

ПОРІВНЯННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТУ ЗАПАСУ СТІЙКОСТІ БОРТІВ КАР'ЄРУ ПОЛТАВСЬКОГО ГЗК

НТУ «Дніпровська політехніка»

Бардаков К.С., Рип'як Б.С.

Науковий керівник: д.т.н., доц. Анісімов О.О.

Україна є великою мінерально-сировинною базою залізними рудами, яка представлена 80 родовищами, 30 з яких експлуатується (58% розвіданих запасів). Загальні запаси залізних руд сягають понад 30 млрд т, що складає близько 6% світових запасів і 30% запасів країн СНД. Багаті залізні руди і залістисті кварцити видобуваються на родовищах Криворізького, Кременчуцького і Білозерського залізорудних басейнів.

Кременчуцька магнітна аномалія (Кременчуцький залізорудний район) – розташована на лівому березі р. Дніпро, в Полтавській області. Площа 100 км². Запаси у північній частині 11 млрд т, у південній – 4,4 млрд т. Вміст заліза 32%. Розвідано 9 залізорудних родовищ – Горішньо-Плавнівське, Лавриківське, Єристовське, Беланівське, Галещинське, Василівське, Харченківське, Мануйлівське і Броварське. Вони утворюють безперервну смугу залістистих кварцитів меридіонального простягання протяжністю 45 км і шириною 200–700 м.

При відкритті розробці родовищ корисних копалин дуже важливо забезпечити стійкість уступів, бортів кар'єрів та відвалів та не допустити їх деформації протягом усього періоду будівництва та експлуатації кар'єру і це має актуальне значення для глибокого кар'єру.

У переважній більшості випадків фактичний стан і параметри поверхні ковзання невідомі, що дозволяє зробити висновок про те, що надійність коефіцієнта запасу стійкості носить імовірнісний характер [1]. Одним з виходів у ситуації, що склалася є метод аналогії, коли при проектуванні кар'єрів використовують результати спостережень за зсувами укисних масивів в аналогічних інженерно-геологічних умовах.

Методи розрахунку стійкості бортів кар'єру. Для оцінки стійкості кар'єрних укосів використовуються методи: граничного напруженого стану; алгебраїчного складання сил; круглоциліндричної поверхні ковзання; багатокутника сил; кінцевих елементів; граничних інтегральних рівнянь; функції комплексного змінного та деякі інші.

Проблема оцінки стійкості укосів є дуже актуальною при розробці родовищ корисних копалин відкритим способом. Історично першою роботою з питання рівноваги масиву, обмеженого похилою площиною (укосом), є робота У. Ренкіна (1857). Перший спосіб розрахунку стійкості укосів, заснований на принципі Кулона, було запропоновано в 1920 р. Г. Франсом. Наразі розроблено більше 100 способів, прийомів та схем розрахунку стійкості вільних укосів.

Спроби створення «суворого» способу розрахунку призвели до появи великої кількості способів, прийомів розрахунку та розрахункових схем, їх

різноманіття пояснюється кількістю припущень, що використовуються дослідниками для обґрунтування розрахункової схеми та умовами стійкості.

Справа в тому, що завдання по визначенню параметрів стійкого укосу або несучої здатності основи у будь-якій постанові є статично невизначеною.

Профіль укосу борту кар'єра, що розглядався в роботі складається з уступів у сухих породах (табл. 1) з результирующим кутом 32-35°.

Таблиця 1.

Вихідні дані

Найменування порід	Щільність γ , т/м ²	Зчеплення, МПа	Кут внутрішнього тертя, градус
Плагіограніти	2,65	19,4	30
Сланці кварц-біотитові	2,95	20,5	28
Кварцити магнетитові	3,31	32	10

Одним із методів розрахунку стійкості є метод круглоциліндричної поверхні ковзання з наступним поділом на блоки.

Метод багатокутника сил розробив радянський вчений Г. М. Шахунянц в 1948, як виключно графічний метод, в якому можливе зсувне тіло укосу ділиться на взаємодіючі один з одним вертикальні розрахункові блоки [2].

Таким чином, виходячи з необхідності охопити якомога більше випадків, що зустрічаються на практиці (різноманітна геологічна будова, наявність ґрунтових вод, сейсмічні впливи тощо), методи граничної рівноваги мають багато припущень і спрощень, але при цьому дозволяють отримувати достатні для практики результати у разі наявності інженерно-геологічних умов середнього ступеня складності.

Існує велика кількість програм, що реалізують методи граничної рівноваги, покликаних полегшити роботу геомеханіків та інженерів-проектувальників. Одна з них Slide2 (рис. 1)

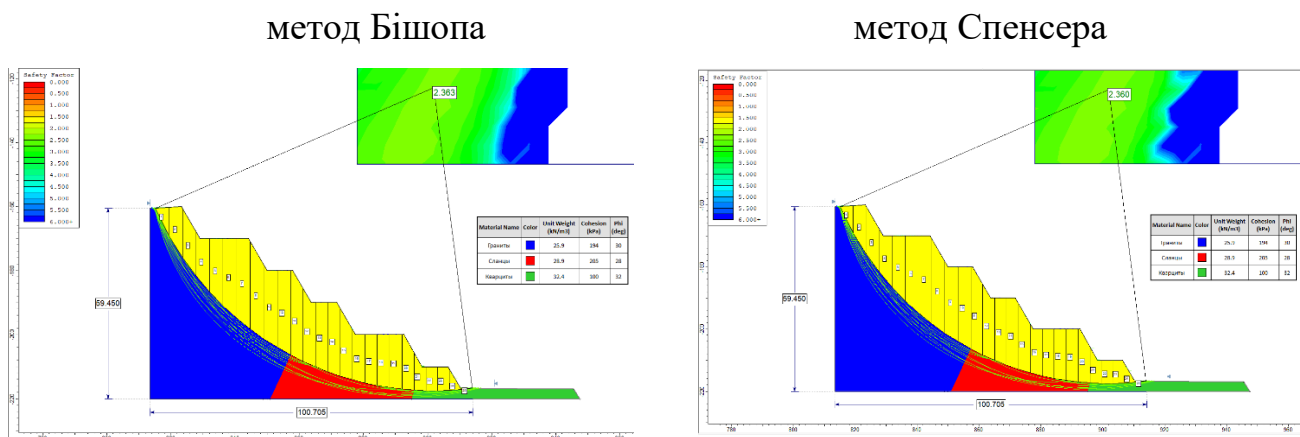


Рис.1. Схеми круглоциліндричних поверхонь та коефіцієнту запасу стійкості при використанні програми Slide2

В даній програмі розглянуто декілька методів, а саме: метод аналізу Бішопа; метод Спенсера; метод Моргенштерна-Прайса; метод Феленіуса-Петерсона.

Метод кінцевих елементів надає можливість враховувати в розрахунках різноманітні та складні властивості ґрунтів. Можна виділити, що метод кінцевих елементів застосовує в собі значну кількість обчислень та властивостей масиву, що в кінці розрахунків дає точніший результат.

Розглянуті методи та їх порівняння (рис. 2) дає змогу оцінити розрахунки і обрати найбільш точний спосіб. Всі вони використовуються при розрахунках в умовах зарубіжних гірничодобувних підприємств.

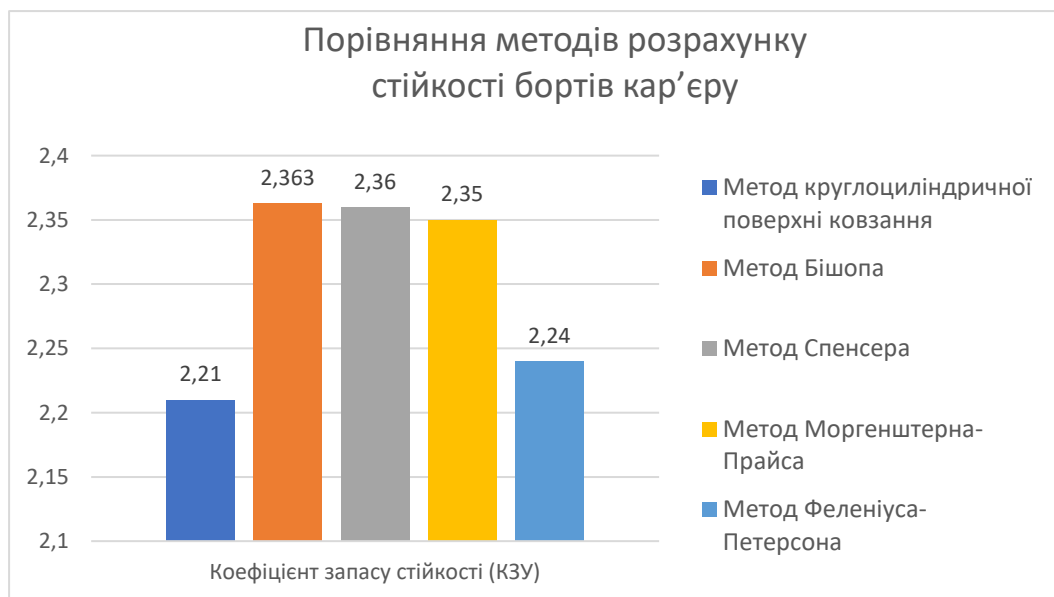


Рис. 2. Порівняння методів розрахунку стійкості в умовах борту кар'єру Полтавського ГЗК

За допомогою розглянутого графіку можна зробити висновки, що програмне забезпечення Rocscience та методи, що закладені в розрахунках є схожими серед собою, окрім метода Феленіуса-Петерсона, що вважається доволі консервативним та застарілим. Метод же круглоциліндричної поверхні має значні розбіжності, але в цілому показники коефіцієнту запасу стійкості говорять про стійкість борту кар'єру Полтавського ГЗК та можливість його використання для розрахунків в умовах діючого кар'єру.

Перелік посилань

1. Смолич С.В., Бабелло В.А. Основы геомеханики. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2017, С. 75-78.
2. Жабко А.В. Теория расчета устойчивости откосов и оснований. Анализ, характеристика и классификация существующих методов расчета устойчивост откосов. Известия Уральского государственного горного университета, Т. 4, 2015, С. 45-55.