случае преждевременного вспучивания и выброса породы под действием тыльных зарядов в зоне влияния образующейся свободной поверхности в результате отражения от нее волн, а также остаточного давления продуктов детонации формируется поле смещений породы в сторону этой поверхности. Кроме того, преждевременное истечение продуктов детонации зарядов в атмосферу снижает в среднем по всему давлению продуктов детонации в сторону откоса уступа. В конечном итоге это уменьшает объем пород, перемещаемых в сторону откоса уступа и увеличивает объем пород перемещаемых в тыльную часть блока (выброс на верхнюю площадку уступа очередной заходки).

В соответствии с физическими процессами происходящими при формировании призмы выброса в общем виде можно записать

$$t_{3.п.} \leq t_b = t_1 + t_2 \quad (4)$$

где  $t_b$  — время начала вспучивания массива пород соответствующее окончанию трещинообразования, с;

$t_1$  — время формирования поля напряжений в пределах призмы выброса, с;

$t_2$  — время роста трещин внутри воронки выброса, с;

очевидно, что

$$t_1 = A \frac{H_3}{C_m} \quad (5)$$

Коэффициент пропорциональности  $A$  физически учитывает структуру поля напряжения (форму, соотношение энергии падающей и отраженной волн). В предельных случаях когда отсутствуют (пренебрежительно малы) отраженные волны  $A = 1,0$ , а когда основное разрушение происходит под действием отраженных волн  $A = 2,0$ .

С учетом что скорость распространения трещин составляет ориентировочно 0,4 скорости распространения продольных волн

$$t_2 = B \frac{H_3}{0,4 C_m} = 2,5 B \frac{H_3}{C_m} \quad (6)$$

Коэффициент пропорциональности В физически учитывает форму призмы разрушения и выброса, конкретное различие во времени роста контурообразующих трещин. При одной трещине по нормали от заряда к свободной поверхности  $B = 1,0$ , при образовании нормальной воронки выброса  $B = 1,4$

В итоге

$$t_{3n} \leq (A + 2,5 B) \frac{H_3}{C_m} \quad (7)$$

$C_m$  может быть определено с учетом коэффициента снижения скорости распространения продольных волн ( $\eta$ ), обусловленного влиянием трещиноватости по формуле

$$C_m = \eta c, \quad (8)$$

где  $c$  — скорость распространения продольных волн в образце породы, м/с;

$$\eta = 0,3 - 0,9.$$

Ограничение (7) при постоянном заглублении заряда ограничивает ширину блока. Поэтому для ее расширения целесообразно увеличить  $H_3$ .

Учитывая, что на линии блока, разделяющей прилегающую и удаленную группы зарядов заряды взрываются с замедлением, а также замедление взрыва зарядов в группе приближенных после начала смещения откоса уступа  $\Delta t_n$ , с использованием (7) можно записать систему уравнений, характеризующих взаимосвязь интервалов времени на блоке,

$$\begin{cases} t_y + \Delta t_y \leq (A + 2,5 B) \frac{H_3}{C_m} & (9) \\ t_y + \Delta t_y = t_c + \Delta t_n + t_n & (10) \end{cases}$$

где  $t_y$  — время взрывания группы удаленных зарядов, с;

$t_n$  — время взрывания группы приближенных зарядов, с;

$t_c$  — время выхода волны от взрыва первого заряда на откос уступа, с.

$$t_c = \frac{L}{C_m} \quad (11)$$

Обозначим

$$t_n = \frac{L_n}{t_n} \quad t_y = \frac{L_y}{t_y}$$

где  $t_n, t_y$  — скорость развития взрыва по линии сброса в группах соответственно приближенных и тыльных зарядов, м/с;

С учетом обозначений и (11) из (10)

$$\frac{L_y}{t_y} + \Delta t_y = \frac{L}{C_m} + \Delta t_n + \frac{L_n}{t_n} \quad (12)$$

С учетом, что

$$L = L_y + L_n \quad (13)$$

из (12) получим

$$L_y = \frac{L \left( \frac{1}{C_m} + \frac{1}{t_n} \right) + (\Delta t_n - \Delta t_y)}{\left( \frac{1}{t_n} + \frac{1}{t_y} \right)} \quad (14)$$

Подстановкой (14) и (8) после преобразований получим

$$\frac{\left( \frac{t_n}{C_m} + 1 \right) L + \Delta t_y t_y + \Delta t_n t_n}{t_y + t_n} < (A + 2,5 B) \frac{H_3}{C} \quad (15)$$

Левая часть неравенства (15) определяет время между взрывом первого и последнего зарядов на блоке. Для произвольных тыльных зарядов расположенных от откоса уступа на расстоянии

$$\frac{\left( \frac{t_n}{C_m} + 1 \right) L + \Delta t_y t_y + \Delta t_n t_n}{t_y + t_n} - \frac{(L - l)}{t_y} \leq \leq (A + 2,5 B) \frac{H_3}{C} \quad (16)$$

в итоге

$$H_3 \geq \frac{C}{A + 2,5 B} \times$$

$$\times \left[ \frac{\left( \frac{t_n}{C_m} + 1 \right) L + \Delta t_y t_y + \Delta t_n t_n}{t_y + t_n} - \frac{(L - l)}{t_y} \right] \quad (17)$$

Из анализа (17) следует, что  $H_2$  возрастает линейно с увеличением ширины блока и удалением заряда от откоса уступа.

При значительной величине  $H_2$  снижается интенсивность разрушения пород в верхней части уступа и их сброс в сторону откоса уступа. Поэтому целесообразно в этой зоне расположение дополнительных зарядов, обеспечивающих дополнительное энергонасыщение массива в области  $H_2$ . Эти заряды по характеру взаимодействия волны между собой и с окружающими зарядами относятся к группе прилегающих к откосу уступа.

На фиг. 4, 5 и 6 приведены характерные варианты использования изобретения с разбивкой удлиненного блока на участки, взрывающиеся последовательно с замедлением. Длина участка и интервалы замедлений устанавливаются исходя из условия образования линии отрыва до взрыва зарядов последующего участка, прилегающей к этой линии отрыва. С учетом результирующей линии откоса уступа, образованной линией отрыва и бровкой уступа осуществляется и разбивка зарядов на группы удаленных и прилегающих.

Встречно направленное взрывание смежных рядов осуществляют путем соответствующей коммутации зарядов с использованием детонирующего шнура и пиротехнических замедлителей. В этом случае замедление между различными ближайшими зарядами расположенными на смежных линиях будут непостоянны. Однако учитывая, что этот порядок взрывания эффективен при малых интервалах замедления, когда между смежными линиями не образуется поверхности разрыва, и идет взаимодействие полей напряжений от окружающих зарядов заметной неравномерности разрушения пород не наблюдается.

Способ допускает значительное количество вариантов его конкретной реализации. Варианты схем, приведенные на фиг. 1 и 3, целесообразно использовать на блоках с небольшой (40 - 50 м) протяженности и шириной 35-45 м с высотой уступов 25-30 м. В конкретных вариантах приняты глубина скважин 30 м, масса заряда в последнем

удаленном ряду 300 кг Породы известняк крупноблочный структуры с  $C_m = 1800$  м/с

В конкретных вариантах использования способа с применением схем на фиг. 4 и 5 принято  $H_y = 15$  м, вес заряда 300 кг Породы указанный известняк Схему на фиг. 6 целесообразно применять в породах с большими скоростями распространения волн. Длительность положительной фазы волны и времени нарастания направлений до максимального значения определены по зависимостям

Основные параметры конкретных вариантов схем взрывания с использованием изобретения приведены в таблице. Реализация способа осуществляется в обычной последовательности подготовки и проведения взрыва при короткозамедленном взрывании.

Изобретение обеспечивает повышение интенсивности дробления коэффициента разрыхления пород; улучшение качества проработки подошвы, снижение обратных (в тыл уступа) выбросов породы, снижение сейсмического эффекта.

Это достигается благодаря улучшению режима взаимодействия зарядов ВВ которое проявляется в следующих физических явлениях, характерных для заявляемого способа:

создание преимущественного направления сброса и повышение его величины за счет успевающего суммирования волн от отдельных зарядов;

предварительное нарушение массива и смыкание трещин;

создание сложно напряженного состояния путем образования встречно-направленного движения породы, с изменением направления результирующего вектора смещения по времени,

замыкание энергии взрыва в пределах блока путем первоочередного взрыва тыльных зарядов, а также взрывом каждой последующей секции до окончания взрыва предыдущей;

увеличение общей длительности взрыва на массив за счет разбивки блока на секции и взрывание их с замедлением.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ взрывного разрушения горных пород, включающий бурение скважин, заряджение их взрывчатым веществом и разделением образовавшихся зарядов на группы прилегающих и удаленных по отношению

к откосу уступа и взрывание зарядов, отличающийся тем, что, с целью улучшения качества дробления горных пород путем формирования результирующего перемещения пород в сторону откоса уступа, взрывание начинают с наиболее удаленных от

откоса уступа групп зарядов с замедлением взрывания последующих по мере приближения к откосу уступа в направлении результирующего перемещения пород, а группы примыкающих зарядов инициируют во время действия в откосе уступа положительной фазы сжатия от взрыва группы удаленных зарядов, с замедлением, увеличивающимся по мере удаления от откоса уступа в направлении противоположном перемещению пород.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что замедления между взрыванием смежных зарядов вдоль линии результирующего перемещения пород устанавливается из соотношения

$$\frac{a_1}{C_m} + t_m < t_{зл} < t_{пф} + \frac{a_1}{C_m},$$

где  $a_1$  — расстояние от предыдущего заряда вдоль линии результирующего перемещения пород, м;

$C_m$  — скорость распространения продольных волн в массиве пород, м/с;

$t_m$  — время достижения максимального значения сжатия в волне, с;

$t_{пф}$  — длительность положительной фазы волны сжатия, с;

3. Способ по п. 1 и 2, отличающийся тем, что время замедления взрыва последнего заряда по отношению к первому устанавливают исходя из соотношения

$$t_{злр} \leq (A + 2,5 B) \frac{H_3}{C_m},$$

где  $A$  — коэффициент, характеризующий задержку начала вспучивания массива — связанную с формированием поля напряжений в призме выброса,  $A = 1,7 - 2,0$ ;

$B$  — коэффициент, характеризующий влияние формы воронки выброса,  $B = 1,0 - 1,4$ ;

$H_3$  — расстояние от устья скважины до заряда, м.

4. Способ по пп. 1-3, отличающийся тем, что, с целью расширения возможности применения способа для взрывания многорядных блоков, расстояние от устья скважин до верхнего торца ВВ удаленных зарядов устанавливают в соответствии с зависимостью

$$H_3 \geq \frac{C_m}{A + 2,5 B} \times$$

$$\times \left[ \frac{(\frac{r_n}{C_m} + 1) L + \Delta t_y r_y + \Delta t_n r_n}{r_y + r_n} - \frac{(L - l)}{r_t} \right],$$

где  $r_n = \frac{L_n}{t_n}$ ,  $r_y = \frac{L_y}{t_y}$  — скорость развития взрыва по линии сброса в группах соответственно прилегающих к откосу уступа и удаленных зарядов, м/с;

$L$ ,  $L_n$ ,  $L_y$  — ширина соответственно блока, зон расположения прилегающих к откосу уступа и удаленных зарядов, м;

$\Delta t_n$  — замедление момента начала взрыва группы прилегающих к откосу уступа зарядов по отношению к моменту выхода волны сжатия, образованной удаленными зарядами, на откос уступа, с;

$\Delta t_y$  — замедление момента взрыва последнего заряда группы прилегающих к откосу уступа по отношению к моменту взрыва последнего удаленного заряда, с;

$l$  — расстояние от удаленного заряда до откоса уступа, м.

5. Способ по пп. 1-4, отличающийся тем, что, с целью увеличения объема сброса пород и повышения интенсивности разрушения пород, в зоне расположения удаленных зарядов бурят и заряжают дополнительные скважины глубиной менее  $H_3$ , причем их взрывают после прилегающих к откосу уступа зарядов с замедлением, возрастающим по мере удаления от откоса уступа.

6. Способ по п. 1, отличающийся тем, что, с целью снижения сейсмического эффекта блок разбивают по длине на участки, взрывающиеся последовательно с замедлением, причем взрыв зарядов каждого последующего участка начинают до окончания взрыва зарядов предыдущего участка.

7. Способ по пп. 1 и 6, отличающийся тем, что заряды каждого последующего участка соединяют в ряды по линиям параллельным линии, образованной бровкой уступа и линией отрыва горной массы от взрыва зарядов предыдущего участка.

8. Способ по пп. 1-7, отличающийся тем, что, с целью повышения интенсивности дробления пород заряды в группах соединяют между собой в ряды или контуры по соединяющим линиям и взрывают встречно-направленно между смежными линиями, причем взрывание удаленных за-

рядов по внешней линии и прилетающих зарядов по ближайшей к откосу уступа ли-

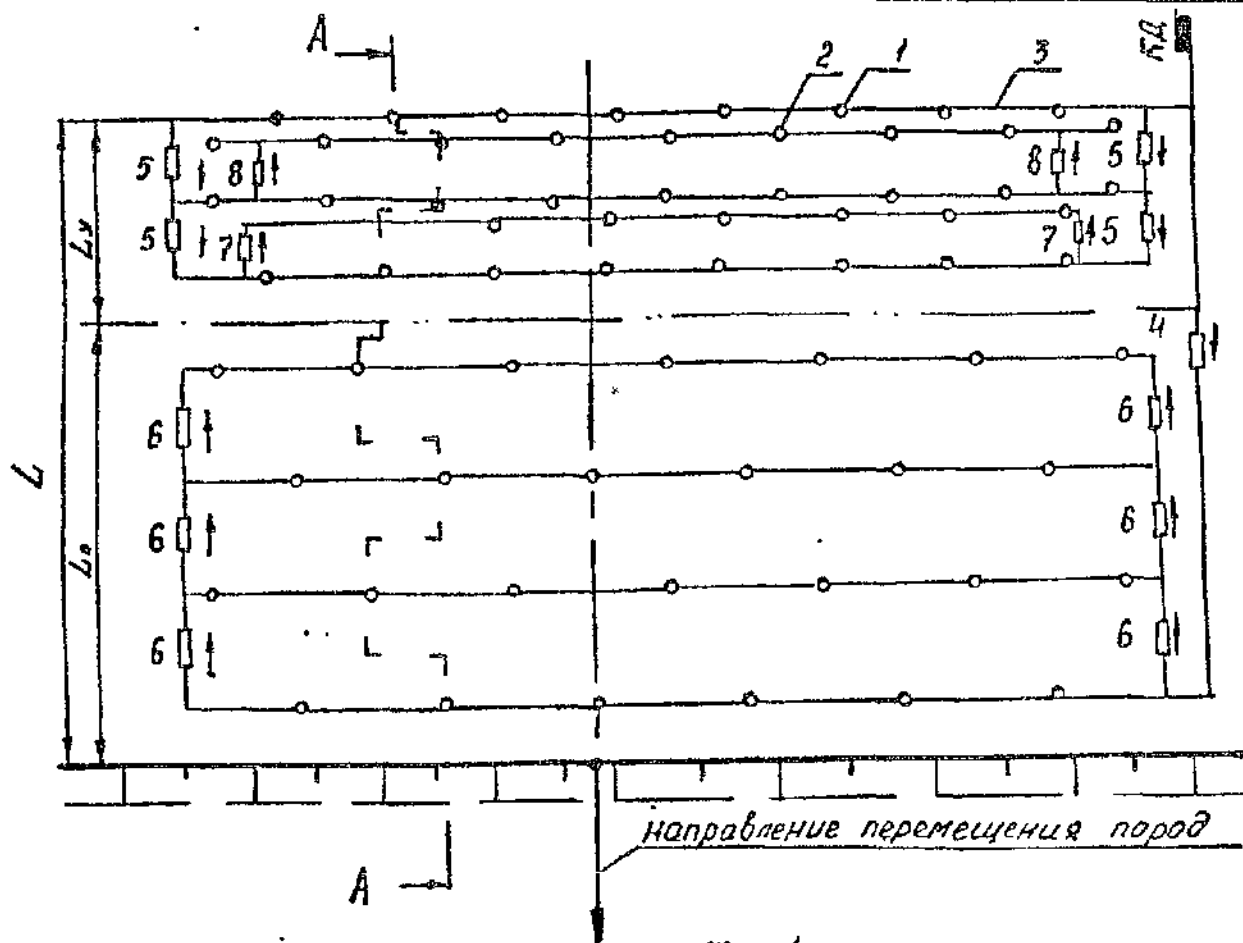
нии осуществляют по встречным направлениям

# Основные параметры вариантов практического использования изобретения

Вариант схемы	$t_{пф}$ на расстоя- нии, с $\cdot 10^{-3}$			$t_{м}$ на расстоя- нии, с $\cdot 10^{-3}$			Размеры сетки скважин мкм		Ширина блока и зон, м		
	L	$a_y$	$a_n$	L	$a_y$	$a_n$	$a_n \times b_n$	$a_y \times b_y$	L	$L_n$	$l_y$
фиг. 1	51,6	17,4	18,4	11,3	2,3	2,5	5,5 x 6,0	5,0 x 5,5	35	22,5	12,5
фиг. 3	51,6	17,4	18,4	11,3	2,3	2,5	5,5 x 6,0	5,0 x 5,5	35	22,5	12,5
фиг. 4	42,3	20,2	20,2	10,2	3,6	3,8	5,5 x 6,0	5,5 x 6,0	25-30	20+25	7+10
фиг. 5	25,5	20,2	20,2	5,4	3,8	3,8	5,5 x 6,0	5,5 x 6,0	10	4	6
фиг. 6	25,5	20,2	20,2	5,4	3,8	3,8	5,0 x 5,5	5,0 x 5,5	9	4	5

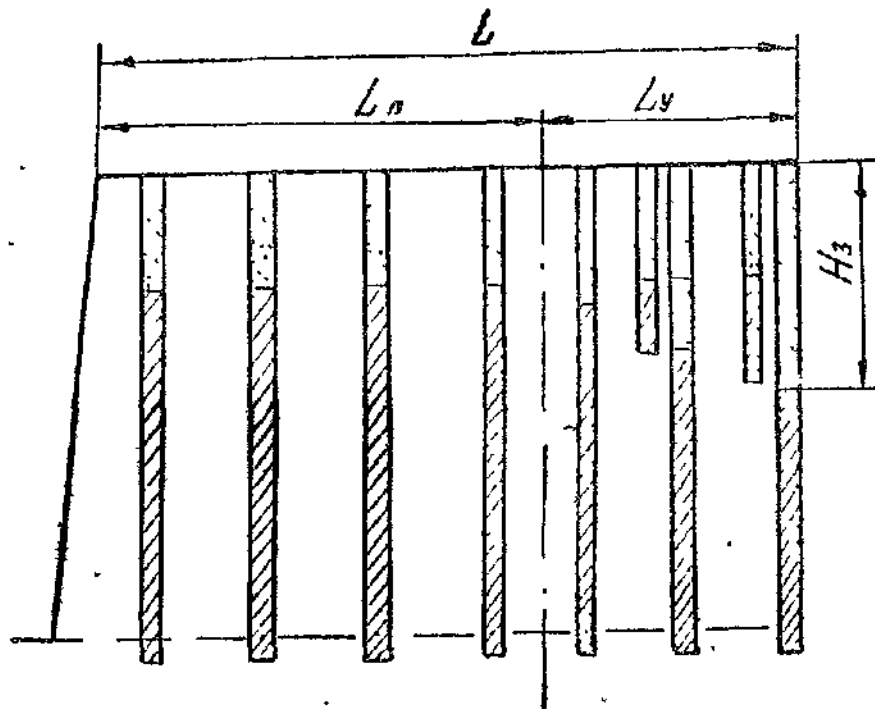
## Продолжение таблицы

Вариант схемы	$N_3$ на расстоянии от откоса уступа, м			$t_3$ с $\cdot 10^{-3}$	Интервалы замедления поротехнических замедлите- лей, с $\cdot 10^{-3}$						
	L	$L - a_y$	$L - 2a_y$		$t_4$	$t_5$	$t_6$	$t_7$	$t_8$	$t_9$	$t_{10}$
фиг. 1	22	18	14	10	20	10	10	40	60	-	-
фиг. 3	17	14,5	12	6	-	-	-	35	50	60	-
фиг. 4	7	6	6	3+6	-	-	-	-	-	20	10
фиг. 5	6	6	6	-	10	-	-	-	-	10	10
фиг. 6	6	6	6	-	4+6	-	-	-	-	20	10

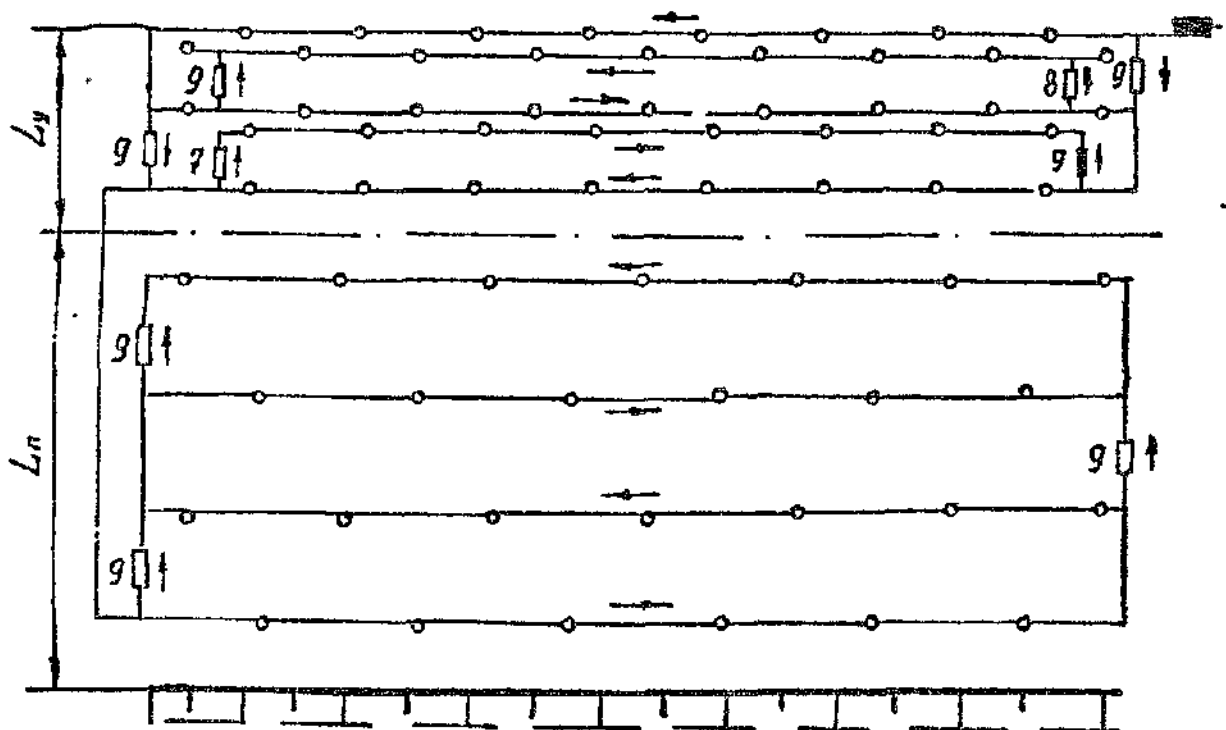




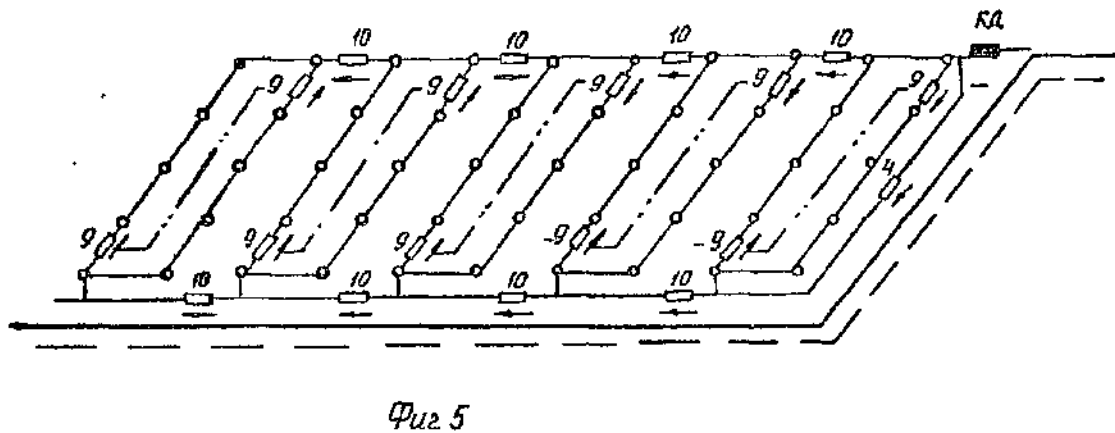
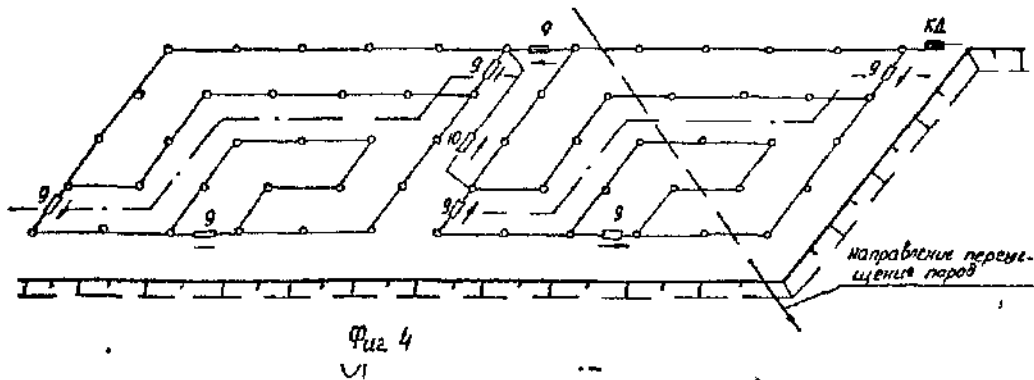
1795697



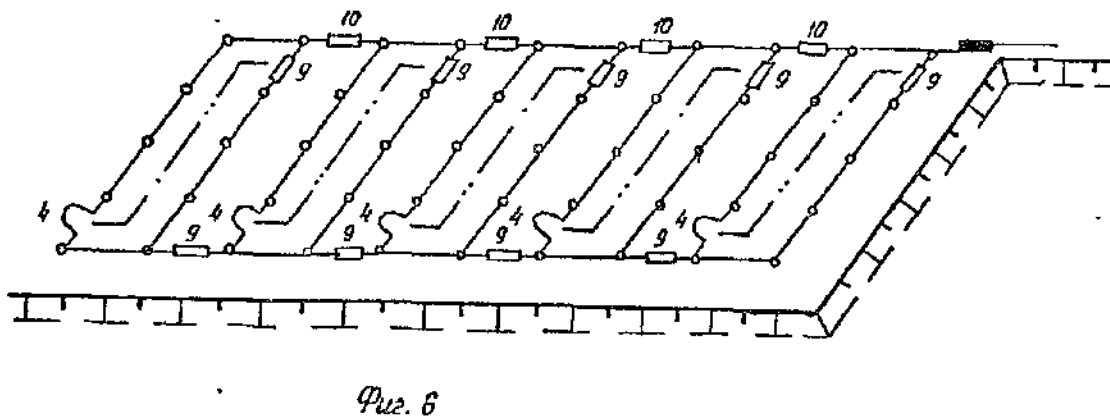
Фиг. 2



Фиг. 3.



30



Редактор

Составитель Н. Кононова  
Техред М. Моргентал

Корректор М. Максимишинец

Заказ 297/ДСП

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101