

Є.А. Загоруйко, асист.

Національний технічний університет України "КПІ"

О.О. Фролов, к.т.н., доц.

Національний технічний університет України "КПІ"

СПОСОБИ ФОРМУВАННЯ ПОСТІЙНИХ БОРТІВ КАР'ЕРУ ГОРИШНЕ-ПЛАВНИНСЬКОГО РОДОВИЩА ЗАЛІЗИСТИХ КВАРЦИТІВ

Розглянуто основні види порушень стійкості відкосів кар'єру Горишне-Плавнинського родовища. Виконано аналіз фактичного стану бортів кар'єру. Встановлено, що без застосування спеціальних заходів кути відкосів бортів не будуть відповідати проектним показникам. Запропоновано способи формування відкосів уступів у кінцевих і тимчасово неробочих контурах. Наведені параметри буропідричних робіт при контурному підриванні і конструкція свердловинного заряду контурної свердловини.

Вступ. В геологічному відношенні Горишне-Плавнинське родовище являє собою послідовне чергування скельних, напівскельних і пухких порід. Скельні породи в зонах розламів піддаються вивітрюванню на велику глибину, схильні до обвалів і характеризуються зниженою міцністю. Зони розламів характеризуються наявністю сильно подрібнених порід, інтенсивним їхнім зминанням, брекчіюванням і розсланцюванням, утворенням дзеркал ковзання, що істотно впливає на стійкість відкосів на таких ділянках.

Основними видами порушень стійкості відкосів на кар'єрі Горишне-Плавнинського родовища є зсуви в піщано-глинистих відкладеннях і обвалення в скельних породах [1].

Зсуви відбуваються в четвертинних і давньо-алювіальних відкладеннях і приурочені до місць інтенсивного виходу підземних вод у відкоси. Їхній розвиток, як правило, обмежується одним уступом. Основними видами боротьби із зсувами на кар'єрі є осушення прибортового масиву і зміцнення нестійких ділянок бортів скельними породами. Застосування таких заходів дозволяє одержати кути відкосів уступів, як правило, не більше 30° із загальним кутом нахилу борта кар'єру по наносах не більше 25°. Загальна потужність наносів на Горишне-Плавнинському родовищі не перевищує 60 м, і гірничі роботи на них практично завершені.

Обвалення на уступах скельних порід спостерігаються майже на всіх ділянках. І хоча на стійкість борта в цілому цей вид деформацій істотно не впливає, розвиток обвалень протягом тривалого періоду часу може призвести до утворення єдиного відкосу загальною висотою 30–60 м з кутом нахилу 35°–45°. Таке явище пояснюється високою тріщинуватістю масиву і несприятливим (пологим) падінням площин ослаблення.

Постановка задачі досліджень. Стан бортів кар'єру визначається не тільки їхньою геологічною будовою, але і технологією виконання буропідричних робіт при відпрацьовуванні приконтурних стрічок і завідкоски уступів. При обстеженні відкосів, які сформовані технологічними вибухами, встановлено зв'язок розривів суцільності зі структурою і падінням нашарування. При субвертикальному падінні шарів, самозавідкоска відбувається лише в середній частині уступу. У нижній частині уступу за рахунок "непророблення" відкосу кут похиліше на 10°–20°. У підсумку рекультивує кут відкосу уступу не більше 60°.

У міцних породах відкоси уступів формуються по поперечних тріщинах і тріщинах нашарування. Поверхня відкосу східчаста в площині поперечної системи тріщин, верхня частина відкосу, яка рівна величині перебура, більш крута.

Форму відкосу визначає кут падіння поперечної системи тріщин, якщо сітка тріщинуватості витягнута уздовж нашарування. Якщо зчеплення перпендикулярно і за шаруватістю близькі, то спостерігаються вертикальні ділянки у верхній і середній частинах відкосу висотою до 3 м і більше. Якщо зчеплення по нашаруванню менше, ніж у частині масиву і поперечних тріщинах, то поверхня відкосу гладка, і формується по поверхні нашарування [2].

Падіння нашарувань у кар'єр і падіння поперечних тріщин у масив обумовлює утворення нависань у верхніх і середніх частинах відкосів уступів. По тріщинах нашарування формуються заколи, по яких через 6–20 місяців відкоси виположуються до 40°–50°.

По крутопадаючих у кар'єр поперечних тріщинах формується відкос із відносно високим кутом.

Актуальність досліджень. Аналіз геологічних особливостей Горишне-Плавнинського родовища в межах кар'єру ВАТ «Полтавський ГЗК» показав, що в його північній частині забезпечення стійкості уступів і бортів є відносно простою. На цій ділянці залягання шарів порід круте, полого падаючих поверхонь ослаблення не прогнозується.

Південний борт перебуває в несприятливих умовах: падіння нашарувань убік кар'єру під кутами 30° – 57° . Масив порід, що складає південний борт кар'єру, істотно відрізняється за геологічною будовою. Тут, у верхній частині поверхні нашарування залягають відносно круто, поступово виположуються із глибиною, створюючи природні увігнуті поверхні ковзання, тобто південний борт відривається мульдopodobно залягаючій геологічній структурі шарів. Потенційна поверхня ковзання проходить по нашаруванню, повторюючи її конфігурацію в сланцевій товщі. У верхній частині нашарування залягають відносно круто (44° – 57°), у середній частині 37° – 34° , у нижній – менше 35° .

У цьому випадку досягається результуючий кут усього борта 34° . Спостерігається скорочення ширини робочих площадок уступів, виположування робочого борта. Для забезпечення стійкості уступів у відмітках мінус 30 – мінус 180 м необхідно їх зміцнювати.

Східний і західний борти перебувають у відносно сприятливих умовах: поверхні ослаблень (нашарування і тріщинуватість) мають круте падіння, що не робить істотного впливу на параметри бортів.

Максимально припустимі кути нахилу східного і західного бортів не однакові. У більш сприятливих умовах перебуває східний борт, тому що позначається вплив Головного Західного розламу. Кут падіння східного борта визначається параметрами його конструктивних елементів.

Фактичний стан бортів кар'єру показує, що без застосування спеціальної технології по завідкосці уступів кути відкосів становлять 45° – 50° . Впровадження спеціальної технології завідкоски уступів дозволяє забезпечити їхню стійкість при кутах 65° – 70° і висоті 30 м. Такі значення відповідають проектним рішенням по відробці родовища.

Викладення основного матеріалу. Для запобігання порушень прибортового простору передбачалось застосування технології відпрацювання приконтурних зон на базі використання контурного підривання похилими свердловинами.

Однак, як показала практика, у складних гідрогеологічних умовах родовища Полтавського ГЗК, значна частина похилих свердловин обвалюється, що унеможливує виконання прийнятих проектних рішень по формуванню постійних бортів кар'єру.

На даний час кути відкосів робочих уступів у кар'єрі становлять 45° , неробочих – 35° – 40° (рис. 1).

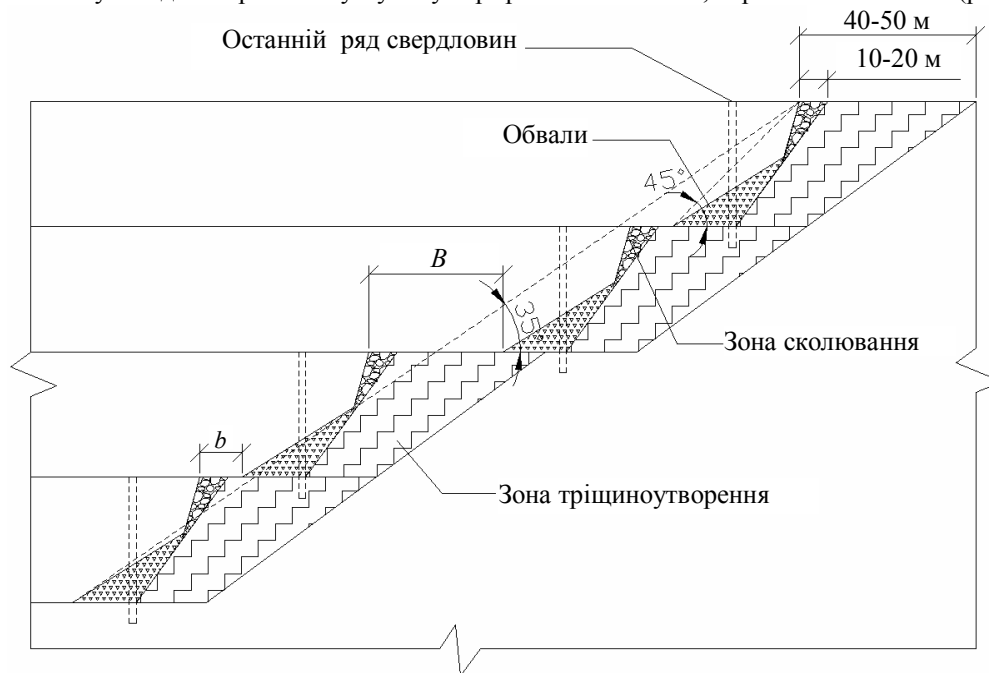


Рис. 1. Стан неробочого борта кар'єру, порушеного вибухами

У відповідності до сформованої на кар'єрі системи розробки, гірничі роботи ведуться з вибірковою консервацією і розконсервацією ділянок бортів кар'єру. Найбільша ефективність такої системи розробки досягається при максимальних кутах консервації бортів на тимчасово неробочих ділянках. З іншого боку, величина кутів нахилу бортів обмежується стійкістю бортів і уступів.

З метою одержання об'єктивних даних, які необхідні при оцінці ступеня стійкості відкосів на кар'єрі, визначення їхніх параметрів і розробці протизсувних заходів було вивчено і уточнено фізико-механічні властивості гірських порід у граничних межах кар'єру, тріщинуватість і структура прибортового масиву. Крім того, за період експлуатації кар'єру був зібраний великий матеріал при виконанні

маркшейдерських інструментальних спостережень, у результаті яких були встановлені характер і швидкість розвитку деформацій на уступах, виявлені типові схеми цих деформацій, характерні профілі уступів.

На підставі гірничо-геометричного аналізу родовища пропонується обрати 2 способи формування відкосів уступів у кінцевих і тимчасово неробочих контурах. Один із способів полягає у створенні відкосу уступу під кутом нахилу поверхонь ослаблення (шаруватості і тріщин). Цим способом передбачається формувати південний борт кар'єру, складений шаруватими породами з кутами нахилу убік кар'єру під кутом 40–50°.

Другий спосіб полягає у формуванні вертикальних відкосів уступу. Цим способом планується формувати всі інші ділянки постійних і тимчасово-неробочих бортів кар'єру.

При формуванні неробочих і тимчасово неробочих уступів буропідривні роботи в приконтурних зонах виконуються таким чином, щоб горизонтальна відстань (b) між контурними рядами свердловин на суміжних по вертикалі уступах забезпечувала необхідний кут відкосу (α_n) високого уступу (рис. 2).

Свердловини контурного ряду суміжних горизонтів

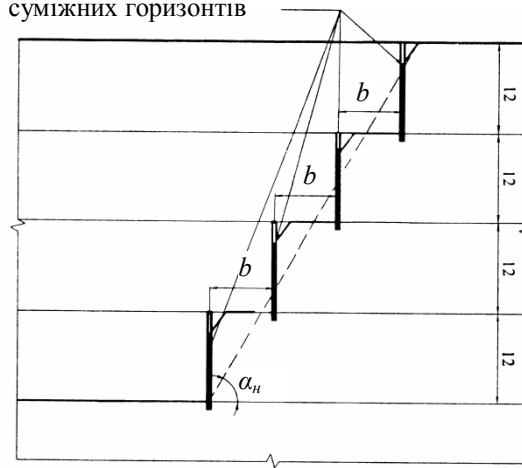


Рис. 2. Схема розміщення контурних рядів свердловин на суміжних горизонтах при формуванні неробочого уступу постійного борту кар'єру

При веденні гірничих робіт у граничних або тимчасово неробочих контурів кар'єру необхідно виділити приконтурну зону. Зазвичай, приконтурну зону встановлюють за результатами маркшейдерських інструментальних спостережень як зону залишкових деформацій. Для умов кар'єру Полтавського ГЗК потужність цієї зони орієнтовно можна вважати рівною 30 м.

При відпрацюванні приконтурної зони необхідно застосовувати попереднє щілеутворення. Із цією метою в площині відкосу під проектним кутом пробурюється ряд зближених свердловин. У свердловинах розміщується заряд спеціальної конструкції.

Відпрацювання приконтурної зони здійснюється вертикальними свердловинами. Кількість рядів свердловин не повинна перевищувати 4–5. Відстань між рядами, відстань між свердловинами, величина питомої витрати ВР приймається у відповідності до встановлених норм на подрібнення гірської маси. Схема комутації свердловинних зарядів діагональна з кутом нахилу діагоналі до площини відкосу – 45°. Підривання свердловинних зарядів – короткосповільнене з інтервалом сповільнення: 20 або 35 мс – за допомогою РП-92, 17 або 25 мс – з використанням неелектричних систем ініціювання типу «НОНЕЛЬ».

У випадку значної обводненості масиву контурні свердловини підривають з випередженням 50 мс відносно свердловин розпушування приконтурної зони. Якщо масив не обводнений, ефективніше підривати контурні свердловини в окремий прийом. Контурна щілина повинна випереджати по фронту блок, що підривається, не менш ніж на 30 м. Підривання свердловинних зарядів приконтурної зони повинне здійснюватися тільки на підібраний вибір.

Перебур свердловин розпушування диференційований. У контурі він менший від проектного значення на 50 %, у наступному ряді збільшений на 50 %, потім знову зменшений і у першому ряді збільшений. У породах малої і середньої міцності (мілкоблочних) при вибухах у приконтурній зоні в надберменій частини уступу, що лежить нижче, необхідно зменшити на 50–60 % перебур свердловин розпушування (рис. 3, а).

У пропонуваній технології в свердловинах контурного ряду пропонується використовувати зменшений заряд промислової вибухової речовини, який розосереджений повітряним проміжком.

Величина заряду залежить від міцності масиву гірських порід, висоти уступу, відстані між свердловинами в контурному ряду.



Рис. 3. Конструкція і параметри свердловинних зарядів контурного ряду: а – розміщення свердловин розпушення і контурного ряду на уступі; б – параметри контурних зарядів при $d_{св} = 250$ мм

Наявність повітряних проміжків дозволяє розосередити заряд по довжині свердловин і тим самим значно запобігти порушенню законтурного масиву. На рис. 3, б показані параметри свердловинних зарядів при діаметрах свердловин 250 мм.

Для забезпечення взаємодії зарядів суміжних свердловин контурного ряду і утворення екранної щілини відстань між свердловинами повинна становити не більше 2–3 м.

Параметри зарядів, які наведено на рис. 3, орієнтовні і для кожного конкретного типу порід і ділянки борта кар'єру підлягають уточненню при дослідно-промислових випробуваннях.

Конструкція заряду в контурній свердловині показана на рис. 4.

При природньому заповненні повітряного проміжку водою, підривання верхнього і нижнього зарядів створює гідроудар, що забезпечує утворення в контурному ряду екрануючої щілини.

При проведенні дослідно-промислових робіт необхідно підбирати величину і глибину розміщення заряду, що забезпечують створення кута відкосу обвалення, рівному куту шаруватості масиву.

З метою зменшення тріщиноутворення у верхній частині уступів, при виконанні буропідричних робіт по завідкосці, були проведені дослідження зі встановлення оптимальної величини верхнього заряду. Для цього виконано серію експериментів. За вибухову речовину використовувався граммоніт 79/21, який формувався у верхній частині в кумулятивному запираючому пристрої (КЗП). Початкова вага заряду становила 45 кг, що відповідало висоті в 1 м.

Відповідно до формули [3]:

$$h < 10,02(r + h_1), \text{ м}, \quad (1)$$

де r - довжина кумулятивного заряду до вершини виїмки, м; h_1 - висота кумулятивної виїмки, м, було встановлено припустиме значення повітряного проміжку з урахуванням того, що глибина кумулятивної виїмки становить 0,07 м

$$h < 10,02(1 + 0,07) = 10,72 \text{ м}.$$

Згідно з конструкцією зарядів, які використовувалися при проведенні експерименту, для свердловин висотою 12 м повітряний проміжок становить 6 м, що є прийнятним з огляду на припустиме розрахункове значення цього проміжку.

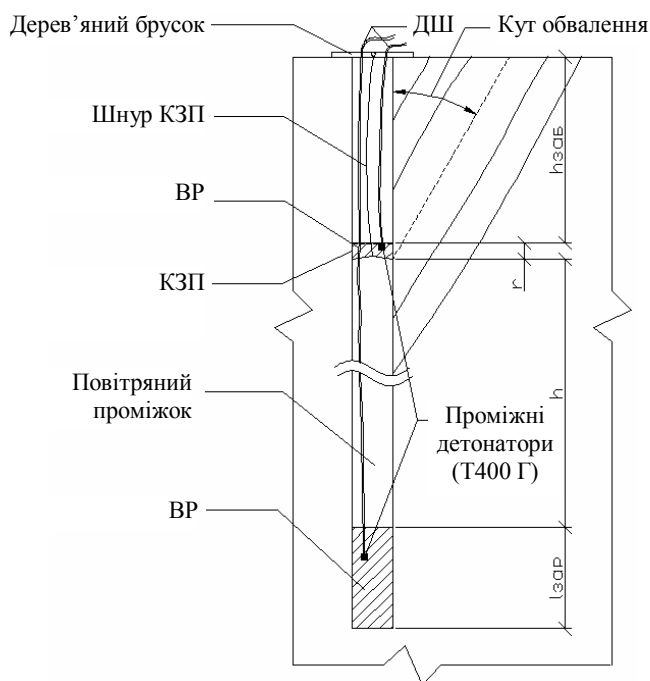


Рис. 4. Конструкція заряду контурної свердловини

Після виконання дослідного вибуху виявлено, що кут обвалення становить 60° . Таке значення кута призводить до зменшення ширини берм безпеки до значень, що не відповідають правилам безпеки.

При дослідному підриванні заряду вагою 35 кг висотою 0,8 м виявлено, що кут обвалення становить 50° , що також є неприпустимим з вищенаведених причин. В цьому випадку розрахунковий повітряний проміжок, за умовами сповільнення, повинен бути менший за 8,72 м.

Результати проведених експериментальних вибухів наведено в табл. 1. Дослідні вибухи проводилися до отримання значень кута обвалення, який дозволяє витримати припустимі значення ширини берм безпеки і, відповідно, проектний кут відкосу борта кар'єру.

Таблиця 1

Результати експериментальних вибухів по встановленню припустимого кута обвалення

№ з/п	Вага верхнього заряду, кг	Висота верхнього заряду, м	Фактичний повітряний проміжок, м	Припустимий повітряний проміжок, м	Кут обвалення, град.
1	45	1,0	6	10,72	60
2	35	0,8	6	8,72	50
3	25	0,6	6	6,72	40
4	15	0,3	6	3,72	30

Аналіз таблиці показує, що вага верхнього заряду повинна бути в межах 20–25 кг, оскільки при менших значеннях не витримується умова дотримання припустимого повітряного проміжку.

Висновки.

1. Аналіз інженерно-геологічних умов залягання скельних порід в межах кар'єру виявив, що борти кар'єру істотно відрізняються один від одного за своєю геологічною структурою і умовами залягання.

2. Фактичний стан бортів кар'єру показує, що за відкосу проектних бортів уступів без застосування спеціальних технологій зробити неможливо.

3. На підставі гірничо-геометричного аналізу бортів кар'єру пропонується спосіб формування постійних бортів кар'єру із застосуванням методу попереднього щілеутворення.

4. Формування зарядів контурних свердловин пропонується виконувати зменшеними зарядами промислової вибухової речовини, розосередженої повітряним проміжком.

5. Параметри контурного підривання і конструкція заряду уточнюється для кожного конкретного типу порід і ділянки борта кар'єру при дослідно-промислових випробуваннях.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Чала О.М. Розробка методу формування постійних бортів кар'єру в умовах ВАТ „Полтавський ГЗК” // Дипл. роб. магістра. – К.: НГУУ «КП», 2006. – 79 с.
2. Граур М.И. Управление процессом разрушения пород при контурном взрывании с целью получения устойчивых откосов уступов в карьерах // Дис. ... канд. техн. наук: 01.04.07 – М., 1981. – 201 с.
3. Воробьева Л.Д. Исследование влияния кумулятивного эффекта на давление в воздушном промежутке при взрыве рассредоточенного заряда // Вісник НГУУ "КП". Серія "Гірництво": Зб. наук. праць. – К.: НГУУ "КП", 2005. – Вип. 12. – С. 53–58.

ЗАГОРУЙКО Євген Анатолійович – асистент кафедри геобудівництва та гірничих технологій Національного технічного університету України "КП".

Наукові інтереси:
– гірництво.

ФРОЛОВ Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри геобудівництва та гірничих технологій Національного технічного університету України "КП".

Наукові інтереси:
– вибухові роботи;
– гірництво.
Тел. (044) 406-80-08

Подано 31.10.2008

Загоруйко Е.А., Фролов О.О. Способи формування постійних бортів кар'єру Горишне-Плавнинського родовища залізистих кварцитів

Загоруйко Е.А., Фролов А.А. Способы формирования постоянных бортов карьера Горишне-Плавнинского месторождения железистых кварцитов

Zagorujko E.A., Frolov A.A. Methods for formation of the stable open-pit banks of Gorishnye-Plavninsky deposit of ferriferous quartzites

УДК 622.235

Способы формирования постоянных бортов карьера Горишне-Плавнинского месторождения железистых кварцитов / Е.А. Загоруйко, А.А. Фролов

Рассмотрены основные виды нарушений устойчивости откосов карьера Горишне-Плавнинского месторождения. Выполнен анализ фактического состояния бортов карьера. Установлено, что без применения специальных мероприятий углы откосов бортов не будут соответствовать проектным значениям. Предложены способы формирования откосов уступов в конечных и временно нерабочих контурах. Приведены параметры буровзрывных работ при контурном взрывании и конструкция заряда контурной скважины.

УДК 622.235

Methods for formation of the stable open-pit banks of Gorishnye-Plavninsky deposit of ferriferous quartzites / E. A. Zagorujko, A. A. Frolov

The basic kinds of infringements of the open-pit slopes stability of Gorishnye-Plavninsky deposit are considered. The actual condition of the open-pit banks is analyzed. It is established that banks slopes will not meet the design values without application for special measures. Methods for formation of slopes of final and spoil banks are suggested. Parameters of drilling and blasting operations at controlled blasting and design of line hole charge are introduced.