

УДК 622.26

Моденко В.Т., студ. гр.ОБ-21

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕГАТИВНИХ НАСЛІДКІВ БУРОПІДРИВНИХ РОБІТ ПРИ ПРОХОДЦІ ТРАНСПОРТНОГО ТУНЕЛЮ

Модернізація транспортної інфраструктури, зокрема будівництво автодорожніх та залізничних тунелів є одним з найбільш пріоритетних напрямків розвитку нашої країни. Складність рельєфу місцевості, в якій здійснюється будівництво нових і реконструкція старих тунелів, і складні гірничо-геологічні умови обумовлюють застосування буропідривної технології проходки тунелів. Поряд з позитивними сторонами даної технології (мобільність, оперативність, порівняно невисокі витрати) її застосування супроводжується різними негативними впливами на масив гірських порід та об'єкти, що охороняються.

Потенційна енергія вибухових речовин (ВР) за дуже короткий проміжок часу переходить у кінетичну, носієм якої є газоподібні продукти вибуху, що виконують при розширенні роботу і збуджують в навколишньому середовищі хвилю різного характеру [1].

Внаслідок удару продуктів вибуху по стінкам зарядних камер по породі починає поширюватися хвиля збурення. Безпосередньо поблизу зарядної камери це може бути ударна хвиля, яка швидко перероджується в пружно-пластичну хвилю стиснення з відносно пологим фронтом, більшою тривалістю і меншою, ніж у ударних хвиль, швидкістю поширення. Хвиля стиснення викликає в середовищі, залежно від її механічних властивостей, крижке або пластичне руйнування. Радіус дії пружно-пластичних хвиль в кілька десятків разів перевищує радіус заряду. При подальшому зниженні тиску в процесі поширення хвиль вони переходять в пружні, які не викликають залишкових деформацій середовища і поширюються з постійною швидкістю, що залежить від властивостей середовища і типу хвиль напружень [2].

Величина роботи вибуху зазвичай становить 60-70% потенційної енергії ВР, проте коефіцієнт корисної дії вибуху складає всього 1 - 15% [1].

Енергія, що виділяється при вибуху заряду ВР, за врахуванням хімічних і теплових втрат, реалізується в корисних і непотрібних формах механічної роботи. Корисні форми механічної роботи можуть проявлятися у вигляді інтенсивного зминання породи, що безпосередньо прилягає до заряду; стиснення і пластичних деформацій; подрібнення частини породи біля вільної поверхні; дроблення певного об'єму гірничої маси навколо зарядної порожнини; переміщення зруйнованої маси на деяку відстань і утворення воронки викидання.

Значна частина енергії витрачається на непотрібні форми роботи вибуху: викидання в навколишнє середовище газоподібних продуктів вибуху; некерований розліт шматків породи, що руйнується; утворення ударної повітряної і сейсмічної хвиль.

Вищезазначене дозволило скласти класифікацію негативних наслідків застосування буропідривної технології для навколишнього середовища і людини [3]. Відповідно до цієї класифікації (рис. 1) негативні наслідки застосування буропідривної технології при будівництві тунелів є наступними:

- викидання у навколишнє середовище шкідливих газоподібних речовин і пилу;
- некерований розліт шматків породи;
- виникнення ударно-повітряної хвилі;
- виникнення сейсмодвибухової хвилі.

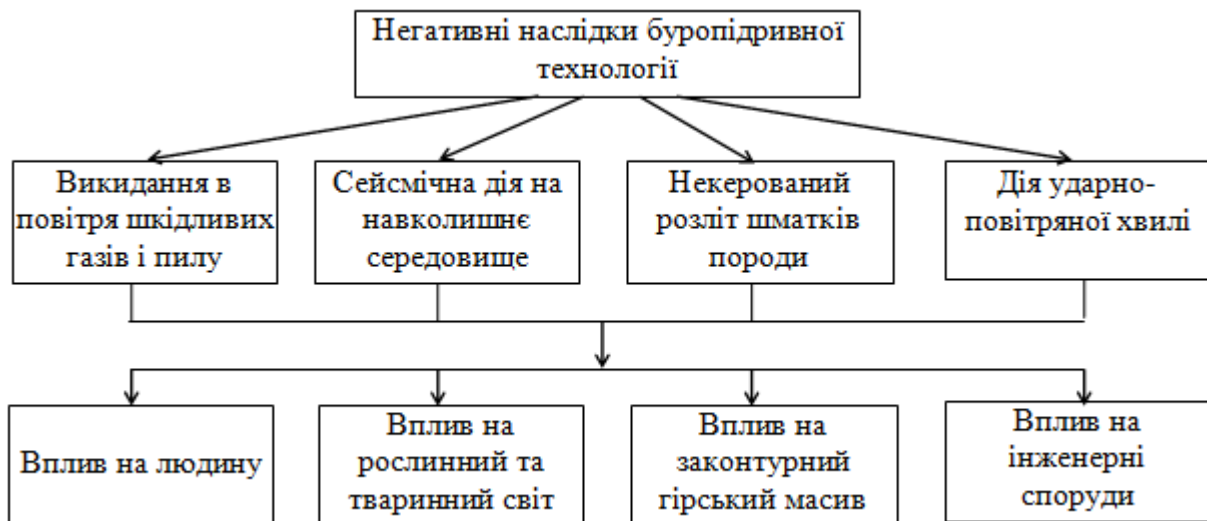


Рис.1. Негативні наслідки буропідривної технології при проходці тунелю

Однак, детально розглянувши кожне з негативних наслідків буропідривної технології можна зробити висновок, що всі вони за винятком сейсмодвибухової хвилі можуть бути локалізовані або повністю усунені за допомогою різного роду інженерних рішень. Зокрема, виділення пилу в атмосферу скорочується зі збільшенням глибини неактивної верхньої частини шпурів при постійній питомій витраті ВР, оскільки слабе руйнування його устя на початку вибуху затримує витікання газів. Крім того, зниження виділення пилу в 1,5-2,5 рази спостерігається при підриванні обводнених шпурів [4].

Для локалізації виділення шкідливих газоподібних продуктів вибуху застосовуються ВР з нульовим або близьким до нульового кисневим балансом.

Якщо розглянути некерований розліт підірваної маси, то його дальність визначається багатьма факторами. До їх числа відносяться ступінь заглиблення заряду і параметри вибухових робіт (величина лінії найменшого опору, маса заряду, довжина, матеріал і якість набійки, відстань між зарядами), дотримання проектних параметрів, крупність матеріалу, що розкидається вибухом та ін. [5].

Ударно-повітряні хвилі, що виникають при вибухах також можуть становити небезпеку як для людини, так і для конструктивних елементів об'єктів, що охороняються, в першу чергу для застекління будівель, диспетчерських пунктів, щитів автоматики та ін.

Інтенсивність ударної повітряної хвилі падає в результаті збільшення маси повітря, що захоплюється хвилею по мірі її розповсюдження. Поступово ударно-повітряна хвиля загасає і зрештою переходить в звукову хвилю.

Зміна тиску ударної повітряної хвилі в часі наведено на рис. 2.

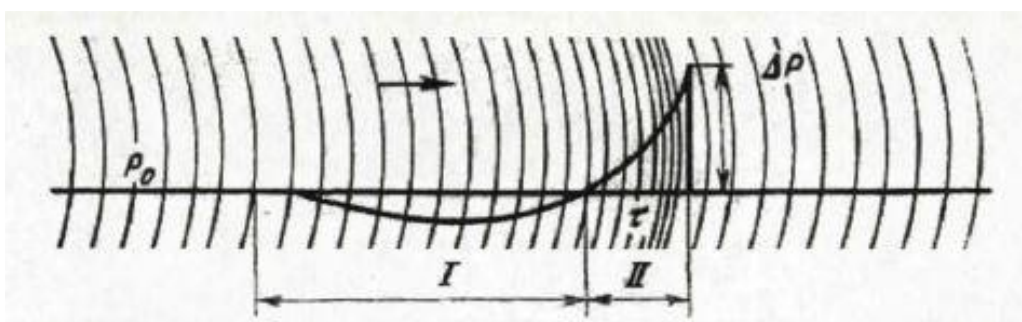


Рис. 2. Зміна тиску за фронтом ударної повітряної хвилі: I - область розрідження; II - область стиснення

Межі небезпечної зони за дією ударної повітряної хвилі встановлюються для конкретних умов вибуху з урахуванням всіх можливих шляхів руху хвилі з боку струменя свіжого повітря. Вважається, що визначальним фактором дії ударних повітряних хвиль на об'єкти, що охороняються, в ближній зоні є імпульс позитивної фази тиску, в дальній зоні – максимальна величина надлишкового тиску у хвилі.

Втрати енергії вибуху на утворення ударної повітряної хвилі залежать від типу вибухової речовини, яка руйнує породу. Для зменшення втрат енергії вибуху на утворення хвилі малопотужні ВР з набійкою доцільно застосовувати в породах з малою акустичною жорсткістю та підвищеною тріщинуватістю. У міцних породах менші втрати на утворення цієї хвилі забезпечують ВР з підвищеною питомою енергією. Підвищення щільності заряджання шпурів також сприяє зменшенню інтенсивності ударної повітряної хвилі.

Ще одним важливим аспектом негативного впливу на навколишнє середовище при виконанні буропідривних робіт, виходячи з вищенаведеної класифікації, є виникнення сейсмовибухових хвиль. Як вже зазначалося

раніше, даний фактор найменше піддається регулюванню за допомогою різних інженерних методів.

Сейсмічний ефект є одним з ефектів, супутніх вибуху. Після вибуху і в результаті його в просторі, який оточує заряд, частки породи приходять у рух, що поширюється в усі сторони від джерела вибуху. У кожній точці цей рух триває обмежений час, по мірі видалення від джерела вибуху інтенсивність його спадає. Нижні частини будівель, споруд, а також масивів гірських порід, розташованих навколо місця вибуху, втягуються в рух породи. Однак споруди та масив порід в цілому прагнуть зберегти стан спокою і чинять опір переміщенням своїх окремих частин. У результаті в окремих частинах об'єктів під впливом сейсмовибухових хвиль виникають силові напруження, які можуть викликати пошкодження [6].

Найчастіше для покращення показників буропідривних робіт збільшують масштаби проведення вибухів, при цьому інтенсивність сейсмовибухових хвиль досягає критичних величин для будівель і споруд, розташованих на незначній відстані від місць проведення підривних робіт. Ці фактори змушують різко обмежувати масштаби вибухів, а в деяких випадках зупиняти ведення вибухових робіт на близько розташованих від об'єктів, що охороняються, ділянках, що негативно позначається на техніко-економічних показниках. Тому необхідність достовірної оцінки сейсмічного ефекту представляється в цьому контексті однією з дуже важливих задач.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Физика взрыва / Под ред. Л. П. Орленко. – Изд. 3-е, переработанное, в 2 т. – Т.1 – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 832 с.
2. Адушкин В.В. Геомеханика крупномасштабных взрывов / В.В. Адушкин, А.А. Спивак // М.: Недра, 1993. – 319 с.
3. Виноградова Е.Ю. Классификация негативных последствий буровзрывной технологии на окружающую среду при проходке тоннелей // Записки Горного института. СПб: СПГИ, 2006, Т. 170, ч. 1. С. 91-94.
4. Огородников Ю.Н. Строительство выработок большого сечения. Учебное пособие. / Ю.Н. Огородников, Д.А. Потемкин // Санкт-Петербург, 2002. – 65 с.
5. Кутузов Б.Н. Безопасность взрывных работ в горном деле и промышленности: учеб. пособ. / Б.Н. Кутузов // – М.: Недра, 2009. – 670 с.
6. Штейнберг В.В. Колебания грунта при землетрясениях. Источники и воздействие разрушительных сейсмических колебаний / В.В. Штейнберг // Вопросы инженерной сейсмологии. Вып.31. – М.: Наука, 1980, с.47-67.
7. Кравець В.Г. Фізичні процеси прикладної геодинаміки вибуху: монографія / В.Г. Кравець, В.В. Коробійчук, В.В. Бойко. – Житомир: ЖДТУ, 2015. – 408 с.