

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Шосткинський інститут Сумського державного університету
Центральний науково-дослідний інститут
озброєння та військової техніки Збройних сил України
Державне підприємство
«Державний науково-дослідний інститут хімічних продуктів»
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради
Казенне підприємство «Шосткинський казенний завод «Імпульс»
Казенне підприємство «Шосткинський казенний завод «Зірка»

ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ: НАУКА, ЕКОНОМІКА ТА ВИРОБНИЦТВО

МАТЕРІАЛИ
III Міжнародної
науково-практичної конференції
(м. Шостка, 23-25 листопада 2016 року)



УДК 622.271

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ДЕФОРМАЦІЇ БОРТІВ РОЗРІЗУ ПРИ ВІДРОБЦІ ПРИБОРТОВИХ ЗАПАСІВ ВУГІЛЛЯ

І. К. Бабичев, О.О. Фролов

Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут"

вул. Борщагівська, 115, корп. 22, м. Київ, 03056

i.babichev@ukr.net

Однією з основних задач при розробці родовищ корисних копалин в даний час є найбільш повне освоєння надр. Для довидобутку залишених корисних копалин в неробочих бортах кар'єрів, основним методом було залишення ціликів і проведення гірничих робіт вибуховим способом. В цьому методі є багато недоліків, зокрема: низька ефективність робіт, незначний коефіцієнт вилучення, низька безпека, вплив на борти та ін. Зважаючи на це, для відробки запасів в бортах найбільш доцільним є застосування безлюдної технології виймання пластів, в основі якої закладено принципи руйнування корисних копалин агрегатами зі шнековим або ріжучим виконавчим органом (Highwall) [1].

Система Highwall з ріжучим виконавчим органом може виймати отвори прямокутної форми довжиною до 350 м. Міцність гірських порід, які здатен розробляти комплекс становить за шкалою Протод'яконова $f=3,8...7$. В залежності від розміру ріжучого модулю комплекс дозволяє відробляти вугільні пласти потужністю від 1,1 м до 4,8 м з максимальним кутом падіння до 25° .

Система Highwall зі шнековим виконавчим органом може утворювати отвори довжиною понад 100 м в діаметрі 0,5 м або більше у пластах. Ця система більш маневрена. Однак, міцність розроблюваних порід, які здатен розробляти комплекс не перевищує $f=3$ [2].

Для дослідження поведінки борта кар'єру під час та після відробки прибортових запасів корисних копалин системами Highwall застосовуємо чисельне моделювання методом кінцевих елементів з використанням критерію міцності Мора-Кулона. Для цього гірський масив борта кар'єру розбиваємо на елементарні об'єми, в кожному з яких визначаємо стійкість на руйнування. В якості програмного продукту використовуємо PLAXIS 3D Tunnel.

Обираємо тривимірну модель з наступними розмірами: висота – 16,5 м; ширина – 25 м, глибина – 10 м. Товщина вугільного пласта становить 3,0 м. Пласт залягає в товщі алевролітів потужністю по 2,0 м над покрівлею і під подошвою. Зверху та знизу їх знаходяться піщаники: потужність верхнього шару становить 7,0 м, нижнього шару – 2,5 м. Фізико-механічні властивості гірських порід, що використовуються в дослідженні наведені в табл. 1.

Таблиця 1. Фізико-механічні властивості досліджуваних гірських порід

Назва породи	Щільність, кН/м ³	Модуль Юнга, кН/м ²	Коефіцієнт Пуасона	Кут внутрішнього тертя, град	Щеплення, кН/м ²
Алевроліт	24,892	$46 \cdot 10^6$	0,25	30	$23 \cdot 10^3$
Піщаник	26,068	$50 \cdot 10^6$	0,12	35	$2 \cdot 10^3$
Вугілля	15,04	$19 \cdot 10^6$	0,15	37	$9 \cdot 10^3$

Проведено моделювання виймання пласта вугілля системою Highwall зі шнековим виконавчим органом діаметром 1,0 м на глибину 10 м в двох варіантах. В першому варіанті п'ять шнекових отворів (гірничих виробок) розміщуємо в один ряд. Відстань

між виробками в неробочому борту змінюємо від 4,0 до 0,5 м з кроком 0,5 м. У другому варіанті виймання вугілля здійснюємо у два ряди по висоті і виробки розміщуємо в шаховому порядку з відстанню від 4,0 до 0,5 м з кроком 0,5 м.

Результати розрахунку зміни осідань поверхні борта кар'єру для двох варіантів першої серій досліджень наведено в табл. 2.

Таблиця 2 Зміна осідань, 10^{-6} м, поверхні борта при різній відстані між виробками

Розміщення виробок	Відстань між виробками в борту кар'єра, м							
	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5
В один ряд	12,86	12,97	13,21	13,47	13,66	14,25	14,93	17,08
В два ряди	15,29	15,64	16,11	16,93	17,15	16,55	19,5	18,41

На рис. 1 та 2 показано деформований стан блоку після виймання вугілля при різних відстанях між виробками при їх розміщенні в один ряд [3].

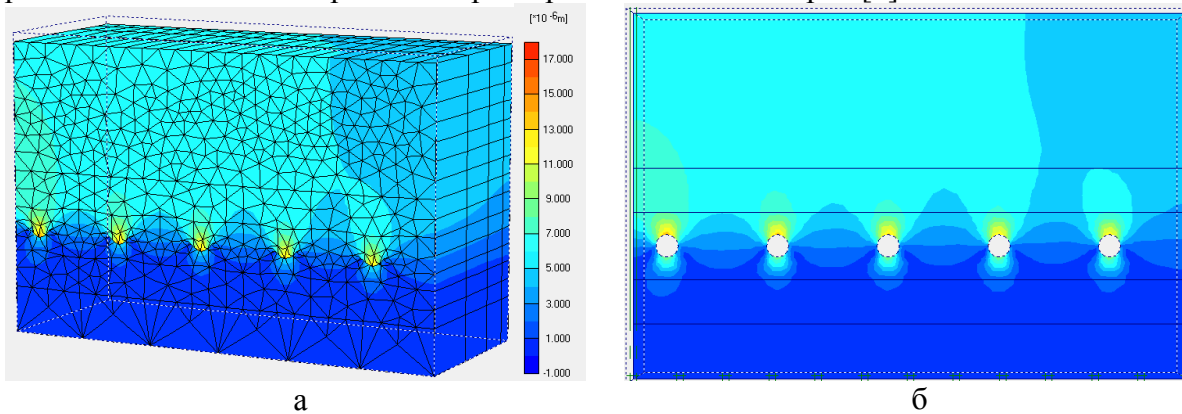


Рис. 1. Деформований стан борта після шнекового виймання прибортових запасів виробками на відстані 4,0 м одна від одної: *a* – вигляд спереду; *б* – розріз на відстані 5,0 м від устя виробки

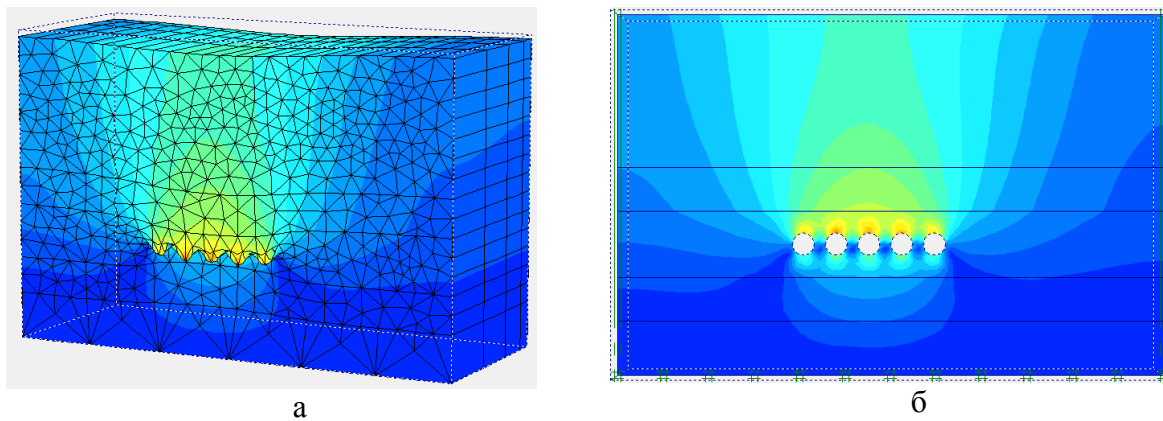


Рис. 2. Деформований стан борта після шнекового виймання прибортових запасів виробками на відстані 0,5 м одна від одної: *a* – вигляд спереду; *б* – розріз на відстані 5,0 м від устя виробки

На рис. 3 показана графічна залежність зміни осідань поверхні борта в залежності від відстані між виробками, пройденими в борту розрізу.

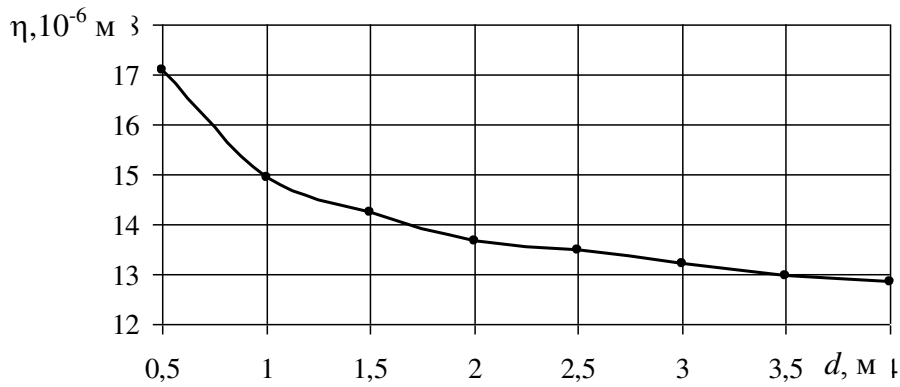


Рис. 3. Зміни осідань поверхні борта кар'єра в залежності від відстані між виробками при їхньому розміщенні в один ряд

На рис. 4 та 5 наведено деформований стан модельного блоку борта кар'єра після виймання вугілля при різних відстанях між гірничими виробками для випадку їхнього розміщення в два ряди у шаховому порядку.

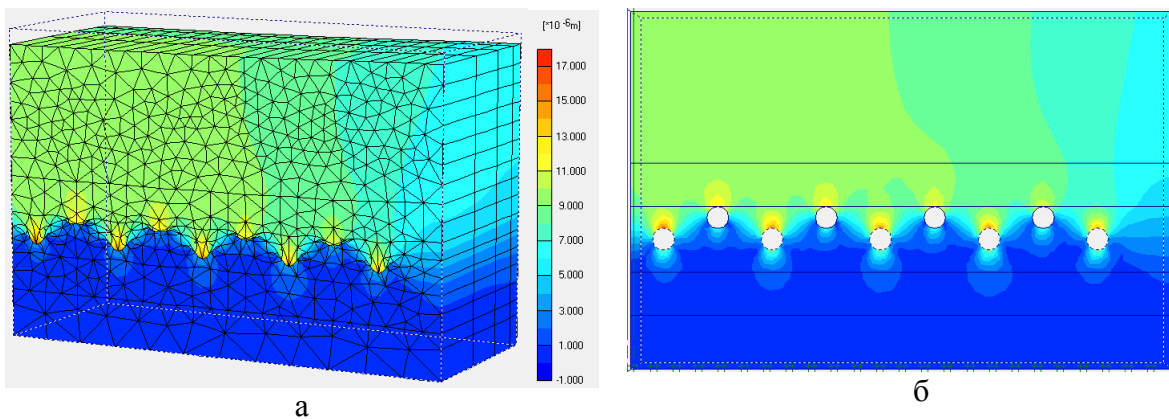


Рис. 4. Деформований стан борта після шнекового виймання прибортових запасів виробками в два ряди в шаховому порядку на відстані 4,0 м в ряду одна від одної: *а* – вигляд спереду; *б* – розріз на відстані 5,0 м від устя виробки

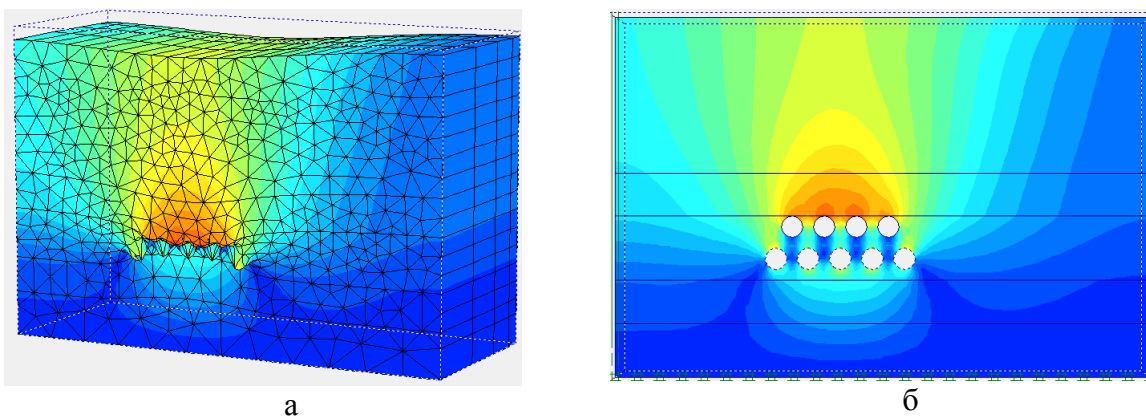


Рис. 5. Деформований стан борта після шнекового виймання прибортових запасів виробками в два ряди в шаховому порядку на відстані 0,5 м в ряду одна від одної: *а* – вигляд спереду; *б* – розріз на відстані 5,0 м від устя виробки

На рис. 6 показана графічна залежність зміни осідань поверхні борта в залежності від відстані між виробками при їх розміщенні в шаховому порядку.

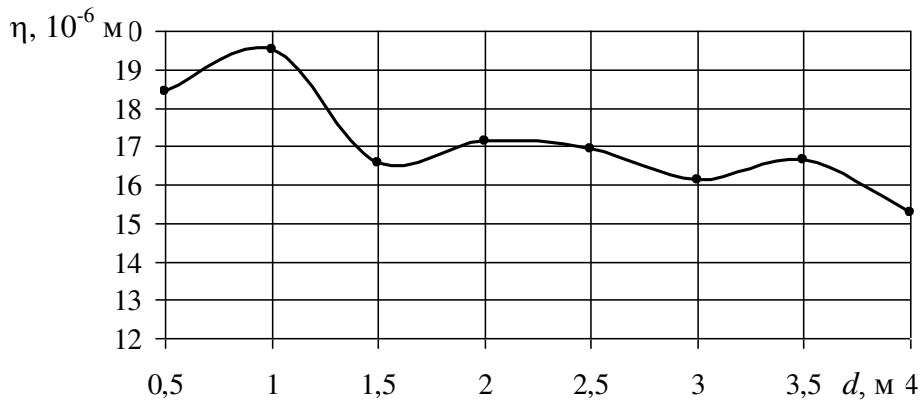


Рис. 6. Зміни осідань поверхні борта кар'єра в залежності від відстані між виробками при їхньому розміщенні в два ряди в шаховому порядку

Аналіз рис. 6 показує, що зміна осідань поверхні борта в залежності від відстані між виробками, пройденими шнековими установками, не має певної закономірності. Хоча в подальшому в цілому спостерігається зменшення величини вертикального осідання борта кар'єру по мірі збільшення відстані між виробками. Максимальне значення осідання поверхні борта кар'єру є меншим за допустиму величину $15 \cdot 10^{-3}$ м, при якій можлива підробка споруд поверхні.

В результаті моделювання виймання кам'яного вугілля в борту розрізу встановлено, що при розміщенні виробок круглої форми діаметром 1,0 м в один ряд на відстані від 4,0 до 0,5 м одна від одної руйнування їх не відбувається. При відстані між виробками 0,5 м осідання поверхні ($17,08 \cdot 10^{-6}$ м) в 1,33 рази більше ніж при відстані 4,0 м ($12,86 \cdot 10^{-6}$ м), тобто деформації є незначними. Зміна осідань на поверхні борта при відстані між виробками 0,5 м не досягає критичної величини $15 \cdot 10^{-3}$ м, при якій може бути підробка споруд поверхні.

При розміщенні шнекових отворів в два ряди в шаховому порядку зміна осідань не має певної закономірності. Зокрема, при відстані між виробками 0,5 м осідання поверхні менше ($18,41 \cdot 10^{-6}$ м), ніж при відстані 1,0 м ($19,5 \cdot 10^{-6}$ м). Хоча в цілому спостерігається зменшення величини вертикального осідання борта по мірі збільшення відстані між виробками. Якщо порівнювати величини осідань при розміщенні свердловин в два ряди в шаховому порядку та в один ряд, то збільшення вертикальних осідань спостерігається на 8...31 %.

Список літературних джерел

1. T. Sasaoka, H. Shimada, A. Hamanaka, B. Sulistianto, M. Ichinose and K. Matsui. Geotechnical Issues on Application of Highwall Mining System in Indonesia / Vietrock2015 an ISRM specialized conference, 12-13 March 2015, Hanoi, Vietnam.
2. Seib, W.T., 1993. Australian Coal Mining Practice, A.J. Hargraves & C.H. Martin (eds.), The Australian Institute of Mining Metallurgy, 238-242.
3. Фролов О.О. Моделювання пружно-пластичного деформування бортів кар'єру під час виймання прибортових запасів вугілля / О.О. Фролов, І.К. Бабичев, І.В. Стецьків, О.М. Клеван // Вісник ЖДТУ / Технічні науки. – 2015. – №3(74). – С. 141-149.