

УДК 622.270: 622.271.33

**ОЦІНКА ВПЛИВУ БВР НА СТІЙКІСТЬ МАСИВУ  
ПРИ ВІДПРАЦЮВАННІ РОДОВИЩ ВІДКРИТИМ СПОСОБОМ**

**асп. А.О. Романенко**

*Криворізький національний університет*

Проблема і її зв'язок з науковими і практичними завданнями

Інтенсивний розвиток відкритих гірничих робіт супроводжується збільшенням глибин розробки, яка на багатьох кар'єрах вже перевищує 200 м. У найближчі десятиліття глибина кар'єрів Кривбасу збільшиться до 500 -700 м.

Експлуатація глибоких кар'єрів досягає в наш час таких масштабів впливу на верхню частину земної кори, що її реакція може бути порівнянна з рівнем інтенсивності прояву геологічних процесів, супроводжуваних тектонічними рухами, наведеними землетрусами й техногенним розвантаженням масиву гірських порід. Головною особливістю прояву геологічних процесів є розвиток інженерно-геологічних явищ, що супроводжуються раптовим виникненням обвалень і зсувів уступів і бортів кар'єрів.

За 30-40 літній період будівництва й експлуатації кар'єрів Кривбасу, відбулося більш 500 випадків реалізації зсувів (деформацій відкосів, уступів і бортів) запасортизованих і проаналізованих по системі, прийнятій у ряді галузей гірничодобувної промисловості.

Загальний обсяг зсувних мас у кар'єрах Кривбасу за час їх існування склав не менш 20 млн.м<sup>3</sup>.

Таким чином, актуальність вивчення й прогнозування небезпечних геодинамічних процесів на кар'єрах зі збільшенням масштабів гірничих робіт буде тільки зростати. Їхній розвиток нерозривно пов'язаний з питаннями ефективності й безпеки ведення відкритої розробки родовищ, вимогам раціонального природокористування [1].

Аналіз досліджень і публікацій.

Справа в тому, що раніше виконані дослідження не завжди дозволяли пояснити явище зсувоутворення на окремих ділянках кар'єру та оцінити роль впливу вибухових робіт на виникнення даного процесу [2-4].

Аналіз деформаційних процесів на кар'єрі «Інг'ЗКа» показав, що наявні дані, раніше виконаних робіт й методичних підходів, не завжди дозволяють пояснити явища оповзнутоутворення на локальних ділянках кар'єру.

Вирішення питання оцінки впливу буро-вибухових робіт на стан масиву займались такі вчені: Попов М.Г., Ожигіна С.Б., Філіппов В.К., Алієв Д.Х., Романов В.І., Шевцов М. Р., Кучерявий Ф. І.

Викладення матеріалів

За рахунок більш повного врахування ряду факторів можна оцінити стан масиву. У першу чергу це стосується оцінки сейсмічного впливу на масив. На основі аналізу наявних даних проведені розрахунки зон ослаблення прибортового масиву. Відповідно до цього введені характерні зони (рис. 1).

Зона ослаблення **А**, потужністю близько 6 м, являє собою порушений, за рахунок ведення вибухових робіт, гірський масив.

Зона ослаблення **Б** являє собою сильно тріщинувату гірську породу, що розташовується в безпосередній близькості від місця проведення БВР. Ця зона характеризується зрушуючими деформаціями в гірничому масиві. Потужність шару приймається порядку 12 м.

Зона ослаблення С у масиві характеризується пружно-пластичними деформаціями. Потужність шару становить приблизно 32 м.

Зона Д у масиві характеризується пружними деформаціями гірської породи. Простягається вглиб масиву, тому розміри зони тому розміри зони не вказано.

Прийняті для розрахунків стійкості фізико-механічні властивості гірської породи наведені в табл. 1.

З урахуванням того, що найбільш достовірна оцінка напруженого стану відкосів може бути отримана із застосуванням чисельних методів механіки деформуемого твердого тіла, на базі прийнятих припущень про фізико-механічні властивості гірських порід була виконана оцінка стійкості борту кар'єру за допомогою методу кінцевих елементів.

Таблица 1.

Фізико-механічні властивості порід

Зона в масиві	Щільність, кг/м	Кут внутрішнього тертя, °	Зчеплення, Па
А	2440	39	31000
Б	2600	32	40000
С	2600	34	95000
Д	2690	38	300000

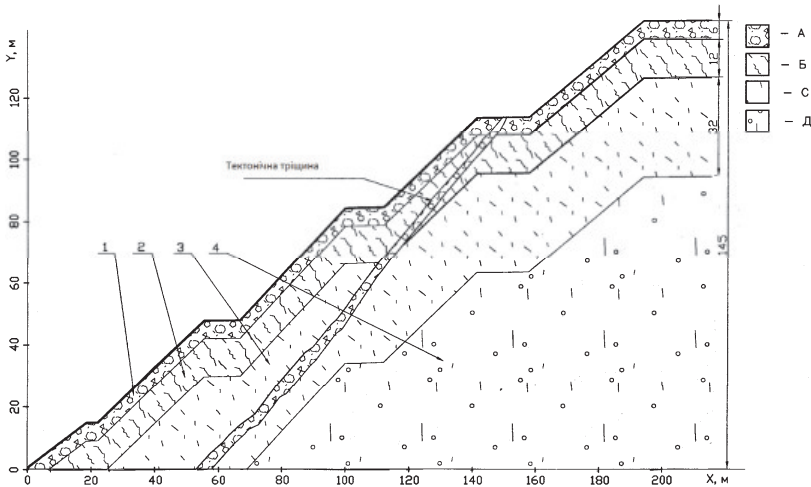


Рис. 1. Прийняті в розрахунках зони послаблення в прибортовому масиві: 1 – А; 2 – Б; 3 – С; 4 – Д

Проведено три серії розрахунків коефіцієнтів запасу стійкості локальних областей борту кар'єру. У першій серії для всіх чотирьох зон прийняті однакові значення коефіцієнта зчеплення 300 кПа. Для третьої серії коефіцієнти зчеплення були прийняті відповідно до припущень про характер впливу буро-

вибухових робіт на фізико-механічні властивості приконтурної зони гірського масиву.

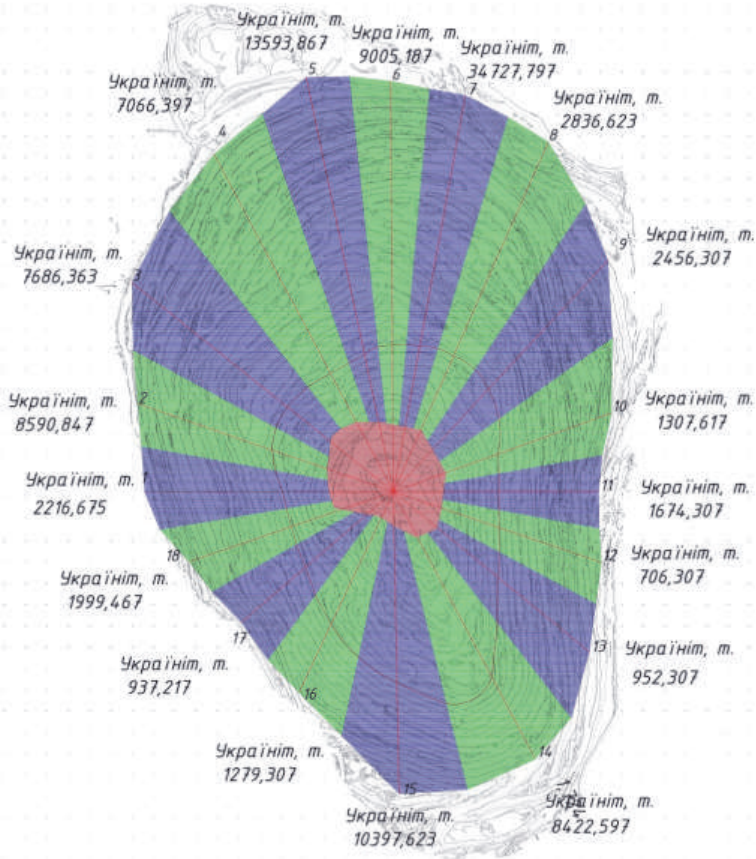


Рис. 2. Районування кар'єрного поля по фактору ведення вибухових робіт

Для другої додаткової серії розрахунків були прийняті проміжні значення коефіцієнта зчеплення стосовно першої й третьої серії. Тут передбачалося, що вплив БВР на фізико-механічні характеристики прибортової зони були менш значним.

Розрахунки показують, що в третій серії розрахунків отримане зменшення коефіцієнтів запасу стійкості стосовно результатів першої серії в середньому на 18% (від 20% для одного уступу до 15% для шести уступів). Порівняння результатів розрахунків першої й другої серій дає зменшення коефіцієнта

запасу на 10% (від 11% для одного уступу до 8% для шести уступів). Слід зазначити, що різниця в результатах розрахунків зменшується зі збільшенням висоти розглянутого борту. Це може бути пояснене тим, що питома частина виділених зон ослаблення фізико-механічних властивостей стосовно всього прибортового масиву зменшується зі збільшенням його висоти.

Таким чином, запропонована модель ослаблення фізико-механічних властивостей порід внаслідок сейсмічного впливу при оцінці стану борту кар'єра дає відчутні поправки до величини коефіцієнтів запасу стійкості.

Отримані величини зменшення коефіцієнтів запасу стійкості становлять від 10 до 18% і дозволяють врахувати можливі обвалення для тих ділянок борту кар'єру, де є несприятливі гірничо-геологічні умови.

На формування несприятливих гірничо-геологічних умов найбільший вплив має інтенсивність ведення буро-вибухових робіт. Цей критерій можна прийняти за основний при проведенні районування кар'єрного поля за фактором впливу БВР на стійкість масиву.

Для виконання районування були проаналізовані паспорти на ведення буро-вибухових робіт за період в останні 3,5 роки, починаючи з 28.08.2009 по 29.03.2013. Кількість використаної за цей період вибухівки була розподілена по 18 секторам, найбільш активне ведення буро вибухових робіт виконується у 7-му секторі, де маса використаного «Україніту» склала 34727,8 т, а найменш інтенсивно відпрацьовується південно-східний район, де маса закладеної вибухівки за цей період була усього 706,3 т.

При районуванні (рис. 2) було окремо розглянуто дно кар'єру, оскільки на нижніх горизонтах (нижче гор. -300м) немає можливості відокремити об'єм використаної вибухівки по секторам, тому вона була підрахована окремо і рівномірно розподілений між усіма секторами.

Висновки:

1. Запропонована модель обліку сейсмічного впливу на стійкість відкосів.
2. Зниження коефіцієнта запасу стійкості прибортового масиву, за рахунок впливу БВР для умов Інгулецького кар'єру становить 10-18%.
3. Виконано районування кар'єрного поля за фактором інтенсивності ведення вибухових робіт.

#### ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Прогноз устойчивости и оптимизация параметров бортов глубоких карьеров / С.З. Полищук и др. – Днепропетровск: Полиграфист, 2001. – 371 с.
2. Емельянова Е.П. Основные закономерности оползневых процессов. – М.: Недра, 1972. – 310 с.
3. Рекомендации по инженерно-геологической типизации оползневых склонов применительно к задачам оценки устойчивости и инженерной защиты. – М.: Стройиздат, 1984.
4. Современные методы прогноза оползневого процесса. – М.: Наука, 1978. – 154 с.