

УДК 622.235

Павленко М.О., студ. гр.ОБ-51м

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

ОБГРУНТУВАННЯ СЕЙСМОБЕЗПЕЧНИХ МЕТОДІВ ВЕДЕННЯ ВИБУХОВИХ РОБІТ НА ПІДЗЕМНИХ ГІРНИЧИХ РОБОТАХ

У зв'язку зі скороченням обсягів видобутку руди відкритим способом одним з основних напрямків подальшої розробки є підземний спосіб. Зростання об'ємів видобутку підземним способом вимагає інтенсифікації відпрацювання глибоких горизонтів, що зумовлює застосування декількох систем розробки. В даний час найбільшого поширення набули системи поверхового примусового обвалення з масовою відбійкою руди віялами глибоких свердловин і підповерхового відбою з торцевих випуском руди, на частку яких припадає відповідно 60 і 40% видобутку руди. Основний, обсяг буропідривних робіт (БПР) доводиться на масові вибухи, а витрати на їх виробництво в собівартості видобутку досягають до 30-50%.

Використання високоефективних способів вибухової відбійки і оптимальних параметрів БПР дозволило досягти прийнятної якості дроблення масиву гірських порід. Але застосування великомасштабних масових вибухів з загальною вагою вибухових речовин (ВР) від 100 до 350 т призводить до ряду негативних ефектів, викликаних сейсмічною дією вибухів, що не дозволяє повною мірою реалізувати можливості системи поверхового примусового обвалення з відбійкою руди віялами глибоких свердловин. При цьому в найбільшій мірі до сейсмічної дії схильні виробки днища блоку і масив гірських порід в суміжних секціях. При переході гірничих робіт на більш глибокі горизонти проблема забезпечення збереження гірничих виробок стала ще більш актуальною, оскільки при спільній дії статичних і динамічних напружень значно знизилася їх стійкість, що вимагало застосування різних видів кріплень. Відомі методики визначення маси сейсмічнобезпечних зарядів при відбійці не враховують особливостей геометричного розташування плоских систем зарядів і гірничих виробок, що вимагає більш детальної оцінки сейсмічної дії вибухів і розробки нових методик розрахунку [1-4].

Постійне наближення фронту гірничих робіт до будівель промислового і цивільного призначення в умовах складного рельєфу місцевості, а також відпрацювання блоків-ціликів і відбійка в них стикувальних секцій, в яких одночасно підривається ВР вагою 300-400 т, вимагає забезпечення схоронності не тільки гірничих виробок, але й житлових будинків і промислових споруд в районі проммайданчиків рудників.

Тому оцінка сейсмічної дії масових вибухів, розробка сейсмонезпечної технології відбійки і методик розрахунку сейсмонезпечних зон для різних ситуацій при підземній відробці родовищ є актуальними.

На першому етапі досліджень з метою встановлення зони впливу масових вибухів, де можливі незворотні локальні деформації масиву були використані дані про сейсмічні дії масових вибухів на різних відстанях від меж відбійки. Оконтурування зони, де можливі незворотні локальні деформації в масиві, виконували по критичній швидкості зсуву в хвилі стиснення, яка для розглянутих умов становить величину 0,15-0,20 м/с. Радіус цієї зони описується емпіричною залежністю, отриманою за результатами експериментальних спостережень:

$$R = 3,125 \left(\frac{K_a}{[V]} \right)^{0,767} \sqrt[3]{\frac{SQW}{T}}, \quad (1)$$

де R – відстань від центру секції до границі зони струсного впливу вибуху, м; K_a – коефіцієнт, що враховує вплив кута приходу сейсмічних хвиль в точку спостереження; Q – загальна вага ВР, кг; $[V]$ – критична швидкість зсуву в хвилі стиснення, см/с; S – фронтальна площа перетину відбиваної секції, м; T – товщина секції, що підривають, м; W – величина лінії найменшого опору, м.

Отримані дані свідчать про те, що радіус цієї зони залежить як від загальної ваги ВР, так і від геометричних розмірів секції, параметрів буропідривних робіт і кута між фронтом відбійки і точкою спостереження. При цьому, швидкість зсуву в тил масиву по фронту відбійки отримується в середньому в 133 рази більше, ніж з флангів секції, а максимальний розмір зони непружних деформацій при загальній вазі масових вибухів від 50 до 300 т ВР змінюється від 80 до 250 м. Тобто в межах цих зон можливе порушення суцільності масиву, розкриття існуючих тріщин, зрушення блоків відносно один одного і, як наслідок, втрати свердловин в суміжних секціях. Отримані дані дозволяють вибирати таку вагу ВР масових вибухів, які забезпечують мінімальний вплив на законтурний масив.

Проведені дослідження показали, що при послідовному наближенні фронту гірничих робіт до меж відкритих розробок при однаковому співвідношенні ширини бар'єрного цілика до кореню кубічного з максимального ваги ВР в ступені уповільнення відбувається посилення інтенсивності коливань поблизу споруд проммайданчику, що охороняються. При цьому виявлено, що найбільш помітне посилення коливань починається при ширині бар'єрного цілика менше 500 м, а при досягнутих на сьогоднішній день розмірах бар'єрного цілика (100-150 м) посилення досягло двох і більше разів.

В даному випадку коефіцієнт посилення коливань за рахунок наявності бар'єрного цілика, різниці висотних відміток вибуху і охоронюваних об'єктів і від орієнтування секції щодо кар'єра описується наступною емпіричною залежністю

$$K_g = 8,8 K_a^5 R_o^{-0,35}, \quad (2)$$

де $R_0 < 500$ – ширина бар'єрного цілика на рівні центру секції, м; K_a^5 – коефіцієнт, що враховує орієнтування секцій по відношенню до кар'єрного простору. Коефіцієнт посилення коливань за рахунок наявності бар'єрного цілика враховується тоді, коли ширина бар'єрного цілика на рівні центру секції становить менше 500 м.

З урахуванням виявлених особливостей сейсмічної дії вибухів уточнена методика розрахунку, в якій швидкість зсуву в основі будівель і споруд, радіус сейсмічної зони і сейсмобезпечна вага зарядів ВР знаходяться за такими залежностями, виведених на основі сейсмометричних спостережень.

У разі розташування об'єктів, що охороняються на зовнішньому кордоні півсфери з радіусом $B < 1000$ м, не відділених від секції, що підривається, виробленим простором:

$$V = 145 K_{y\phi} K_a K_z K_e \left(\frac{R_\phi}{\sqrt[3]{1,5 q_{cm}}} \right)^{-1,304}; \quad (3)$$

$$R_{co} = 45,47 \left(\frac{[V]}{K_{y\phi} K_a K_z K_e} \right)^{-0,767} \sqrt[3]{1,5 q_{cm}}; \quad (4)$$

$$q_{cm} = \frac{R_\phi^3}{141 \cdot 10^3} \left(\frac{[V]}{K_{y\phi} K_a K_z K_e} \right)^{2,3}, \quad (5)$$

де V – розрахункова швидкість змішування в основі будівель і споруд, см/с; $[V]$ – допустима швидкість зсуву фунта в основі охоронюваних споруд, см / с; R_ϕ – фактична відстань від центру вибуху до об'єкту, що охороняється споруди, м; R_{co} – радіус сейсмічно небезпечної зони при виробництві масового вибуху, м; q_{cm} максимальна вага ВР в ступені уповільнення, кг; $K_{y\phi}$ – коефіцієнт, що враховує умови підривання (для вирізних секцій з однієї вертикальної площиною оголення $K_{y\phi} = 1,15$; для секцій з двома вертикальними площинами оголення і піднятими воронками випуску $K_{y\phi} = 0,9$; для секцій з двома вертикальними площинами оголення, обробити компенсаційному просторі не менше 15% від обсягу секції і підпусканні руди в попередньому розділі не менше 70% – $K_{y\phi} = 0,85$). K_a – коефіцієнт, що враховує орієнтування секцій по відношенню до об'єктів; $K_z = 0,6/H$ – коефіцієнт, що враховує посилення коливань ґрунту в залежності від потужності наносів (враховується при $H > 25$ м) для необводнених умов; H – потужність наносів, м; $K_e = 0,74H^{0,22}$ – коефіцієнт збільшення сейсмічності для водонасичених ґрунтів (враховується при рівні ґрунтових вод менше 4,5 м від поверхні).

В даний час в якості критерію сейсмічної небезпеки загальноприйнятою вважається максимальна швидкість зсуву ґрунту в основі будівель.

Проведені дослідження по виявленню ступеня впливу масових вибухів на спорудження показали, що важливе значення має взаємодія коливань ґрунту і фундаменту, оскільки фундамент не повністю повторює рухи ґрунту, особливо при зіставленні амплітуд швидкостей зсуву.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Запорожец В.Ю. Сейсмическое действие подземных массовых взрывов на поверхностные сооружения /В.Ю.Запорожец, С.А.Козырев, С.Г.Зерещеков // Горный журнал. – 1999 -№9. – С.63-66.

2. Пуго А.М. Сейсмическое воздействие массовых взрывов на горные выработки / А.М. Пуго // Горн. журн. 1956. – № 11. – С. 46-51.

3. Козырев С.А. Сейсмическое действие подземных массовых взрывов на поверхностные сооружения в условиях переменной мощности наносов / С.А. Козырев //сб. Труды Мурманского университета МГТУ, г.Мурманск. 1998, Т.1., №3, с. 123-126.

4. Боровиков В.А. Определение безопасных расстояний при действии сейсмозрывных волн / В.А.Боровиков, И.Ф.Ванигин, В.А.Артемов, В.К.Хурцидзе // Взрывное дело, № 89/46. -М., Недра, 1986. – С. 155-163.