

Стратейчук Є.Р., магістрант
Войтенко К.М., магістрант
Науковий керівник: Фролов О.О., д-р техн. наук, проф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

СТАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ МАСИВУ ПРИ СУЦІЛЬНО-КАМЕРНІЙ СИСТЕМІ РОЗРОБКИ РУДНИХ РОДОВИЩ

Геомеханічна оцінка стійкості простору, що утворюється при суцільно-камерній системі розробки з керуючим обрушенням порід покрівлі, та визначення напружено-деформованого стану гірничого масиву є складною задачею механіки суцільного середовища. Складність процесу деформування потребує побудови ефективних алгоритмів розв'язання поставленої задачі та використання рівнянь стану матеріалів, які описують процес деформування порід в широкому діапазоні навантажень включаючи і граничні значення.

Суть досліджень полягає у визначенні положення, кількості та міцності елементів в зоні деформацій, яка утворюється в результаті переходу гірничого масиву в граничний стан під впливом тисків. В якості крайових умов використовується критерій міцності Мора-Кулона.

Реалізація методики чисельного моделювання базується на використанні методу скінчених елементів (МСЕ). До його переваг можна віднести простоту математичного формулювання, легкість поширення на нелінійні та неординарні задачі. Використовується моментна схема МСЕ, ефективність якої визначається підвищеною точністю чисельних розрахунків при високих градієнтах напружень та переміщень, що отримано на прикладі вирішення широкого класу нелінійних задач.

При дослідженні суцільно-камерної системи з управляючим обрушенням порід покрівлі було поставлене завдання – надати порівняльну геомеханічну оцінку напруженого стану конструктивних елементів системи розробки при різних параметрах висоти обвалення покрівлі, ширини камери і цілика.

Дослідження проведено чисельним методом з використанням комплексу PLAXIS. Розрахунки проводилися з урахуванням наступних умов і допущень. Моделювання при постійній потужності покладу $m = 40$ м і довжині прольоту відпрацювання $L_{\text{прол}} = 150$ м. Розглядався напружено-деформований стан (НДС) масиву в районі очисного блоку в залежності від висоти обрушення породної консолі h , від ширини камери B_k і цілика $B_{\text{ц}}$ при постійній висоті h , та від надробки консолі в залежності від її висоти, параметрів камери і цілика (рис. 1). Фізико-механічні характеристики порід наведено у табл. 1.

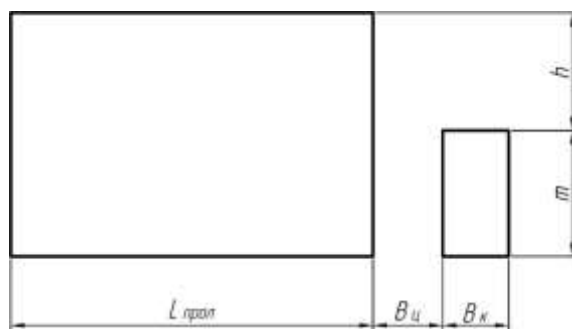


Рис. 1. Основні параметри моделі

Таблиця 1.

Параметри досліджуваних порід

№	Назва породи	Щільність γ , кН/м ³	Коеф. Пуасона ν	Модуль деформації E , кН/м ²	Питоме зчеплення C , кН/м ²	Кут внутр. тертя ϕ , град
1	Магнетитова руда	26,1	0,36	$7 \cdot 10^7$	91000	34
2	Магнетит мілкозернистий	41,9	0,34	$8,2 \cdot 10^7$	74500	35
3	Мартит пористий	35,8	0,18	$5,3 \cdot 10^7$	21800	31

Схема дії навантажень в досліджуваній моделі PLAXIS наведена на рис. 2.

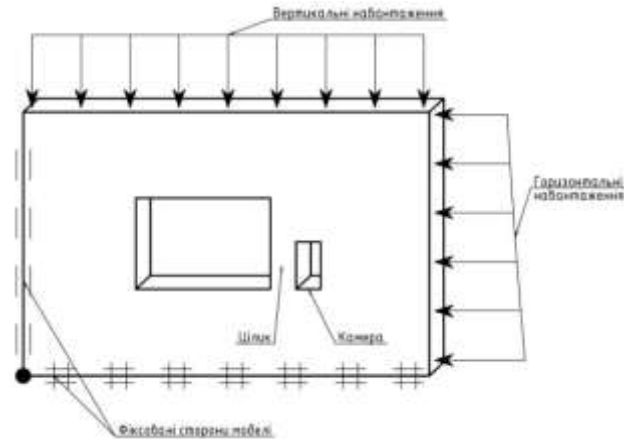


Рис. 2. Схема навантажень в досліджуваній моделі PLAXIS

На рис. 3 і 4 представлені результати моделювання у вигляді розподілу максимальних дотичних напружень (τ_{max}) при різних параметрах висоти обвалення породної консолі та після виїмки цілика і випуску руди.

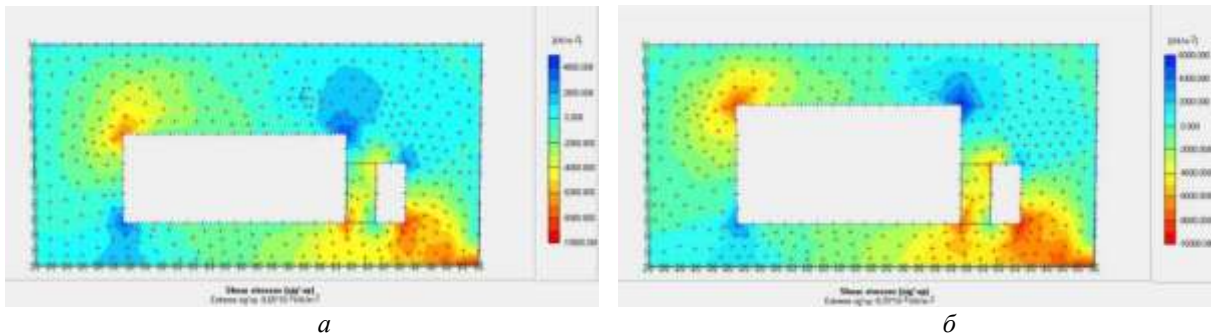


Рис. 3. Зміна напружень τ_{max} в залежності від висоти обвалення породної консолі:
а – при $h = 0,5$ м; б – при $h = 1,0$ м

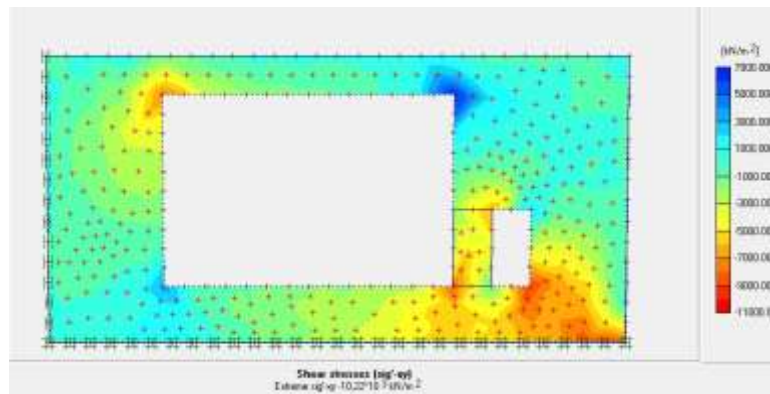


Рис. 4. Зміна напружень τ_{max} в залежності від висоти обвалення породної консолі при $h = 1,5$ м

Аналіз отриманих результатів показав, що область масиву, на межі з виробленим простором, практично по всій висоті знаходиться в зоні розтягування. Однак в покрівлі цілика і центральній частині консолі відбувається поступовий перехід напружень від розтягуючих до стискаючих. Наслідком останньої обставини є значні за величиною тектонічні напруження, що сприяють збереженню стійкості породного консолі. Напружений стан в перерізах цілика і породної консолі визначається, головним чином, впливом висоти оголеного масиву, що деформується. При збільшенні ширини камери в її покрівлі напружено-деформований стан наближається до одноосового стиснення ($\sigma_{ст} \approx \tau_{max}$).