

size proportional коэффициенту of linear differentiation of charges of SR ($m = 0,025f$).

Practical value. The new method of destruction of mountain breeds is worked out with the use of downhole charges of SR of разосередженних on the height of ledge on iron-ore careers (patent of Ukraine № 84967 from 11.11.2013 on an useful model), technology is offered by an explosion ledge of відбіюку of mountain breeds with the use of new method of destruction of mountain breeds

with dispersed on the height of ledge by the downhole charges of SR.

Key words: mountain range, downhole charges of BB, energy of explosion, impulse.

Рекомендована к публикации
д. т. н. М. С. Четвериком
Поступила 25.05.2018



УДК 622. 232.522. 24

Виробництво

В. Є. Мальцева, Т. М. Уколова, Є. О. Вялушкін,
В. Є. Антончик, Л. М. Васильєв /д. т. н./,
М. Я. Трохимець /к. т. н./

Інститут геотехнічної механіки
ім. М. С. Полякова Національної академії наук
України, м. Дніпро, Україна
e-mail: vdl_2007@mail.ru

Спосіб і пристрій обертально-вібронавантажного буріння шпурів або свердловин у гірських породах середньої міцності та міцних

V. Ye. Maltseva, T. M. Ukolova,
Ye. O. Vialushkyn, V. Ye. Antonchik,
L. M. Vasilyev /Dr. Sci. (Tech.)/,
M. Ya. Trohimets /Cand. Sci. (Tech.)/

Institute of Geotechnical Mechanics
M. S. Polyakov NAS of Ukraine, Dnipro, Ukraine
e-mail: vdl_2007@mail.ru

Method and a device rotational-vibroloading drilling holes or wells in rocks of medium hardness and hard

Ціль. Обґрунтування способу обертально-вібронавантажного буріння шпурів або свердловин у гірських породах середньої міцності та міцних і розробка пристрою для його здійснення.

Методика. Аналіз чинників неефективності застосування обертального та обертально-ударного способів буріння шпурів або свердловин у гірських породах середньої міцності та міцних, визначення шляхів удосконалення існуючих способів і технічних пристроїв обертального буріння шпурів або свердловин, визначення математичної моделі руйнування гірської породи на вибої шпуру або свердловини при здійсненні одночасного і саморегулюючого механічного вібронавантаження на породоруйнівний інструмент пристрою як в осьовому напрямку, так і в площині прикладання обертального моменту.

Результати. Обґрунтовано спосіб обертально-вібронавантажного буріння шпурів або свердловин у гірських породах середньої міцності та міцних, що складається з постійних зусиль механічного осьового притискання і прикладання обертального моменту до пристрою, що здійснює цей спосіб, та подачі промивної рідини під тиском на вибій шпуру або свердловини, який відрізняється тим, що у пристрої в процесі буріння здійснюють одночасне і саморегулююче механічне вібронавантаження на його породоруйнівний інструмент як в осьовому напрямку, так і в площині прикладання обертального моменту.

Наукова новизна. На основі визначеної математичної моделі руйнування гірської породи на вибої шпуру або свердловини на рівні патенту України на винахід розроблено нові спосіб і пристрій обертально-вібронавантажного буріння шпурів або свердловин у гірських породах середньої міцності та міцних.

Практична значущість. Інтенсифікація процесу обертально-вібронавантажного буріння шпурів або свердловин у гірських породах середньої міцності та міцних шляхом підвищення швидкості буріння і зменшення енергоємності процесу, які досягаються одночасністю і саморегулюванням механічного вібронавантаження на породоруйнівний інструмент пристрою в процесі буріння як в осьовому напрямку, так і в площині прикладання обертального моменту без використання додаткових енергоносіїв. (Іл. 1. Бібліогр.: 4 назв.)

Ключові слова: спосіб, пристрій, обертально-вібронавантажне буріння шпурів, свердловина, гірська порода, породоруйнівний інструмент.

Вступ. При розвідці і видобутку корисних копалин із підземних виробок проводиться велика кількість шпурів та свердловин різного призначення: розвідувальних, технічних (вентиляційних, дегазаційних, зволожувальних) і вибухових. Наприклад, при видобутку корисних копалин підземним способом на шахтах Кривбасу щорічно по рудах і породах міцністю 5–12 за шкалою проф. М. М. Протодьяконова проводяться до 1 млн м видобувних свердловин діаметром 42–76 мм від 3 до 50 м довжиною.

Буріння шпурів або свердловин різного призначення в гірських породах середньої міцності та міцних із підземних гірничих виробок здійснюється ударним способом, який має ряд недоліків: низька продуктивність (6–15 м/зміну), шкідливий вплив на працівників (силікозний пил, високий рівень шуму та вібрації), значне падіння швидкості буріння і зменшення діаметру з глибиною свердловини та висока енергоємність процесу буріння.

Обертальний спосіб буріння, який має низьку переваг порівняно з ударним (більш високі швидкості буріння, простота конструкцій і висока надійність бурових агрегатів в експлуатації, низька енергоємність процесу буріння, можливість автоматизації основних і допоміжних операцій, значно кращі санітарно-гігієнічні умови праці) набув розповсюдження при бурінні шпурів розвідувальних, технічних і вибухових свердловин із підземних гірничих виробок у м'яких і нижче середньої міцності гірських породах [1]. Розширення сфери використання обертального способу буріння шляхом його удосконалення забезпечить можливість підвищити продуктивність за рахунок зниження енергоємності процесу і покращити санітарно-гігієнічні умови бурильників.

Одним із шляхів удосконалення обертального способу буріння є удосконалення озброєння породоруйнівного інструменту. Але відсутність якісних компонентів – вольфраму і кобальту для виготовлення твердих сплавів ВК-8, ВК-15 є причиною низької якості породоруйнівного інструменту.

Також в багатьох випадках причинами того, що в гірничорудній та вугільній галузі приблизно 25 % твердосплавного породоруйнівного інструменту виходить із ладу на першому етапі буріння, є неправильно вибрані режими буріння, геометрія і форма твердосплавних пластин породоруйнівного інструменту.

Ці та інші причини не дозволяють розширити сферу використання обертального способу буріння.

Тому вдосконалення існуючих та розробка нових способів і технічних пристроїв обертального буріння гірських порід середньої міцності

та міцних, які забезпечують розширення сфери їх використання, підвищення продуктивності, зменшення енергоємності і покращання умов праці бурильників, є актуальною проблемою гірничорудної та вугільної галузі.

На думку авторів, найперспективнішим шляхом удосконалення обертального буріння гірських порід середньої міцності та міцних є здійснення механічного вібронавантаження на породоруйнівний інструмент без використання додаткових енергоносіїв.

В ІГТМ НАН України у відділі проблем руйнування гірських порід розроблено спосіб обертально-вібронавантажного буріння шпурів або свердловин у гірських породах середньої міцності та міцних, який забезпечує технічний результат – інтенсифікація процесу буріння і зменшення його енергоємності, які досягаються одночасністю і саморегулюванням механічного вібронавантаження на породоруйнівний інструмент у процесі буріння як в осьовому напрямку, так і в площині прикладання обертального моменту без використання додаткових енергоносіїв.

Постановка завдання. В основу розробки поставлене завдання удосконалення обертального способу буріння шпурів або свердловин у гірських породах (далі ГП) середньої міцності та міцних, в якому нові конструктивні елементи дозволяють забезпечити технічний результат – інтенсифікацію процесу обертального буріння шпурів або свердловин у ГП середньої міцності та міцних шляхом підвищення швидкості буріння і зменшення енергоємності процесу.

Поставлене завдання вирішується запропонованим авторами способом обертально-вібронавантажного буріння шпурів або свердловин у ГП середньої міцності та міцних, в якому в процесі буріння здійснюється одночасне і саморегулююче механічне вібронавантаження на породоруйнівний інструмент (далі ПІ) пристрою як в осьовому напрямку, так і в площині прикладання обертального моменту без використання додаткових енергоносіїв. При цьому постійні механічні зусилля, що складаються з осьового притискання і прикладання обертального моменту до пристрою, який здійснює цей спосіб, та подачі промивної рідини під тиском на вибій шпурі або свердловини в процесі буріння ГП здійснюють одночасне саморегулююче механічне вібронавантаження на його ПІ як в осьовому напрямку, так і в площині прикладання обертального моменту без використання додаткових енергоносіїв.

Основний матеріал дослідження. Відомо, що процес руйнування ГП як крихкого мінералу на вибою шпурі або свердловини відбувається стрибкоподібно, тобто без попередньої пластичної деформації. ПІ, що заглиблений у вибій

шпуру, в процесі буріння спочатку формує напружений стан у привибійній частині шпуру або свердловини і, коли напруження досягають межі міцності на зсув і на стиск, відбувається руйнування гірської породи у вигляді тріщин. ПП під дією вібронанвантаження в осьовому напрямку заглиблюється у вибій шпуру або свердловини і одночасно ріже стружку ГП. У процесі формування стружка зламжується і відлітає від ПП, і останній знову контактує з ГП і здійснює в ній напруження. Проміжок часу від контакту ПП з ГП до наступного контакту з нею складає цикл руйнування ГП. У кінці циклу руйнування ГП під дією вібронанвантаження в площині прикладання обертального моменту відбувається додаткове руйнування ГП на вибою шпуру або свердловини за рахунок збільшення геометричних розмірів продуктів руйнування, наприклад, у середньому з 1,17 до 2,5 мм. Це забезпечує технічний результат – інтенсифікацію процесу обертально-вібронанвантажного буріння шпурів або свердловин у ГП середньої міцності та міцних шляхом підвищення швидкості буріння і зменшення енергоємності процесу, які досягаються одночасністю і саморегулюванням механічного вібронанвантаження на ПП пристрою в процесі буріння як в осьовому напрямку, так і в площині прикладання обертального моменту без використання додаткових енергоносіїв.

Відомий пристрій для здійснення способу обертального буріння шпурів або свердловин у ГП середньої міцності та міцних, що включає бурову штангу, породоруйнівний інструмент з твердосплавними пластинами, що армують його робочу поверхню, і хвостовиком, жорсткий перехідник з осьовою порожниною, якою він насунутий на хвостовик по ковзній посадці і механічно з'єднаний з ним з можливістю передачі йому обертального моменту, осьового переміщення в порожнині і осьового зусилля, а також джерело осьового вібронанвантаження, яке розміщене в порожнині жорсткого перехідника у вигляді механічного ударника, який здійснює вібронанвантаження на ПП в осьовому напрямку стиснутим повітрям, яке подають через бурову штангу до ударника [2].

Відомий також різець кавітаційний для обертального буріння шпурів та свердловин у гірських породах середньої міцності [3], в якому допоміжні осьові зусилля на хвостовик різця за рахунок механічного вібронанвантаження, яке здійснюють автоколивання тиску рідини, що перепускають через генератор вібронанвантаження у вигляді кавітаційної трубки Вентурі, та стиснута пружна-шайба за рахунок потенційної енергії підсилюють постійні зусилля притискання різця буровою штангою до вибою в процесі буріння.

Але використання стиснутого повітря як джерела вібронанвантаження, що підвищує його енергоємність, і відсутність вібронанвантаження на ПП в площині прикладання обертального моменту, що знижує швидкість буріння, виявляють недоліки пристроїв [2; 3] порівняно із запропонованим авторами.

На думку авторів, завдання вдосконалення обертального процесу буріння вирішується шляхом розробки способу і пристрою обертально-вібронанвантажного буріння шпурів або свердловин у ГП середньої міцності та міцних, в якому нові конструктивні елементи дозволяють забезпечити технічний результат – інтенсифікацію процесу обертально-вібронанвантажного буріння за рахунок підвищення швидкості буріння і зменшення енергоємності процесу, які досягаються здійсненням у процесі буріння одночасного і саморегульованого механічного вібронанвантаження на ПП пристрою як в осьовому напрямку, так і в площині прикладання обертального моменту без використання додаткових енергоносіїв.

Запропонований пристрій обертально-вібронанвантажного буріння шпурів або свердловин у ГП середньої міцності та міцних включає бурову штангу, породоруйнівний інструмент з твердосплавними пластинами, що армують його робочу поверхню, і хвостовиком, жорсткий перехідник з осьовою порожниною, якою він насунутий на хвостовик по ковзній посадці з можливістю осьового переміщення в порожнині і механічно з'єднаний з ним з можливістю передачі йому обертального моменту і осьового зусилля. Джерело осьового вібронанвантаження – стальна пружина, розміщена в порожнині жорсткого перехідника. Пристрій додатково оснащений перехідником у вигляді пружної труби з матеріалу, що має межу міцності при крутінні меншу, ніж у жорсткого перехідника. При цьому пружна труба співвісно і жорстко з'єднана одним кінцем з жорстким перехідником, другим – з буровою штангою і має можливість закручуватися відносно осі бурової штанги в протилежному напрямку прикладання обертального моменту на кут не більше ніж 3° і розкручуватися до 0° , а стальна пружина, що розміщена в порожнині жорсткого перехідника, стикована з торцем хвостовика, попередньо підтиснута і має можливість бути повністю дотиснутою і розтиснутою не більш ніж на 3 мм.

Конструктивні елементи, які запропоновані в пристрої: перехідник у вигляді пружної труби, необхідний для здійснення вібронанвантаження на ПП в площині прикладання обертального моменту, а стальна пружина, що стикована з торцем хвостовика ПП, необхідна для здійснення вібронанвантаження на ПП в осьовому напрямку, тобто в напрямку вибою шпуру або свердловини.

Суть розробки пояснюється кресленням (рис. 1), де зображений пристрій для обертально-вібронавантажного буріння шпурів або свердловин в ГП середньої міцності та міцних (а – осьовий перетин; б – перетин у площині А – А; в – перетин у площині Б – Б).

Пристрій складається з бурової штанги 1, ПП 2; з тврдосплавними пластинами 3, що армують його робочу поверхню, і хвостовиком 4, жорсткого перехідника 5 з осьовою порожниною 6, якою він насунутий на хвостовик 4 по ковзній посадці і механічно з'єднаний з ним з можливістю передачі йому обертального моменту, осьового переміщення в порожнині 6 і осьового зусилля, перехідника у вигляді пружної труби 7 з матеріалу, що має межу міцності при крутінні меншу, ніж у жорсткого перехідника 5, і джерела осьового вібронавантаження у вигляді сталеві пружини 8, при цьому пружна труба 7 співвісно і жорстко з'єднана одним кінцем з жорстким пере-

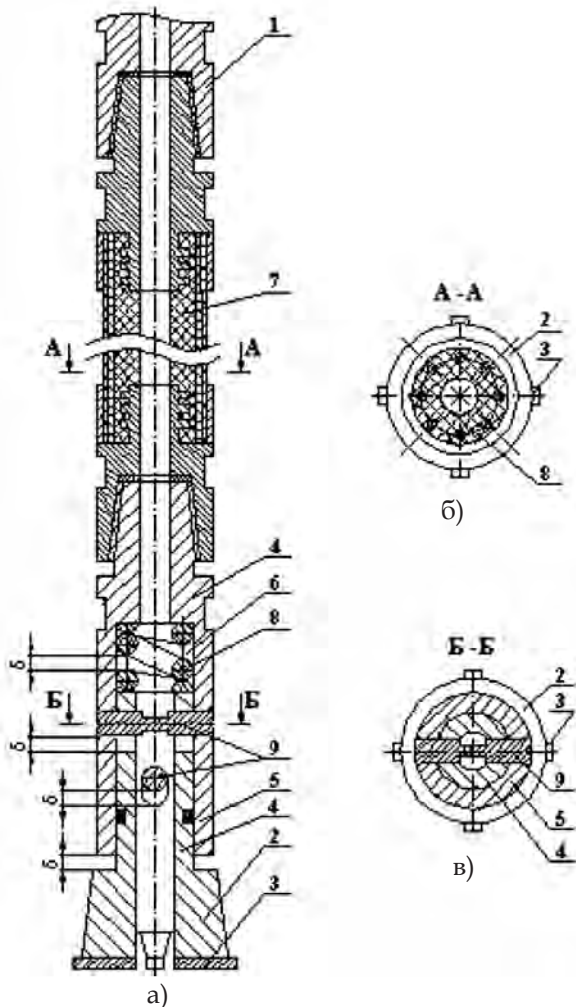


Рис. 1. Пристрій для обертально-вібронавантажного буріння шпурів або свердловин у гірських породах середньої міцності та міцних:

а) – осьовий перетин; б) – перетин у площині А – А; в) перетин у площині Б – Б

хідником 5, другим – з буровою штангою 1 і має можливість закручуватися відносно осі бурової штанги в протилежному напрямку прикладання обертального моменту на кут не більше ніж 3° і розкручуватися до 0° , а сталеві пружини 8, що розміщені в порожнині 6 жорсткого перехідника 5, стикована з торцем хвостовика 4, поперечно підтиснута і має можливість бути повністю дотиснутою і розтиснутою не більш ніж на 3 мм. Найбільш простим механічним з'єднанням жорсткого перехідника 5 з хвостовиком 4 є двопальцеве з'єднання 9, яке наведено на рис. 1 (а, в).

Запропонований спосіб обертально-вібронавантажного буріння шпурів або свердловин в ГП середньої міцності та міцних здійснюють у такій послідовності. Пристрій (2–9), що наведений на рис. 1 (а, б, в), за допомогою різьби жорстко прикріплюють до бурової штанги 1 бурового станка, останнім за допомогою його механізму подавання притискають ПП (2–4) до масиву ГП і включають механізм крутіння бурової штанги 1.

Відомо, що ГП – це крихкий матеріал з різною міцністю. Тому при виборі станка для буріння конкретної ГП його технічні характеристики повинні відповідати фізичним характеристикам цієї ГП, наприклад, величина напруги від постійного зусилля механічного осьового притискання ПП до вибою шпуру або свердловини має бути не меншою межі міцності ГП на стиск, а обертальний момент ПП в процесі буріння має відповідати опорі ГП на зсув.

У запропонованому пристрої повне зусилля стискання сталеві пружини 8 (далі СП 8), яка здійснює осьове вібронавантаження на ПП (2–4), відповідає межі міцності ГП на стиск при зануренні в неї ПП (2–4), а кут закручування пружної труби 7 (далі ПТ 7), яка здійснює вібронавантаження на ПП (2–4) в площині прикладання обертального моменту, який відповідає межі міцності ГП на зсув, дорівнює не більше ніж 3° відносно бурової штанги 1.

При постійних обертальному моменті і зусиллі притискання бурової штанги 1 процес буріння шпуру або свердловини запропонованим способом і пристроєм здійснюється в чотири етапи, які становлять один повний цикл руйнування ГП на вибої шпуру або свердловини:

І етап – притискання ПП до вибою шпуру чи свердловини, початок стискання СП 8 від дії постійного осьового зусилля притискання бурової штанги 1 до вибою. Початок закручування ПТ 7 в протилежному напрямку крутіння бурової штанги 1 від дії обертального моменту. Початок зароджування тріщин, внаслідок виникнення нормальних і дотичних напружень від реакцій опору ГП осьовому зусиллю притискання і обертальному моменту відповідно.

II етап – повне стискання СП 8, повне закручування ПТ 7 на кут до 3°. Подальший розвиток тріщин, внаслідок збільшення нормальних і дотичних напружень.

III етап – розтискання СП 8, розкручування ПТ 7 до 0°. Крижке руйнування ГП внаслідок того, що величини напружень: нормальних від дії постійного осьового притискання ПП до вибою шпуру чи свердловини і дотичних від дії обертального моменту перевищили межу міцності ГП на стиск і на зсув відповідно.

IV етап – занурення ПП (2–6, 8, 9) в зруйновану ГП, початок закручування ПТ 7 і видалення продуктів руйнування потоком промивної рідини.

Далі цикл руйнування ГП повторюється до повного руйнування вибою шпуру або свердловини.

Математична модель розрахунку величини занурення ПП за один цикл руйнування. Формула розрахунку кількості циклів руйнування ГП за один оберт бурової штанги запропонованим способом і пристроєм при бурінні шпуру або свердловини має вигляд:

$$z = \frac{\pi \cdot D}{a}, \quad (1)$$

де z – кількість циклів руйнування ГП, шт.; D – зовнішній діаметр шпуру або свердловини, мм; a – геометричний розмір продуктів руйнування, мм.

Використовуючи формулу (1), знаходимо максимальний кут закручування ПТ запропонованого пристрою за формулою:

$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot a}{\pi \cdot D}, \quad (2)$$

де α – максимальний кут закручування ПТ 7 запропонованого пристрою, град.

За даними [4] докладання до вибою шпуру або свердловини нормального або дотичного навантаження змінює характер напруженого стану ГП у привибійній зоні. Замість всебічного стискання виникає неоднорідний напружений стан, який характеризується зонами стиснення, розтягування і перехідною зоною, в якій діють напруження як стиснення, так і розтягування. Найбільшого значення напруження в ГП досягають на лінії дії рівнодійних вертикальних та горизонтальних сил на відстанях 0,5–1,0 мм від площини вибою шпуру або свердловини, а на поверхні вибою – на відстані 1,0–2,5 мм від точки контакту передньої грані різця ПП з ГП. З урахуванням цього чинника робимо висновок, що геометричний розмір продуктів руйнування ГП середньої міцності в 6 одиниць за шкалою проф. М. М. Протодяконова при бурінні обертальним способом свердловин діаметром 45 мм дорівнює 1,15–1,2 мм, у середньому $a = 1,17$ мм.

Якщо підставити у формулу (1) значення $a = 1,17$ мм, отримаємо, що $z = 120$ шт., а якщо

підставити у формулу (2) значення $D = 45$ мм, $a = 1,17$ мм, то отримаємо, що $\alpha = 3^\circ$. Це значення і запропоноване розробкою.

На I етапі руйнування ГП на вибої шпуру або свердловини запропонованим способом і пристроєм здійснюється початок стискання СП 8, а на III і IV етапах починається розтискання СП 8 і додаткове занурення ПП (2–4) у вибій шпуру або свердловини. СП 8 у пристрої діє, як, наприклад, порох, що загорівся у патроні вогнепальної зброї, тобто миттєво, а бурова штанга має інерційність дії на ПП (2–4), відбувається занурення ПП (2–4) у вибій.

Для розрахунку величини занурення ПП (2–4) у вибій шпуру або свердловини візьмемо параметри бурового станка БЖ 45 100 Е [1], прототипом якого є буровий станок ЕБПП-1М, що серійно випускається Конотопським машинобудівним заводом і в теперішній час використовується в гірничій галузі України: для гірських порід міцністю 6–7 за шкалою проф. М. М. Протодяконова зусилля подавання ПП (2–4) у вибій шпуру або свердловини дорівнюють 1500 Н; частота обертів ПП в процесі буріння – 315 хв⁻¹; технічна швидкість буріння – 33 м/год; число циклів руйнування ГП на вибої шпуру або свердловини за один повний оберт ПП – 120 шт.

Величина занурення ПП за один цикл руйнування розраховується за формулою:

$$h = \frac{V_{mex}}{60nz}, \quad (3)$$

де V_{mex} – технічна швидкість буріння, м/ч; n – кількість обертів ПП в процесі буріння, хв⁻¹; z – кількість циклів руйнування ГП за один повний оберт ПП, шт.

Якщо підставити значення параметрів бурового станка БЖ 45 100 Е, отримаємо $h = 0,02$ мм.

У процесі буріння тривалістю, наприклад, 30 діб СП 8 може спрацюватися (зменшитися за довжиною до 2,0 мм). Тому на початку III етапу руйнування ГП на вибої шпуру або свердловини у запропонованому пристрої передбачено розтискання СП 8 на величину δ , яка дорівнює не більше 3 мм (рис. 1). Таким чином, за кожний цикл руйнування ГП на вибої шпуру або свердловини здійснюється додаткове занурення ПП в ГП, яке може дорівнювати 0,02 мм/цикл, що збільшує швидкість буріння і його ефективність.

Висновки. В ІГТМ НАН України з початку його заснування проводились дослідження з руйнування гірських порід різними фізичними способами (механічним, термомеханічним, електричним, ТВЧ-, СВЧ-енергією, лазерним променем, променистою енергією інфрачервоного діапазону). Але тільки механічний спосіб руйнування гірських порід знайшов широке впровадження в гірничорудній та вугільній галузі.

Тому вдосконалення саме механічного способу руйнування гірських порід є важливим питанням наукових досліджень. Автори розглянули деякі способи вдосконалення. Виявлено, що найбільш перспективним шляхом удосконалення механічного способу буріння гірських порід є вібронвантаження на породоруйнівний інструмент як в осьовому напрямку, так і в площині прикладання обертового моменту.

Запропоновано спосіб і пристрій оберотно-вібронвантажного буріння шпурів або свердловин у гірських породах середньої міцності та міцних, в якому в процесі буріння здійснюється одночасне і саморегулююче механічне вібронвантаження на породоруйнівний інструмент пристрою як в осьовому напрямку, так і в площині прикладання обертового моменту без використання додаткових енергоносіїв.

Розроблений спосіб і пристрій забезпечують технічний результат – інтенсифікацію процесу оберотно-вібронвантажного буріння шпурів або свердловин у гірських породах середньої міцності та міцних шляхом підвищення швидкості буріння і зменшення енергоємності процесу.

Бібліографічний список / References

1. Васильев Л. М. Параметры машин для вращательного бурения скважин малого диаметра: монография / Л. М. Васильев, В. С. Демченко. – Д.: Лира, 2006. – С. 90.

Vasilyev L. M., Demchenko V. S. (2006). *Parametry mashin dlya vrashatel'nogo bureniya skvazhin malogo diametra* [Option's machines for rotary drilling small diameter boreholes]. Litograph, Dnepropetrovsk, Ukraine, p. 90.

2. Блохин В. С. Повышение эффективности бурового инструмента / В. С. Блохин. – К.: Техника, 1982. – С. 11.

Blokhin V. S. (1982). *Povysheniye effektivnosti burovogo instrumenta* [Improving the efficiency of the drilling tool]. Technica, Kiev, Ukraine, p. 11.

3. Патент 115203 Україна, МПК E21B 7/24, 2016 р.

Patent 115203 Ukraine, МПК YE21V 7/24, 2016.

4. Сологуб С. Я. Исследование процессов, совершенствование и разработка новых технических средств разрушения горных пород средней крепости и крепких при вращательном бурении: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / С. Я. Сологуб. – Днепропетровск, ИГТМ АН Украины, 1975. – С. 17.

Sologub S. Ya. *Issledovanie protsessov, sovershenstvovanie i razrabotka novykh tekhnicheskikh sredstv razrusheniya gornykh porod sredney kreposti i krepkiykh pri vrashchatel'nom burenii*. Dr. dis. Dnepropetrovsk, 1975, p. 17.

Цель. Обоснование способа вращательно-ударного бурения шпуров или скважин в горных породах средней крепости и крепких и разработка устройства для его осуществления.

Методика. Анализ факторов неэффективности применения вращательного и вращательно-ударного способов бурения шпуров или скважин в горных породах средней крепости и прочных, определение путей совершенствования существующих способов и технических устройств вращательного бурения шпуров или скважин, определение математической модели разрушения горной породы на забое шпура или скважины при осуществлении одновременного и саморегулирующегося механического виброннагружения на породоразрушающий инструмент устройства как в осевом направлении, так и в плоскости приложения крутящего момента.

Результаты. Обоснован способ вращательно-ударного бурения шпуров или скважин в горных породах средней крепости и крепких, состоящий из постоянных усилий механического осевого прижима и приложения крутящего момента к устройству, который осуществляет этот способ, и подачи промывочной жидкости под давлением на забой шпура или скважины, который отличается тем, что в устройстве в процессе бурения осуществляют одновременно и саморегулирующееся механическое виброннагружение на его породоразрушающий инструмент как в осевом направлении, так в плоскости приложения крутящего момента.

Научная новизна. На основе определенной математической модели разрушения горной породы на забое шпура или скважины на уровне патента Украины на изобретение разработаны новые способ и устройство вращательно-ударного бурения шпуров или скважин в горных породах средней крепости и крепких.

Практическая значимость. Интенсификация процесса вращательно-ударного бурения шпуров или скважин в горных породах средней крепости и крепких путем повышения скорости бурения и уменьшения энергоёмкости процесса, которые достигаются одновременностью и саморегулирования механического виброннагружения на породоразрушающий инструмент устройства в процессе бурения как в осевом направлении, так и в плоскости приложения крутящего момента без использования дополнительных энергоносителей.

Ключевые слова: способ, устройство, вращательно-ударное бурение шпуров, скважина, горная порода, породоразрушающий инструмент.

Purpose. Justification of the method of rotational-vibro-loading drilling of hollows or wells in rocks of medium strength and strength and the development of a device for its implementation.

Methodology. Analysis of factors of inefficiency of application of rotational and rotary-shock methods of drilling holes or wells in rocks of medium strength and durable, determination of ways to improve existing methods and technical devices for rotational drilling of hollows or wells; determination of mathematical model of rock formation destruction on a hole or hole in a simultaneous implementation and self-regulating

ГОРНОРУДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

mechanical vibro loading on the rock-cutting instrument of the device both in the axial direction and in the plane of the attachment running torque.

Findings *The method of rotational-vibro-loading drilling of hollows or wells in rocks of average durability and durability, which consists of constant efforts of mechanical axial pressing and application of a torque to the device implementing this method, and the supply of washing liquid under pressure to remove the ishtura or well, which differs in that the device during the drilling process is carried out simultaneously and self-regulating mechanical vibro loading on the yota rock-cutting tool both in the axial direction, so in the plane of the attachment giving torque.*

Originality. *On the basis of a definite mathematical model of rock formation destruction on a hole or well hole. At the level of the Ukrainian patent for the invention, a new method and device for rotary-vibro-loading drilling of hollows or wells in rocks of medium strength and durable ones have been developed.*

Practical value. *Intensification of the process of rotational-vibro-loading drilling of hollows or wells in rocks of medium strength and strength by increasing the speed of drilling and reducing the energy intensity of the process, which is achieved by simultaneously and self-regulation of mechanical vibro loading on the rock-cutting tool of the device during the drilling both in the axial direction and in the plane of application of the rotary moment without the use of additional energy sources.*

Key words: *method, device, rotational-vibro-loading drilling of hollows, well, rock, breed destructive tool.*

**Рекомендована к публикации
д. т. н. М. С. Четвериком**

Поступила 10.06.2018

