



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **110243**

(13) **U**

(51) МПК

F42D 3/04 (2006.01)

E21B 49/04 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

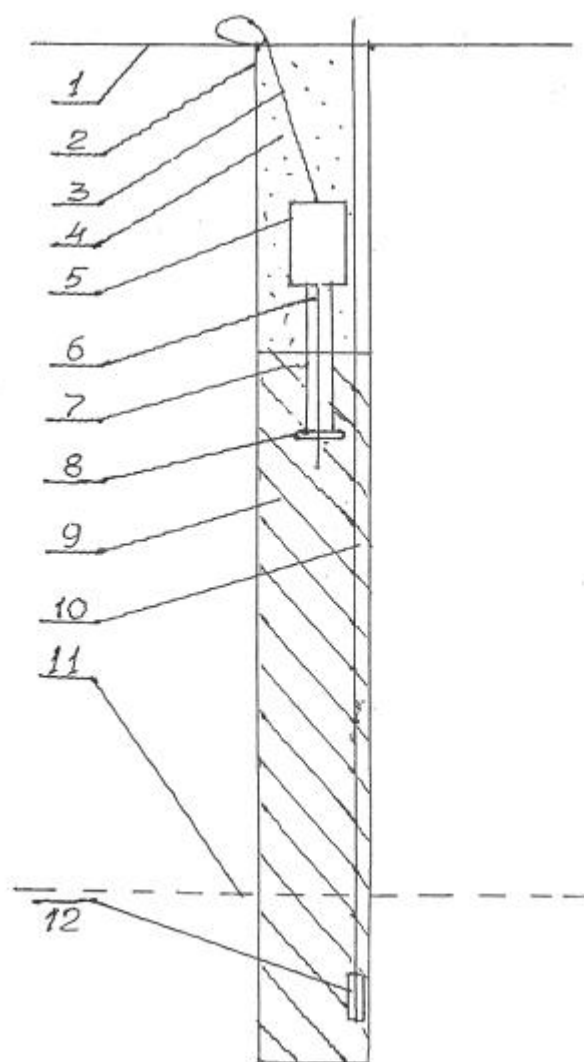
(21) Номер заявки: u 2016 06410	(72) Винахідник(и): Шапурін Олександр Васильович (UA), Скачков Андрій Анатолійович (UA), Мясніков Олександр Федорович (UA), М'ясніков Олег Федорович (UA)
(22) Дата подання заявки: 13.06.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 26.09.2016	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 26.09.2016, Бюл.№ 18	(73) Власник(и): Шапурін Олександр Васильович, Дніпропетровське шосе, 36, кв. 12, м. Кривий Ріг, 50048 (UA)
	(74) Представник: Кривенко Юрій Юрійович, реєстр. №255

(54) ВИБУХОВА СВЕРДЛОВИНА

(57) Реферат:

Вибухова свердловина містить вибухову речовину, в нижній частині якої розміщений ініціатор однієї із систем ініціювання, а над зарядом містить забивний матеріал. У забивному матеріалі розміщено замикаючий заряд, виконаний із можливістю ініціювання його практично одночасно із основним свердловим зарядом або на мить раніше.

UA 110243 U



Корисна модель належить до буровибухових робіт і може бути використана для подрібнення гірських порід перед їх видобутком із масиву.

Найбільш найближчим аналогом є вибухова свердловина: [Мельников Н. В. Краткий справочник по открытым горным работам, 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1982, Глава 3.7, подраздел 3.7.6. Проектирование скважинных зарядов при взрывной отбойке на основе энергетического принципа по Г. П. Демидюку. - с. 128].

Вибухова свердловина, що містить вибухову речовину (ВР), в нижній частині якої розміщений ініціатор однієї із систем ініціювання, а над зарядом є забивний матеріал, довжина якого (L_3) відповідає співвідношенню:

$$L_3 \geq L_{CB} - (BMP * BMC * H_\gamma * q / p),$$

де: L_{CB} - довжина свердловини, м;

BMP - відстань між рядами свердловин, м;

BMC - відстань між свердловинами в ряду, м;

H_γ - висота уступу, м;

q - питома витрата ВР, кг/м³;

p - місткість ВР в 1 м свердловини, кг/м.

Найближчий аналог передбачає створення вибухової свердловини, що містить вибухову речовину (ВР), в нижній частині якої розміщений ініціатор-бойовик будь-якої системи ініціювання, а над зарядом ВР у свердловині розташована забивка із трьома замикаючими зарядами усередині неї, кожен з яких має запас енергії $A_{зап} = 130d^3$ Мкал, відстань між якими складає по 3 діаметри свердловини, які спрацювують, наприклад, від відрізка детонуючого шнура (ДШ), опущеного у свердловий заряд ВР із можливістю ініціювання замикаючих зарядів після спрацювання свердлового заряду ВР на границі із забивкою. Викладене припущення про ініціювання трьох замикаючих зарядів у найближчому аналогі від ДШ, опущеного у свердловий заряд ВР, де він сприйматиме початковий імпульс, щоб передати його замикаючим зарядам, не значиться у довіднику (найближчий аналог).

Недоліки найближчого аналога наступні:

1. Три замикаючі заряди, розташовані на відстані $3d$ (для умов, які часто зустрічаються це 0,75м) один від одного - це дуже складна конструкція, в якій мало логіки, якщо їх ініціювати за допомогою ДШ від заряду ВР, що у свердловині з низу, бо вони працюватимуть у режимі додавання у напрямку виштовхування забивки із свердловини. Добре відомо, що середовище зміщується у напрямку розвитку детонації. Якщо б їх ініціювати із поверхні уступу в режимі додавання назустріч детонуючому знизу свердловому заряду, то логіка б була, але на сьогоднішній день відсутні засоби ініціювання, які могли б згармонізувати всі швидкоплинності ініціювання свердлового заряду знизу і, назустріч йому замикаючих зарядів зверху, щоб забезпечити зустріч хвиль з обох сторін в районі вузького забивного матеріалу між ними.

2. Задекларований запас енергії $130d^3$ Мкал для кожного із трьох замикаючих зарядів - це непогано для деякої кількості умов виконання вибухових робіт, але це не завжди. В умовах підривання міцних і надміцних гірських порід запас енергії для замикаючої дії необхідно збільшити щонайменше у рази.

3. Дотримання меж розташування замикаючих зарядів верхнього - 3,0 м а нижнього - 4,5 м від поверхні уступу не є оптимальним рішенням. Краще б було зібрати всі три в один і розташувати на глибині 4,0 м - це було б ефективніше, бо свердловому заряду треба було б підняти у повітря конус гірських порід, висота якого 4,0 м. Маса цього конуса гірських порід є дуже важливою складовою замикаючої дії для свердлового заряду. А так ми силу супротиву розосередили, частину її розташували на 3 м від поверхні уступу, а там де глибина 4,5 м залишили лише третину сили супротиву.

Задачею корисної моделі є удосконалення замикаючого заряду 33), шляхом спрощення його конструкції: замість трьох зарядів сформовано один із емульсійної ВР (ЕВР) у поліетиленовому пакеті із бойовиком із патрона ЕВР, обмотаному двома нитками ДШ, маємо 33 ЕВР. Сам 33 ЕВР встановлено у забивному матеріалі. Від нього на верх до покрівлі уступу йде монтажний шпегат, на якому 33 ЕВР опускають у вибухову свердловину. Від бойовика, що у 33 ЕВР, вниз опускаються 2 нитки ДШ, які вводяться у основний заряд на глибину, яка дозволяє згармонізувати спрацювання 33 ЕВР відносно основного свердлового заряду ВР. Оскільки 33 ЕВР отримує імпульс для спрацювання від ДШ, а той від основного заряду ВР, то слід згадати, що ДШ після сприйняття імпульсу, своїм подальшим спрацюванням шкодитиме основному заряду ВР, знищуючи дрібненькі пухирці в основному заряді ВР, які є джерелами зародження детонації у ньому. Для уникнення цього явища, під час монтажу усієї конструкції 33 ЕВР, одягнемо на ДШ гофровану пластикову трубочку, залишивши кінцівки ДШ розміром 22 см (це

так за нормами) вільними від трубочки для сприйняття детонації від заряду і попередимо зісковзування трубочки із ДШ закріпленням на ньому скотчем камінця. Одночасно камінець, як невеличкий вантаж, робитиме всю конструкцію 33 ЕВР стрункою, без петель і вигинань, тобто більш дієздатною. Загальну ж довжину ниток ДШ вибираєм із тієї умови, щоб ДШ, сприйнявши імпульс і спрацювавши із швидкістю 7,0км/сек., обігнав детонацію основного свердлового заряду ЕВР, спрацювуючого із швидкістю 4,2-5,5км/сек., дістався 33 ЕВР, забезпечивши його спрацювання одночасно із завершенням спрацювання основного свердлового заряду ЕВР, або із невеликим випередженням відносно нього.

Поставлена задача вирішується тим, що вибухова свердловина містить основний свердловий заряд вибухової речовини, наприклад, емульсійної (ЕВР), в нижній частині якої розміщено ініціатор (бойовик), а над свердловим зарядом ЕВР розміщено забивний матеріал, довжина якого (L_3) відповідає співвідношенню:

$$L_3 \geq L_{CB} - (BMP * BMC * H_\gamma * q / p),$$

де: L_{CB} - довжина свердловини, м;

BMP - відстань між рядами свердловин, м;

BMC - відстань між свердловинами в ряду, м;

H_γ - висота уступу, м;

q - питома витрата ВР, кг/м³;

p - місткість ВР в 1 м свердловини, кг/м;

згідно з корисною моделлю, у забивному матеріалі розміщено 33 ЕВР, маса якого (Q_3) відповідає співвідношенню:

$$0,025 * Q_{CB} \geq Q_3 \geq 0,009 * Q_{CB}, \text{ кг};$$

де: Q_{CB} - маса заряду у свердловині, кг;

окрім того, 33 ЕВР виконаний із можливістю ініціювання його практично одночасно із основним свердловим зарядом ЕВР, або на мить раніше, але за умов, що час випередження (t) буде визначатись із співвідношення:

$$0 \text{ мс} \leq t \leq 0,07 \text{ мс}$$

Технічний результат від використання корисної моделі полягає у отриманні економічного ефекту за рахунок покращення якості подрібнення гірських порід і зниження собівартості їх видобутку, шляхом суттєвої затримки продуктів детонації у вибуховій свердловині, щоб вони за цей додатковий час віддали гірському масиву додаткову частку енергії, заставивши масив відреагувати додатковою площею новоутвореної поверхні камінців меншого розміру у вибуховому розвалі. Оскільки все це реалізується екологічно чистими ЕВР, то окрім економічного результату буде присутнім і екологічний результат.

Корисна модель ілюструється схемою, на якій зображено вертикальну вибухову свердловину (ВС) - 2, поверхню (покрівлю) уступу - 1, монтажний шпигат - 3, забивний матеріал - 4, замикаючий заряд (33) ЕВР - 5, ДШ - 6, гофровану пластикову трубку - 7, розташовану поверх ДШ - 6, камінець - 8, закріплений скотчем до ДШ - 6, основний свердловий заряд ЕВР - 9, магістралі хвилеводів неелектричної системи ініціювання - 10, нижня поверхня уступу, його підшва - 11, бойовик - 12.

Вибухова свердловина містить основний свердловий заряд ЕВР - 9 із бойовиком - 12, розташованим у нижній його частині. Від бойовика - 12 до поверхні уступу - 1 простягаються через основний свердловий заряд ЕВР - 9 хвилеводи неелектричної системи ініціювання - 10, де вони єднаються до поверхневої вибухової мережі, яка забезпечує черговість спрацювання основних свердлових зарядів ЕВР, виконаних по типу основного свердлового заряду ЕВР-9 у ВС - 2. Над основним свердловим зарядом - 9 розташовано забивний матеріал - 4, у якому розміщено 33 ЕВР-5, що складається із ЕВР розташованої у поліетиленовій оболонці із бойовиком, виготовленим із патрона ЕВР обмотаного двома нитками ДШ - 6, які з нижнього торця 33 ЕВР - 5 опускаються у основний свердловий заряд ЕВР - 9 для сприйняття ними імпульсу детонації від нього. При цьому, згідно з нормативами, для передачі імпульсу детонації до ДШ - 6 достатньо його довжини 20 см, ще 2 см надати на випадок витрушування тенового осередку із кінцівок ДШ - 6, а основна частина магістралі ДШ - 6 забезпечує обгін детонації по ДШ - 6 відносно. основного свердлового заряду ЕВР - 9 на шляху передачі імпульсу від ДШ - 6 до 33 ЕВР - 5, з метою забезпечити одночасне спрацювання 33 ЕВР - 5 із завершенням детонації у основному заряді ЕВР - 9, або навіть на мить раніше ніж у основному свердловому заряді ЕВР - 9. У цьому процесі обгону детонації по ДШ - 6, необхідно зберегти від ушкодження ним дрібненьких пухирців повітря у основному заряді ЕВР - 9, які є джерелами зародження детонації в ньому. Для цього на ДШ - 6 одягнена гофрована пластикова трубка - 7, яка

утримується від зісковзування із ДШ - 6 камінцем - 8, який закріплено скотчем до ДШ - 6 на межі 22см від його кінцівок. Камінець - 8, окрім того, своєю масою вирівнює магістраль ДШ - 6 від скручування, бо в окремих експериментах, в яких на ДШ - 6 був відсутній камінець - 8, скручений ДШ - 6 часто розташовувався над свердловим зарядом ЕВР - 9, що призводило до відмов

детонації 33 ЕВР - 5 і, таким чином, виключалась можливість досягнення мети винаходу. Такі неспрацьовані 33 ЕВР - 5 знаходили після вибуху на поверхні вибухового розвалу.

Корисна модель реалізується наступним чином. На уступі гірських порід, обмеженому зверху покрівлею - 1, а знизу підшою - 11, вибурено вибухову свердловину (ВС) - 2, що містить будь-яку ВР, наприклад, емульсійну (ЕВР) - 9, в нижній частині якої розміщено ініціатор (бойовик) - 12, який з'єднано із поверхневими вибуховими мережами хвилеводом - 10, а над свердловим зарядом ЕВР - 9 розміщено забивний матеріал - 4, довжина якого відповідає співвідношенню:

$$L_3 \geq L_{CB} - (BMP * BMS * H_\gamma * q / p),$$

де: L_{CB} - довжина свердловини, м;

BMP - відстань між рядами свердловин, м;

BMS - відстань між свердловинами в ряду, м;

H_γ - висота уступу, м;

q - питома витрата ВР, кг/м³;

p - місткість ВР в 1 м свердловини, кг/м;

Суть корисної моделі полягає в тому, щоб 33 ЕВР - 5 достатньої маси (Q_3) / ця достатність визначається співвідношенням:

$$0,025 * Q_{CB} \geq Q_3 \geq 0,009 * Q_{CB}, \text{ кг};$$

де: Q_{CB} - маса заряду у свердловині, кг;

а також, спрацюванням 33 ЕВР - 5 одночасно із завершенням детонації основного свердлового заряду ЕВР - 9, або на мить раніше за нього, що забезпечується підбором довжини ниток ДШ - 6, які сприйматимуть імпульс у верхній частині свердлового заряду ЕВР - 9, але спрацьовують швидше (7км/сек.), ніж свердловий заряд ЕВР - 9 (4,2-5,2 км/сек.), тому обганяють його і заставляють вибухати 33 ЕВР - 5 одночасно або на мить раніше, але за умов, що час (t) випередження відносно спрацювання основного свердлового заряду ЕВР - 9 буде знаходитись в межах:

$$0\text{мс} \leq t \leq 0,07\text{мс}$$

Дотримання означених умов відносно маси 33 ЕВР - 5 і часу його спрацювання перетворює забивний матеріал, який звичайно являє собою своєрідний пиж, який на деякий час затримує вибухові гази, але все таки вилітає, на міцний замок, який не вилітає із свердловини, а заставляє вибухові гази підняти у повітря конус гірських порід, вершина якого на місці розташування 33 ЕВР - 5.

Перед заряджанням біля кожної із ВС - 2 розкладають: бойовик - 12 із хвилеводом - 10 згорнутим у кільце, а також готову конструкцію - 33 ЕВР - 5, всі ланки якої забезпечують його спрацювання, яка складається: із ЕВР необхідної маси у поліетиленовому пакеті із патроном ЕВР, обмотаним двома нитками ДШ - 6 і розміщеним у цій ЕВР, із герметизацією пакету після розміщення в ньому патрона ЕВР із ДШ - 6 на ньому, при цьому ці дві нитки ДШ - 6 виходять за межі пакету, і за межами пакету на них одягнена гофрована пластикова трубка - 7 необхідної довжини, положення якої на ДШ - 6 зафіксовано камінцем - 8, закріпленим на ДШ - 6 скотчем; а також із монтажного шпагата - 3, закріпленого на пакеті із ЕВР, і за допомогою цього монтажного

шпагата - 3 пакет із ЕВР опущено у свердловину - 2 на той рівень, який забезпечує опускання ДШ - 6 із гофрованою пластиковою трубкою - 7 на ньому на достатню глибину у ВС - 2 для сприйняття імпульсу від свердлового заряду ЕВР - 9 і передачі його до 33 ЕВР - 5, щоб спричинити замикаючу дію у забивному матеріалі, затримати продукти детонації від основного свердлового заряду ЕВР - 9 на короткий проміжок часу, однак достатній, щоб вилучити із продуктів детонації додаткову енергію на покращення якості дроблення вибухом гірських порід, що складають уступ.

Згідно з кресленням, нитки ДШ - 6 уведено вглиб верхньої частини свердлового заряду ВР - 9 на 3,22 м, від якого сприймають детонацію і передають 33 ЕВР - 5, розташованому над торцем основного свердлового заряду ЕВР - 9 на відстані 1,0 м. Швидкість детонації ДШ - 6 складає 7 км/сек, або 7 м/мсек.

Загальна довжина ДШ - 6 на якій він працює із випередженням відносно основного заряду ЕВР - 9 після сприйняття детонації складає: $3,0 + 1,0 = 4,0$ м. Цю відстань детонація по ДШЕ - 6 долає за: $4,0 : 7 = 0,571$ м/сек. Паралельно до цього процесу детонація по основному

свердловому заряду ЕВР - 9 долає відстань 3,0 м зі швидкістю 5,1 км/сек. за інтервал часу: $3,0:5,1=0,588$ м/сек, тобто 33 ЕВР - 5 спрацьовує на 0,017 м/сек раніше від основного свердлового заряду ЕВР - 9, тобто у задекларований інтервал часу: $0\text{мс} \leq t \leq 0,07\text{мс}$.

Вибухові хвилі від основного заряду ЕВР - 9 і 33 ЕВР - 5 зустрічаються майже разом у вузькому проміжку забивного матеріалу між ними, але від 33 ЕВР - 5 хвиля з'являється на 0,017 м/сек раніше. Зрозуміло, що більша сила візьме гору, але це вже не посування забивного матеріалу як у трубі, бо продукти детонації (ПД) 33 ЕВР - 5 створять великий тиск і заставлять ПД основного заряду ЕВР - 9 утворити воронку і долати опір значної маси гірської породи конічної форми - затримка виявиться суттєвою. Буде реалізована пролонгація дії вибуху із збільшенням ним корисної роботи по здрібненню гірських порід.

Перевірено доцільність задекларованої маси 33 ЕВР - 5. Для умов Криворізьких кар'єрів у породах невеликої міцності застосовують свердлові заряди ЕВР - 9 масою 540-600 кг, а маса 33 ЕВР - 5 (за виразом $0,025 \cdot Q_{\text{СВ}} \geq Q_3 \geq 0,009 \cdot Q_{\text{СВ}}$) складе: від 5 до 15 кг; для порід великої міцності маса свердлового заряду ЕВР-9 становить 980 кг, а межі 33 ЕВР - 5, відповідно: 9 кг і 25 кг. Виконано розрахунки: 1 кг сучасної ЕВР під час детонації виділяє в середньому 950 л вибухових газів.

Складемо таблицю:

Маса 33 ЕВР - 5, кг:	5	9	15	25
Об'єм вибухових газів, л:	4750	8550	14250	23750
Створюваний тиск, кг/см ² :	10184	18330	30550	50920

Пропоноване зростання маси замикаючого заряду із збільшенням важкоподрібнюваності гірських порід пояснюється зростанням питомої витрати, ВР до межі, коли заряди рихлення переходять у заряди викидання. Нами, збільшенням замикаючої дії у свердловинах і, таким чином, збільшенням часу дії продуктів детонації на масив, створюються умови, щоб вони більше енергії віддавали на подрібнення гірських порід, і за рахунок цього пропонується розширити сітку розташування свердловин, за умов незмінного рівня якості подрібнення, але зменшенням собівартості буровибухових робіт на 8-10 %.

Розглянемо вибуховий блок у важкоподрібнюваних породах з $f=18-20$, з висотою уступу 15 м. Вибухові свердловини за звичайною технологією розташовують, наприклад за квадратною сіткою, розраховуючи її параметр за такою формулою:

$W_2 \left((1,38 - 0,11 \cdot \ln f) \cdot d_3 \cdot \Delta^{0,25} \cdot Q^{0,25} \right) / f^{0,25}$. Для $f=20$ отримаємо: $W_2=5,5$ м. Питому ж витрату

ВР, за іншою формулою: $q=(10,6+0,05 \cdot f) \cdot \Delta^{0,25} \cdot f^{0,75} / Q^{0,75}$. Розрахунком отримаємо: $q=1,554$ кг/м³. Об'єм гірських порід в наступних рядах за висоти уступу 15 м на одну свердловину в цьому випадку складе: $5,5 \cdot 5,5 \cdot 15=454$ м³, а маса заряду у свердловині: $454 \cdot 1,554=706$ кг. Довжина заряду: $706:62=11,4$ м. Довжина свердловини із перебором 3-18 м. Довжина забивного матеріалу: $18-11,4$ м=6,6 м. Перейдемо до нової технології. Вибираємо для формування основної маси 33 ЕВР - 5 вибухівку Анемікс - 70, густина якої $\Delta=1220$ кг/м³; теплота вибуху: $Q=3117$ кДж/кг; ціна за 1000 кг=11116 грн.; а для формування бойовика 33 ЕВР - 5 патрони ЕВР - Анемікс - П, діаметром 70 мм, довжиною 0,2 м, швидкість детонації 5,5 км/сек., маса 0,9 кг, ціна 39 грн/кг; детонуючий шнур ДШЕ - 12, швидкість детонації 7 км/сек., ціна за 1 м - 5,16 грн;

поліетиленовий пакет для формування 33 ЕВР - 5 має діаметр 240 мм. В ньому розміщуємо 19 кг ЕВР Анемікс - 70 і патрон Анемікс - П масою 0,9 кг, обмотаний 2 м нитками ДНІ - 6 загальною довжиною 2 м. Окрім того 2 нитки ДШ - 6 довжиною 3,22 м (загальна їх довжина 6,44 м) розташовані за межами пакета поліетиленового. Гофрована пластикова трубка діаметром 16 мм довжиною 3 м по 7 грн/м, разом 21 грн. Таким чином, вартість 33 ЕВР - 5 складає: 19 кг ЕВР Анемікс - 70-211,2 грн; 1 патрон ЕВР Анемікс П - 35,1 грн; 8,5 м ДШЕ - 12-43,9 грн; вартість гофрованої пластикової трубки довжиною 3,0 м складає 21,0 грн; вартість пакета і монтажного каната разом 18 грн. Все разом складає: 329,2 грн. Це витрати, які ми закладаємо у реалізацію нової технології під назвою: Вибухова свердловина. Перейдемо до переваг. По-перше, розташували у забивному матеріалі 33 ЕВР - 5 масою 20 кг, ми можемо зменшити загальну масу свердлового заряду на 20 кг: $706-20=686$ кг. По-друге, затримка продуктів детонації у зарядній порожнині довше, ніж за звичайною технологією, дозволяє використати збільшену частину їх енергії для вибухового дроблення порід, а тому розширити зону руйнування і сітку розташування свердловин до: 6×6 м. Новий об'єм Гірських порід на 1 свердловину складе: $6 \cdot 6 \cdot 15=540$ м³. Нова питома витрата ВР разом із 33 ЕВР -5 складе: 706 кг: $540 \text{ м}^3=1,3074$ кг/м³.

Економія на ВР: $1,554 \text{ кг/м}^3 - 1,3074 \text{ кг/м}^3=0,2466 \text{ кг/м}^3$. Загалом по свердловині: $0,2466 \cdot 540=133$

- 5 кг ЕВР Анемікс-70 на суму: $133 \text{ кг} \cdot 11,116 \text{ грн/кг} = 1480 \text{ грн}$. Фактична економія за рахунок того що складові замикаючого заряду де що дорожчі - складає: 1360 грн. Питома економія на ЕВР складе: $1360 \text{ грн} : 540 \text{ м}^3 = 2,5 \text{ грн/м}^3$. На бурових роботах економія (за рахунок зменшення кількості свердловин в умовах збільшеної сітки їх розташування) буде приблизно в двічі меншою, але це також суттєво. Наведені результати розраховано для міцності гірських порід $f=20$. В інших категоріях гірських порід результати також будуть іншими, але все це деталі, які легко рахуються.

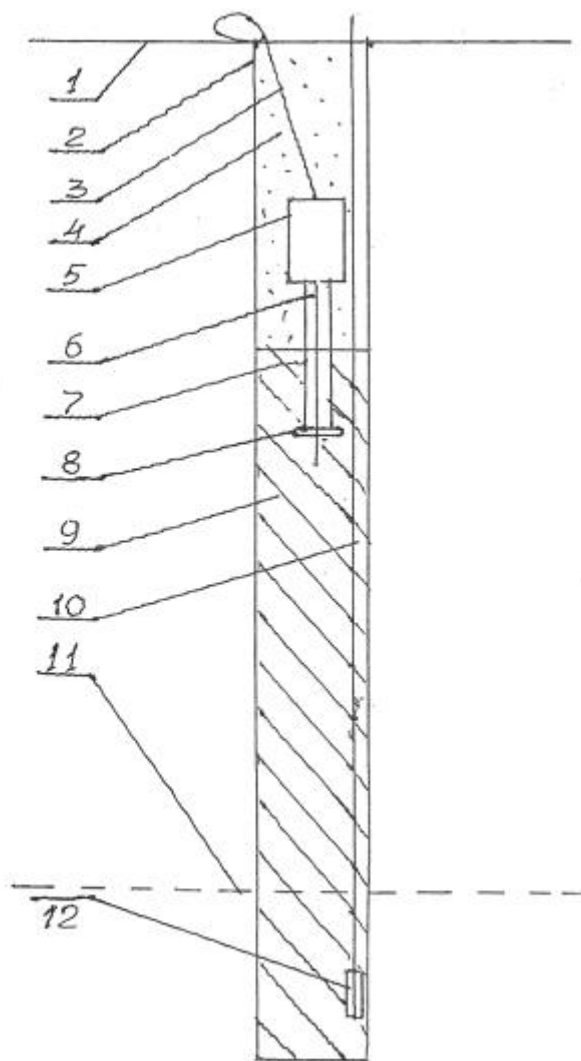
ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 10 Вибухова свердловина, що містить вибухову речовину (ВР), в нижній частині якої розміщений ініціатор однієї із систем ініціювання, а над зарядом містить забивний матеріал, довжина якого (L_3) відповідає співвідношенню:

$$L_3 \geq L_{CB} - (BMP \cdot BMC \cdot H_\gamma \cdot q / p), \text{ м};$$
- 15 де: L_{CB} - довжина свердловини, м;
 BMP - відстань між рядами свердловин, м;
 BMC - відстань між свердловинами в ряду, м;
 H_γ - висота уступу, м;
 q - питома витрата ВР, кг/м^3 ;
- 20 p - місткість ВР в 1 м свердловини, кг/м ;
 яка **відрізняється** тим, що у забивному матеріалі розміщено замикаючий заряд, маса (Q_3) якого відповідає співвідношенню:

$$0,025 \cdot Q_{CB} \geq Q_3 \geq 0,009 \cdot Q_{CB}, \text{ кг};$$
- де: Q_{CB} - маса свердлового заряду, кг;
- 25 окрім того, замикаючий заряд виконаний із можливістю ініціювання його практично одночасно із основним свердловим зарядом або на мить раніше, але за умов, що час випередження (t) буде знаходитись в межах:

$$0 \text{ мс} \leq t \leq 0,07 \text{ мс}.$$



Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601