

Міністерство освіти і науки України  
Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний  
університет»

ТЕХНОЛОГІЇ І ПРОЦЕСИ У ГІРНИЦТВІ  
ТА БУДІВНИЦТВІ

Збірник наукових праць

Покровськ, 2020

УДК 622.831

**Негрій С.Г., Рудь С.С., Негрій О.С.**

ДНУЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ, Україна

**ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОХОРОНИ ПІДГОТОВЧИХ  
ВИРОБОК В УМОВАХ ПЛАСТА  $c_{18}$  "ШАХТОУПРАВЛІННЯ  
"ПІВДЕННОДОНБАСЬКЕ №1"**

*Запропоноване технічне рішення щодо охорони підготовчих виробок в умовах пласту  $c_{18}$  «Шахтоуправління «Південнодонбаське №1». Запропоновано нову конструкцію засобу охорони та наведено результати чисельного моделювання, за яким було встановлено ефективність запропонованих рішень та висловлена необхідність проведення подальших досліджень у цьому напрямку.*

**Ключові слова:** стійкість виробки, технологія, піддатливість, жорсткий елемент, моделювання.

Відпрацювання пластів в умовах Південнодонбаського вугленосного району ускладнюються тим, що розробка ведеться в низькометаморфізованих гірничих породах, які характеризуються слабкими міцністними фізико-механічними властивостями, обводенністю пластів та значною порушеністю родовища.

Пласти, що розробляються є зближеними, тому вплив гірничих робіт на сусідніх пластах негативно позначається на геомеханічному стані вугільного та породного масиву. Це значно затримує розвиток робіт, потребує сумісну відробку пластів та врахування умов підробка або надробки. Незважаючи на відносно невелику глибину ведення робіт, у зв'язку з слабкими міцністними параметрами, стійкість породних оголень відноситься до вельми нестійких.

Варто відзначити, що по пласту  $c_{18}$  в останні роки прийнята комбінована система розробки з повторним використанням конвеєрної виробки в якості вентиляційної, що позитивно позначається на роботі підприємства. Але цей варіант системи розробки не є прогресивним з огляду на те, що використовується технологія проведення конвеєрної

виробки відбійними молотками позаду лави та прийнятий спосіб охорони накатними кострами з бутовою смугою. При даній технологічній схемі ведення очисних робіт існує проблема підтримання конвеєрної виробки позаду лави. Прийняті заходи щодо забезпечення її експлуатаційного стану неефективні, наслідком чого є здійснення неодноразових ремонтних робіт. Наприклад, такі проблеми були відзначені при відробці 11-ої західної лави пласта  $c_{18}$  [1].

Підготовчі виробки 11-ої західної лави пласта  $c_{18}$  лави підтримувались у різних зонах, причому вентиляційна була до моменту початку відпрацювання та була конвеєрною виробкою 12-ої західної лави, тобто використовується повторно. Конвеєрний хідник 11-ої західної лави проводиться слідом за лавою за допомогою відбійних молотків.

Вентиляційна виробка підтримувалась попереду лави та охороняється в системі «масив вугілля-вироблений простір», конвеєрна охоронялась у тій же системі, але позаду лави. Засоби охорони, що використовувались передбачали використання жорсткого елемента на межі між виробкою та виробленим простором. Також з боку виробленого простору поряд з цим елементом закладалася додатково піддатлива конструкція з рядової породи. В якості піддатливої конструкції виступала бутова смуга, для якої порода поступала від проведення виробки, жорстким елементом були смуги з мішків з бетонною сумішшю Tekhard (рис. 1) та у зв'язку з великою вартістю останніх ці смуги були замінені на ряд накатних кострів з деревини (рис. 2).

В таких умовах ні накатні костри, ні пакетовані смуги не були раціональним рішенням, оскільки потребували великих витрат деревини та праці. Бутові смуги також малоефективна оскільки закладалася вручну, мала велику піддатливість.

Таким чином, для подальшого відпрацювання пласта та забезпечення ефективного та економічно доцільного підтримання виробок

для повторного використання, на нашу думку, необхідне удосконалення технології охорони виробок.



**Рис. 1.** Загальний вигляд пакетованої бетонної смуги [1]



**Рис. 2.** Загальний вигляд охоронної конструкції з накатних кострів і бутової смуги [1]

Жорсткі охоронні споруди повсюдно застосовуються в умовах шахт Донбасу і, часто, показують свою ефективність. Але в умовах слабких бічних порід тільки жорсткі елементи не можуть використовуватись, оскільки працюють як штампи та їх ефективність від великої несучої здатності знижується нестійкою основою. Їх бажано використовувати

разом з компенсаційними порожнинами [2] або у комбінованих конструкціях [3, 4].

Як спосіб розширення області застосування жорстких охоронних споруд можна розглянути віднесення жорсткої опори від виробки. Але, якщо застосовувати тільки жорстку смугу, переміщену від виробки на деяку відстань, то збільшується ширина консолі, що зависає над охоронною спорудою. Причому навантаження від її ваги буде сприймати не тільки охоронна конструкція, а й виробка. Отримуване охоронною конструкцією навантаження буде передаватися на породи, що її підстилають, і в разі, якщо ці породи нестійкі, буде спостерігатися видавлювання жорстких опор в них і видавлювання порід підлоги.

Якщо між віднесеною жорсткою смугою та виробкою спорудити бутову смугу, то остання з боку виробленого простору буде обмежена опорою, а з боку виробки рамами кріплення. В цьому випадку, при навантаженні жорсткої опори сили, що видавлюють, будуть спрямовані з-під неї в вироблений простір і в сторону бутової смуги, яка діючими зусиллями буде ущільнюватись.

Економічно доцільним рішенням для умов пласта  $c_{18}$ , як жорсткого елемента, може бути застосування стійок СКУ [5], які виготовляються з коротких відрізків дерев'яних стійок, пов'язаних між собою металевими смугами або дротом (рис. 3). Обмежені розміри стійок дозволяють зменшити трудомісткість робіт з їх викладення та вони менш вартісні, ніж альтернативні варіанти. До стійок СКУ з боку виробки має закладатися вузька бутова смуга.

Запропонована конструкція мала бути перевірена на можливість забезпечення стійкості виробки. Тому було виконане чисельне моделювання з застосуванням системи Plaxis, яка є спеціалізованою двомірною комп'ютерною програмою, заснованою на методі кінцевих елементів, яка використовується для розрахунків деформації та стійкості різних



геотехнічних об'єктів. За її допомогою може бути змодельована реальна ситуація навколо виробки у плоскій постановці.

Був проведений розрахунок декількох моделей, в кожній з яких передбачалася охоронна споруда з різним її розміщенням відносно виробки. Після відтворення всіх геометричних елементів модель мала вигляд, який показано на рисунку 4.



**Рис. 3.** Загальний вигляд стійок СКУ

У геометричних моделях були створені сітки з кінцевих елементів, після чого ці моделі відпрацьовувались. При цьому визначалися вертикальні напруження та зсуви навколо виробки та охоронної конструкції у кожній моделі (рис. 5, 6).

Було встановлено, що найбільші зміщення порід на контурі виробки припадали у випадку, коли споруда знаходилася поряд з виробкою. При її віднесенні зміщення порід зменшувалися, тобто переміщення опор від виробки позитивно позначалося на стані виробки. При цьому ефективність від застосування жорсткої опори збільшувалася, коли порожнина між опорою та виробкою заповнювалась закладним матеріалом, про що свідчать результати розрахунку напружень на рисунку 6б.

Таким чином, за результатами моделювання було зроблено висновок про те, що для зменшення шкідливого впливу охоронної споруди на стан виробок в умовах пласта  $c_{18}$  необхідно жорсткий елемент

перемістити від виробки на деяку відстань, а утворену порожнину заповнити породою.

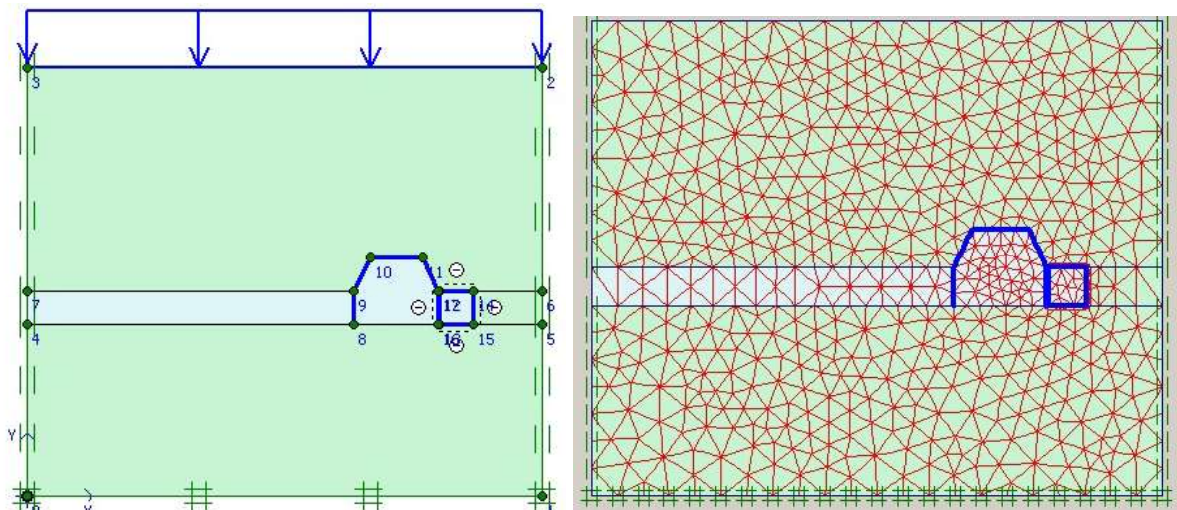


Рис. 4.- Геометрична модель у вікні введення даних та сітка кінцевих елементів

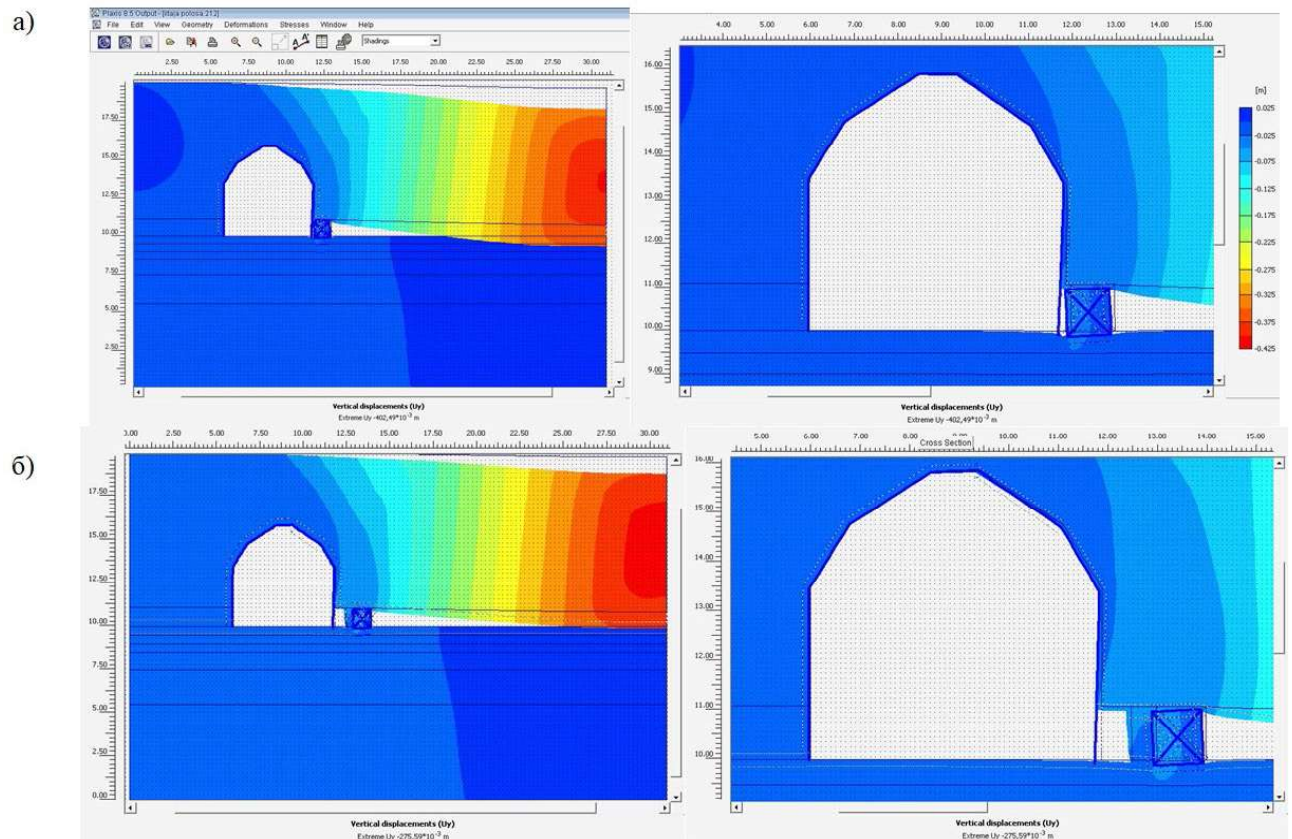
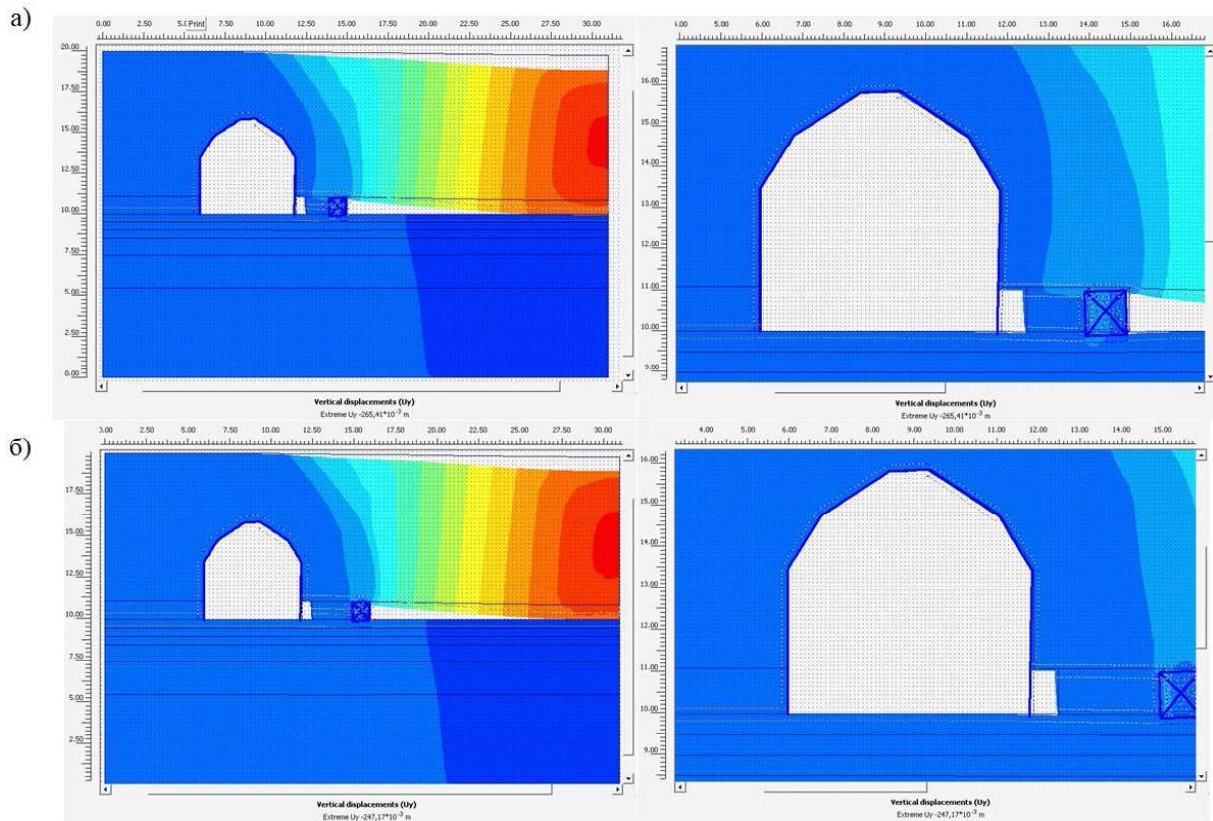


Рис. 5. Картини розподілу вертикальних напружень в наволишньому масиві при різній відстані жорсткої охоронної споруди від виробки: а- 0; б-б (б - ширина виробки)





**Рис. 6.** Картини розподілу вертикальних напружень в навколишньому масиві при різній відстані жорсткої охоронної споруди від виробки: а- 2b; б- 3b (b - ширина виробки)

Для визначення оптимальних параметрів таких конструкцій необхідне проведення додаткових досліджень та, бажано, провести дослідно-промислову перевірку даного технічного рішення. Все це дає нам підґрунтя для подальших досліджень.

### Список літератури

1. Nehrii S., Sakhno S., Sakhno I., Nehrii T. Analyzing kinetics of deformation of boundary rocks of mine workings // Mining of Mineral Deposits. Volume 12 (2018), Issue 4, pp. 115-123. (<https://doi.org/10.15407/mining12.04.115>).
2. Касьян М.М., Негрій С.Г., Мокрієнко В.М., Хазіпов І.В. Спосіб охорони гірничих виробок Пат. № 94327, МПК(2011.01) E21D 11/00 (2006.01), E21C 41/18 (2006.01), опубл. 26.04.2011; 26.04.2010, бюл. № 8.
3. Кузяра В.И., Сусло А.И., Афендигов В.С. Охрана выработок на шахтах объединения Макеевуголь. Уголь Украины, №10, 1984, – С. 9-11
4. Медяник В.Ю., Ткачук І.В. Технологія зведення охоронних смуг змінної жорсткості при комбінованій системі розробки пологих вугільних пластів на глибоких горизонтах. Науковий вісник НГУ. Днепропетровськ, №1, 2010. – С.12–16.
5. Негрій С.Г., Негрій Т.О., Курдюмов Д.М. Поддержание выемочных выработок для обеспечения их эксплуатационного и безаварийного состояния. Вісті Донецького гірничого інституту. Донецьк, №1 (32), 2013.– С.218-225.