

2. **Потапов А.И., Усик И.Н.** Взрывание в зажатой среде уступов различной высоты на карьере ЮГОКа. Сб. Взрывное дело, №62/19. М: Недра, 1967. - С. 248-256.
3. **Ефремов Э.И.** К вопросу рациональной длины колонки заряда. Сб. Взрывное дело, №57/14. М: Недра, 1967. - С. 61-66.
4. **Ефремов Э.И., Бурлака А.В., Терещенко А.А., Сухаревский Б.Н.** Дальнейшее совершенствование буровзрывных работ при высоких уступах на карьере ЦГОКа. Сб. Взрывное дело, №57/14. М: Недра, 1967. - С. 162-167.
5. **Чеймберс.** История развития карьеров фирмы Old Radnor, Cement, Lime and Gravel, 1959, 34, №1.
6. **Corge Н.** Массовые взрывы на карьере Union Furnace(США), Mining Congr. J. 1961, 47, №10.
7. **Малюта Д.Н., Волынец М.А. и др.** Опыт взрывания крепких руд глубокими скважинами на карьере НКГОКа, Сб. Взрывное дело, №57/14. М: Недра, 1965. - С. 145-151.
8. **Штумпр.** Взрывание зарядов ВВ в скважинах большого диаметра в США. Ind., Steine und Erden, 1959, №10.
9. **Аш, Пирс.** Влияние скорости детонации ВВ и глубины скважины на результат взрыва. Mining Engineering, 1962, №9
10. **Казакон Н.Н.** Взрывная отбойка руд скважинными зарядами. - М: Недра, 1975
11. Пат. 13515 Украина МПК E21C30/00 Свердловинний заряд /**Антонов А.Ю., Мец Ю.С.** // №u200506125; заявл. 21.06.2005; опубл. 17.04.2006, Бюл. №4, 2006.
12. Руководство по защите рудничной атмосферы от загрязнения / **А.П. Янов, П.В. Бересневич, А.А. Глушкин** и др. – Кривой Рог: УНИИБГТ, 1988 – 177с.
13. **Теннов Н.П. Жариков И.Ф.** Об эффективности применения активной забойки // Сб. Взрывное дело, №71/28.-М: Недра, 1972. - С. 134-139.
14. **Ефремов Э.И. Борисов В.И.** Способ пылегазоподавления при массовых взрывах на железорудных карьерах Украины // Сб. докладов Международной конференции по открытым горным, земляным и дорожным работам, 19-23 апреля 1994 г. – М: Россия,- С.58-61.

Рукопись поступила в редакцию 24.03.14

УДК 622.235

О.В. ШАПУРИН, д-р техн. наук, проф., С.М. ШВЕЦЬ канд. техн. наук,
Криворізький національний університет
А.А. СКАЧКОВ зав. відділом технології «МЕТІНВЕСТ ХОЛДІНГ»

ДИФЕРЕНЦІЙОВАНЕ ЕНЕРГОНАСИЧЕННЯ ПІД ЧАС ПІДРИВАННЯ УСТУПІВ ГІРСЬКИХ ПОРІД

Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями. Для руйнування гірських порід з метою видобутку мінеральної сировини застосовують заряди вибухової речовини (ВР), які розрізняються багатьма особливостями, а саме: потужністю, формою, конструкцією, характером дії. Багатогранність особливостей пояснюється різноманітністю завдань, які ставлять на виробництві перед вибухом, хоча основними є два завдання: якісне виконання робіт і економна витрата ВР. Треба зауважити, що під час вибуху спостерігається значне поглинання енергії вибухової хвилі при надмірному стисканні гірської породи, частка енергії втрачається за рахунок нагрівання гірської породи, частка залишається у вибухових газах, що розсіюються у атмосфері, значна доля енергії витрачається на переміщення гірських порід при формуванні розвалу. Накопичений науковий і виробничий досвід утримує рекомендації з економної витрати енергії ВР, але резерви ще існують і не всі вони вичерпані.

Аналіз досліджень і публікацій. Академік М.В. Мельніков запропонував використовувати повітряні проміжки в зарядах ВР для більш ефективного використання енергії ВР, зменшення її витрат, за рахунок зменшення початкових високих напруг під час вибуху, більш рівномірного розподілення вибухових напруг у руйнівному середовищі. Чисельні експерименти виконані у нас в Україні, також в Росії і в дальньому зарубіжжі свідчать про високу ефективність запропонованого методу керування дією вибуху [1-5].

Основні висновки зводяться до того, що метод досягає високої ефективності у породах невисокої і середньої міцності. Із збільшенням труднодробимості порід ефективність зменшується.

ся, і в міцних гранітах складає 5-6 %. Довгий час основною проблемою методу була складність формування стабільного повітряного проміжку [7-9].

Останні роки підприємством «Інтервибухпром» отримано Патент на застосування повітряного мішка у свердловині для формування в ній на будь-якому рівні повітряного корка, за рахунок газу (CO_2), який утворюється у мішку, після його опускання у свердловину, в результаті хімічної реакції питної соди із оцтом, що розташовані у середині ізольованого мішка.

На Лебединському ГЗК групою виробників і науковців застосовувався метод створення комбінованих проміжків у частково заводнених свердловинах, із води (1,5-2,5 м), що розташована над нижньою частиною водостійкої ВР і плавучого корка із тирси, або будь-якого іншого підручного матеріалу, з подальшим розташуванням неводостійкої ВР над корком.

Окрім економії дорогої водостійкої ВР отримували покращення якості подрібнення гірських порід.

Основною ідеєю, як і в попередньому випадку, є зменшення початкового надмірного тиску вибухових газів і більш рівномірне розподілення енергій у середовищі, що підлягає руйнуванню вибухом [10].

Постановка завдання. Метою запропонованого для розгляду науковою громадськістю дослідження є створення методу економної витрати ВР під час підривання гірських порід, за рахунок часткового уникнення взаємодії хвиль напруг від близько розташованих зарядів. Знову таки, як і в попередніх випадках, ставимо завдання уникнути надмірних тисків, що виникають під час взаємодії хвиль напруг від близько розташованих зарядів і, за рахунок цього досягти економної витрати ВР на підривання гірських порід, зменшити ширину вибухового розвалу, і, як наслідок, зменшити обсяги отруйних газів, які попадають в атмосферу кар'єру під час вибухових робіт.

Викладення матеріалу та результати. Аналізуючи розповсюдження хвиль розрідження в уступі порід, необхідно згадати, що вони з'являються, як факт існування хвилі стискаючої від реального заряду, наприклад, зображеного на рис. 1.

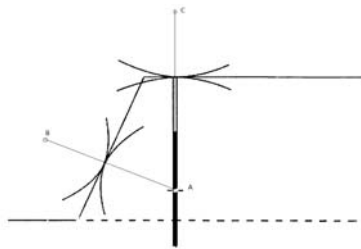


Рис. 1. Видовжений заряд в уступі порід, умовно представлений точковим, зосередженим – А, і два фіктивних заряди, розташованих відносно вільних поверхонь: укосу уступу-В, покрівлі уступу – С

Тому, перш за все, необхідно розглянути суперпозицію кожної із відбитих хвиль (від укосу уступу і його поверхні) із стискаючою хвилею від заряду ВР.

У той час, коли стискаюча хвиля рухається в тілі уступу, гірська порода чинить їй супротив із таким же зусиллям, з яким

хвиля стискає породу.

В результаті такого стискання виникає хвиля деформацій, яка прилягає до стискаючої хвилі, тобто рухається дещо з меншою швидкістю і несе за собою руйнування, в основному у вигляді радіальних тріщин, що проростають у всі боки від заряду ВР. Але ось стискаюча хвиля дісталась вільної поверхні, наприклад, укосу уступу, і в точці виходу, супротив гірської породи змінюється супротивом повітря, який можна вважати таким, що дорівнює нулю.

Тому, часточки породи зміщуються у бік вільної поверхні, і за принципом суцільності гірської породи, втягують у рухомість часточки глибше розташовані. Формується відбита хвиля.

На кадрах кінозйомок цього процесу добре видно, що вільна поверхня вигинається дугою, а гірська порода, від такого вигинання, лускається із утворенням тріщин перпендикулярних поверхні вигинання. Формується руйнування відбитою хвилею проростанням тріщин углиб уступу.

Початок цього процесу добре описаний в підручниках і повторення вважаємо необхідним, щоб заглянути в його кінець. Завершення цього процесу добре ілюструється аналізом руйнування об'ємних піщано-цементних моделей уступу, виконаних у масштабі 1:100, підривання яких здійснювалось відрізком ДШЕ-12. В моделях формували прошарки товщиною 1 см, що в натурі відповідало між тріщинами розшарування 1 м. Матеріал моделей не відповідав принципам еквівалентності масштабу моделювання - він був більш міцним. Відстань від вертикального заряду ДШ до задньої стінки моделі і бокових стінок була в 4 рази більшою ніж до укосу уступу.

Кінцевий результат такий, що практично всі моделі розбивало по хресту двома магістральними тріщинами, при цьому площа однієї із них з'єднувала реальне джерело і два фіктивних, одне - перед укосом уступу, друге за задньою стінкою моделі; площа ж другої з'єднувала реальне джерело і два фіктивних за боковими стінками моделей. Обидві магістральні тріщини перпендикулярні вільним поверхням. При цьому, маса крупних кусків була більшою ніж середніх і дрібних. На двох великих кусках, які до руйнування формували укис уступу, збереглися зачатки тріщин, перпендикулярних укосу уступу, які не реалізувались в повній мірі, бо реалізацію отримала одна тріщина - перша магістральна.

Зрозуміло, що ця перша магістральна тріщина сформувалась раніше інших, бо відстань від заряду до укосу уступу була найменшою із інших розглянутих відстаней. Розвиток цієї тріщини є єднанням двох тріщин: радіальної - найближчої до укосу від реального джерела, і найближчої до неї, сформованої відбитою хвилею від укосу уступу. Формування першої магістральної тріщини, а слідом, через дуже короткий проміжок часу - другої магістральної тріщини, призвело до значного розвантаження матеріалу моделей, як від стискаючих, так і від розтягуючих напруг і припинило розвиток деяких інших тріщин, зачатки яких спостерігались на кусках, які до вибуху являли собою укис уступу.

Слід описати ще одну деталь руйнацій. В районі підшви уступу моделей руйнування виконувалось згідно двом криволінійним поверхням, як це зображено на рис. 2 від заряду ВР.

Ці дві криволінійні поверхні (6) розмежувались магістральною тріщиною, перпендикулярною укосу уступу, бо вона (тріщина) утворилась на мить рабніше, а криволінійні поверхні є наслідком дії хвиль від реального джерела енергії і фіктивного джерела одночасно. Виходить так, що після утворення магістральної тріщини, відбита хвиля у тілі уступу трансформувалась у дві самостійні на півхвилі, які сформували дві криволінійні поверхні в районі підшви уступу.

Отже, об'ємне тріщино утворення і руйнування гірських порід тріщинами, під впливом хвильової фази руйнувань, а не просто однією тріщиною, в основному має місце в той короткий проміжок часу, поки не встигла сформуватись магістральна тріщина, як результат взаємодії прямої і відбитої хвиль.

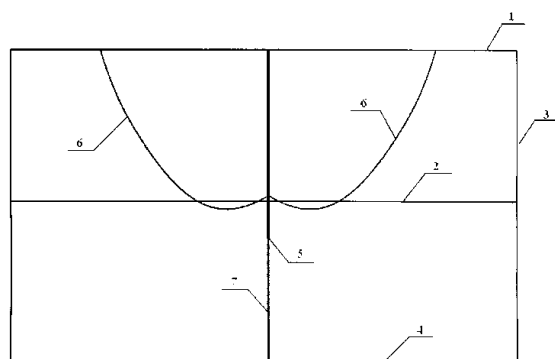


Рис. 2. Передня частина піщано-цементної моделі: 1 - покрівля уступу; 2 - підшва уступу; 3 - бокова поверхня; 4 - нижня поверхня моделі; 5 - місце торця заряду; 6 - лінії перетинання площини укосу уступу і криволінійних поверхонь; 7 - магістральна тріщина

Якщо ж згадати кадри прискореної кінозйомки уступу під час вибуху, за якими процес спостерігається як сповільнений, то перше враження, це вигинання його дугою під впливом могутньої сили утвореної джерелом енергії, із формуванням багато чисельної кількості фрагментів, які розлітаються радіально по відношенню до реального джерела енергії.

Слід сказати декілька слів про тріщиноватість гірських порід. Наявність мережі тріщин, які початково виключають поняття про масив, як абсолютно єдине ціле, тому сприяють утворенню мікроруйнувань в межах окремих прошарків, які прилягають з одного боку до заряду ВР реального, з іншого, біля вільної поверхні, до заряду фіктивного. Ці мікроруйнування допомагають реалізації руйнаціям від інших тріщин, які за напрямком складають кути від 0 до 45° з магістральною.

Слід пам'ятати, що фаза хвильового тріщино утворення має своє продовження за рахунок квазістатичної фази дії вибуху під впливом тиску продуктів детонації в зарядній порожнині.

Занотована вище трансформація однієї відбитої хвилі на дві відокремлені на півхвилі була наслідком залишкового тиску продуктів детонації, які продовжували штовхати породу (матеріал моделей) навколо себе. У напрямку укосу уступу це відштовхування стосувалось практично двох шматків цієї моделі, розмежованих магістральною тріщиною, після її утворення. При цьому, криволінійна поверхня руйнування в зоні підшви уступу нагадувала таку, яка утворюється на схилі під час зсуву порід під впливом сил тяжіння. У випадку руйнування гірської породи видовженим, , напрямком сил які діють на породу з боку заряду ВР залежить від декількох факторів: точки початку ініціації заряду ВР (знизу, або ж зверху); швидкості детонації заряду ВР, а

також швидкості повздовжньої хвилі в гірській породі. Під впливом всіх цих сил формуватиметься криволінійна поверхня на рівні подошви уступу, що нагадує зсувні прояви.

Загальний же час руйнування в значній мірі залежить від часу формування магістральної тріщини, бо вона своїм розкриттям сприяє пришвидшенню падіння тиску продуктів детонації у зарядній порожнині. Саме тому не можна просто нарощувати питому витрату ВР з метою покращення якості подрібнення гірських порід, бо це скорочує термін об'ємного руйнування масиву. Необхідно шукати шлях збільшення цього терміну.

У магістральних тріщин, також є своє призначення. Їх існування часто ініціюють від ослаблених зарядів, що в мінімальному обсязі порушують (майже не порушують) оточуючі гірські породи, але, самі магістральні тріщини, при цьому, є досить потужними, щоб сформувати площину кінцевого контуру уступу, тобто використовують їх існування, як позитивний момент, під час контурного підривання зарядів ВР невеликої потужності. Тут мова йдеться саме про взаємодію хвиль стискання і магістральна тріщина співпадає з лінією, що з'єднує джерела енергії.

Детальний аналіз суперпозиції двох хвиль розрідження між собою, сформованих відображенням від вільних поверхонь покривлі і укусу уступу прямої хвилі, що випромінювалась свердловинним зарядом ВР, дає цікаві висновки, щодо результатів цієї суперпозиції. Якщо провести промені від фіктивних джерел розповсюдження хвиль розрідження перпендикулярно поверхням відображення, то ці промені перетнуться, утворюючи кут такий, як в основі укусу уступу, наприклад, 60-75°, а криволінійні хвилі розрідження будуть спілкуватись в тілі уступу, в районі реального заряду, під кутами близькими до вказаного, десь від 70 до 50°.

У випадку, коли будь які хвилі, чи то стискання чи то розрідження під кутом 45° стикаються, утворюється відома ізотропна зона всебічного врівноваження напружень, яка не сприяє тріщинно утворенню.

Всі інші варіанти взаємодії хвиль напруження будуть наближатися, за результатом суперпозиції до того (магістральна тріщина), чи іншого (врівноваження без руйнацій) з крайніх розглянутих нами варіантів, залежно від місця формування суперпозиції.

Наведений аналіз приводить до висновку, що суперпозиція працюватиме на користь, коли з близько розташованих джерел енергії у простір (гірську породу), будуть послідовно випромінюватись хвилі напруження, які наздоганятимуть одна одну, утворюючи багато чисельні удари по масиву в одному напрямку, сприяючи продовженню і розгалуженню тріщин, утворених попередніми хвилями. В інших випадках бажано уникати суперпозиції, якщо це можливо, або ж ослаблювати її, змінюючи відстань між спрацюванням зарядів включених схемою монтажу вибухової мережі в одну серію, а також регламентуючи інтервали сповільнення між спрацюванням окремих зарядів ВР.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Суперпозиція хвиль напруження у вибуховому блоці від спрацювання близько розташованих зарядів ВР, є явище складне і неоднозначне, яке проявляє себе по різному в різних місцях масиву, який оточує заряди ВР.

Процес керування суперпозицією у вибуховому блоці складається із віддалення у просторі і часі спрацювання зарядів, включених схемою монтажу в одну серію, за рахунок змінення порядку їх підривання і правильного розрахунку інтервалів сповільнення між ними.

Список літератури

1. **Марченко Л.Н.** Увеличение эффективности взрыва при добычании полезных ископаемых. – М.: Наука, 1965. – 222 с.
2. **Мельников Н.В., Марченко Л.Н.** К вопросу о работе и механизме действия взрыва в твердых телах // Взрывное дело. –Сб. 45/2. – М.: Госгор-техиздат, 1960 – с. 5-9.
3. **Мельников Н.В., Марченко Л.Н.** Энергия взрыва и конструкция заряда – М.: Наука, 1964. – 138 с.
4. **A.K Chakraborty, J.L Jethwa,** 1996"Feasibility of air-deck blasting in various rock mass conditions-A case study", Rock Fragmentation by blasting, Mohanty (ed.) Balkema, Rotterdam, pp.343-349. «Выполнение взрывных работ с воздушными подушками в различных горных условиях и массивах».
5. **Liqing Liu, P D Katsabanis,** 1996, "Numerical modeling of the effects of air decking/decoupling in production and controlled blasting", Rock Fragmentation by blasting, Mohanty (ed.) Balkema, Rotterdam, pp.319-330, «Многочисленное моделирование воздушных пробок в производстве и контроле взрывов»
6. **Ищенко Н.И., Воротеяк Г.А.** Рациональное использование энергии взрыва скважинных зарядов на основе запирающих устройств и воздушных промежутков // Проблемы научного обеспечения горнопромышленного комплекса Украины на пороге XXI века – Сб. научн. тр. – Кривой Рог: ГНИГРИ, 2001. – с. 86-89.

7. Комплексное исследование действия взрыва в горных породах / Э.О. Миндели, Н.Ф. Кусов, А.А. Корнеев, Г.И. Марцинкевич. – М.: Недра, 1978.-253 с.

8. Maxon N.T., Mead D. and Richardson M., 1993, «Air-decked blasting techniques: some collaborative experiments», Trans. Inst Min. Metall. (Sec. A: Min. Industry), 102, Jan-Apr., pp. 25-30. «Технологические методы ведения взрывных работ с воздушными пробками»

9. Xiaoning Yang, Brian W. Stump and John D, Smith, 1999, “Ground Vibration from Singlehole Cast Blasts, The journal of Explosives Engineering, Match/April, pp. 36-41. «Вибрация грунта от взрывов одиночных скважин»

10. Падуков В.А., Антоненко В.А. Влияние напряженного состояния массива и граничных условий на характер действия взрыва // Механика разрушения горных пород . – М.: Недра, 1969.-Вып. 1. – с. 89-102.

Рукопис подано до редакції 05.03.14

УДК 378.147

Н.Ю. ШВАГЕР, д-р техн. наук, проф., Криворізький національний університет

ФОРМИ ТА МЕТОДИ ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ ПРИ ВИКЛАДАННІ ТЕХНІЧНИХ ДИСЦИПЛІН

У статті розглядається проблема організації самостійної роботи студентів, аналізуються форми та методи самостійної роботи студентів; визначено роль самостійної роботи в професійному становленні майбутнього фахівця.

Вступ. Багато українських підприємств сьогодні відчувають гостру нестачу кваліфікованих практико-орієнтованих кадрів. Довгі роки основу професійної освіти в нашій країні становили фундаментальні знання. І це було правильно в умовах, коли кафедри вищих і середніх професійних навчальних закладів мали тісний зв'язок з підприємствами свого напрямку, а студенти вирушали туди для проходження виробничої практики. З переходом до ринку ці зв'язки багато в чому були загублені, однак потреба в придбанні практичних навичок при отриманні професії не тільки не відпала, а й зросла. Сьогодні всі розуміють, що оволодіти знаннями з професії неможливо без набуття досвіду відповідної діяльності. Іншими словами, не спробувавши - не навчишся.

Метою даної роботи є аналіз форм та методів самостійної роботи студентів.

Викладення матеріалу. На теоретико-методологічному рівні проблема організації самостійної роботи студентів (СРС) знайшла своє висвітлення в працях багатьох педагогів: А. Алексюка, С. Архангельського, Ю. Бабанського, В. Безпалька, П. Підкасистого, психологів: А. Петровського, О. Леонтєва, К. Платонова, С. Рубінштейна.

Аналіз літератури з проблем організації самостійної роботи студентів дозволив виявити основні напрями рішення цієї проблеми:

- раціональне розподілення часу студентів при вивченні дисципліни;
- повне методичне забезпечення дисципліни;
- постійний контроль за якістю роботи студентів.

Згідно з положенням про організацію навчального процесу у вищих навчальних закладах, самостійна робота студента є основним засобом оволодіння навчальним матеріалом у час, що вільний від обов'язкових навчальних занять.

Самостійна робота, перш за все, завершує задачі всіх інших видів навчальної роботи. Знання, які не стали об'єктом власної діяльності, не можуть визнаватися справжнім надбанням людини. Крім практичної важливості, самостійна робота має велике виховне значення: вона формує самостійність не тільки як сукупність певних умінь і навичок, але і як рису характеру, яка відіграє суттєву роль у структурі особистості сучасного спеціаліста.

Самостійна робота студентів є одним з компонентів навчального процесу, а тому, як і всі складові його, являє собою систему організаційних і дидактичних заходів, спрямованих на підготовку за напрямками і спеціальностями фахівців відповідних освітніх та освітньо-кваліфікаційних рівнів. Традиційно самостійна робота студентів проводиться за такими формами [1]:

індивідуальні (реферативні повідомлення, курсове, дипломне проектування, самостійна науково-дослідницька робота, індивідуальні консультації, олімпіади тощо);

групові (проектне та проблемне навчання, навчання у співпраці, ігрове проектування, групові консультації, факультативні заняття, заняття в гуртках);