

УДК 51-37

Цівка Є.С., аспірант кафедри гірничої інженерії та освіти
Науковий керівник: Ковалевська І.А., д.т.н., професор кафедри гірничої інженерії та освіти
(НТУ «Дніпровська політехніка», м.Дніпро, Україна)

ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ НЕРІВНОМІРНОГО РОЗПОДІЛУ ТИСКУ НАВКОЛО ВИРОБКИ У СКЛАДНИХ ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

Вугільна промисловість [1 - 2] у багатьох країнах залишається однією з найважливіших галузей світової економіки. Впровадження нових технологій у сфері переробки та утилізації вугілля зробило його «чистим» джерелом енергії.

За оцінками експертів, при нинішньому рівні споживання світові запаси можна використовувати близько 230 років, що свідчить про доцільність використання вугілля як джерела енергії. Аналізуючи тенденцію розвитку вугільної промисловості України [5], можна побачити, що умови виробництва стають дедалі складнішими, що є серйозною проблемою для її розвитку. Тобто зі збільшенням глибини розробки погіршуються гірничо-геологічні умови та властивості кріпильного матеріалу, зростає необхідність забезпечення стабільності гірничих робіт шляхом впровадження інноваційних матеріалів[6, 7].

На думку авторів, підвищити міцнісні властивості системи кріплення можна за допомогою композиційних матеріалів [12]. Ці матеріали мають багато властивостей, придатних для кріплення виробок, але дослідження фізико-механічних властивостей [13, 14] показали, що вуглецеві волокна найбільш придатні для використання в якості кріплень у вугільній промисловості завдяки своїй високій міцності на вигин (1190 МПа), низькій щільності 1500 кг/ м³), міцність на розрив (1400 МПа) тощо.

Метою нашого дослідження було математичне моделювання гірського масиву з використанням вуглецевого волокна в реальних гірничо-геологічних умовах, аналіз напружено-деформованого стану та обґрунтування можливого використання інноваційного кріплення.



Рисунок 1 – Композитне арочне кріплення в умовах шахти імені Героїв Космосу (Н=450 м)

Досягти мети нашого дослідження нам вдалось, за допомогою комп'ютерного моделювання в програмному продукті SolidWorks, завдяки детально змодельованому кріпленню з вуглепластику круглого перетину та сталі Ст.5 (рис.2) профілю СВП 27 для гірничо-геологічних умов шахти ім. Героїв Космосу.

Для того, щоб розглянути можливе використання нового типу кріплення в гірничих роботах, ми змодельовали та порівняли напружено-деформовані стани: шаруватого масиву, арочного металевих кріплення (СВП 27) та композитного кріплення круглого перетину.

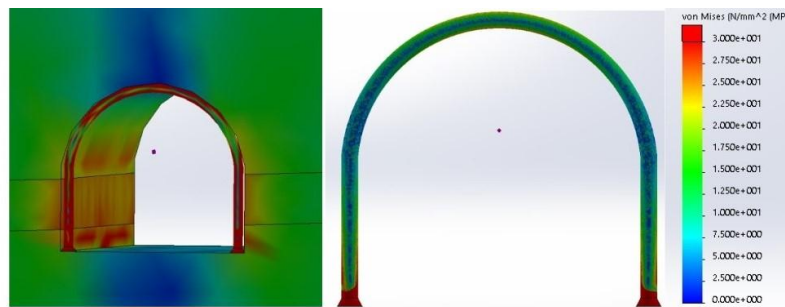


Рисунок 2 – Аналіз НДС композитного арочного кріплення

При аналізі взаємодії стану шаруватого масиву з композитним кріпленням встановлено діапазон напружень на стиск від -30 МПа до напружень на розтяг +30 МПа. Враховуючи міцність на напруження, аналіз НДС для арочного композитного кріплення було встановлено від 0 до +300 МПа (рис. 9). Напруження від 20 до 50 МПа спостерігаються у верхній частині рами, при цьому найбільші напруження спостерігається в п'яти стійки, що є нормальним робочим станом для цього типу кріплення. Завдяки новій технології гнучкості з'єднання мають діапазон напружень від 5 до 15 МПа.

Порівнюючи результати досліджень типового кріплення перерізу СВП 27 та нового композитного кріплення круглого перерізу на напружено-деформований стан шаруватої гірської маси можна з упевненістю зробити наступні висновки. Компоненти розподілу напружень відповідають існуючим уявленням про деформаційні процеси навколо виробки [26, 27]. Отримані результати не суперечать масштабним геомеханічним дослідженням регіону. Порівнюючи властивості конструкцій кріплень, арочні композитні кріплення мають значні переваги перед типовими за своїми фізико-механічними властивостями. Дослідження показали, що інноваційне кріплення у 5 разів легше за метал, більш стійке до механічних впливів, більш гнучке і може бути виконане з будь-якою геометрією. Тому таке кріплення допоможе забезпечити високу продуктивність і є безпечним для шахтарів при монтажі.

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що арочне композитне кріплення круглого перерізу може протидіяти нерівномірному розподілу тиску породи і може бути використаним для підтримки гірничих робіт у складних гірничо-геологічних умовах. Впровадження нового способу кріплення виробок прискорить ритм роботи шахти, зменшить трудомісткість робіт та підвищить безпеку шахтарів.

Перелік посилань

1. Tkach S.M. & Gavrilo V.L. On regularities in coal industry development. *Problemy nedropol'zovaniâ*, 2019, (3). (In Russ.).
2. Powering Past Coal Alliance: 20 countries sign up to phase out coal power by 2030. ABC News, November 17, 2018.
3. Постановление Кабинета министров Украины от 18 августа 2017 р № 605 «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність».
4. Бондаренко В.И. Геомеханика нагружения крепи очистных и подготовительных выработок в слоистом массиве слабых пород /В.И.Бондаренко, И.А.Ковалевская, Г.А.Симанович, В.Г.Черватюк. – Дніпропетровськ: ТОВ «ЛізуновПрес», 2012. – 236 с.
5. Бондаренко В.И. Взаимодействие грузонесущих элементов крепежной системы выемочных выработок «массив-рама-анкер» / В.И.Бондаренко, И.А.Ковалевская, Г.А.Симанович, М.В.Барабаш, А.С.Гусев. – Дніпропетровськ: «Літограф», 2015. – 214 с.

6. Янко, С.В. Повышение эффективности работы угольных шахт Украины /С.В. Янко. – К.: Технпса, 1993. – 168 с.
7. Composite materials (n.d.). <https://compositesuk.co.uk/composite-materials/introduction>
8. Goncharov, A. A., Dub, S. N., Agulov, A. V., & Petukhov, V. V. (2015). Structure, composition, and mechanical properties of thin films of transition metals diborides. *Journal of Superhard Materials*, 37(6), 422-428.
9. D. Babets, O. Sdvyzhkova, O. Shashenko, K. Kravchenko, & E.C. Cabana. (2019). Implementation of probabilistic approach to rock mass strength estimation while excavating through fault zones. *Mining of Mineral Deposits* 13(4), 72-83.
10. Bondarenko, V., Kovalevska, I., Symanovych, G., Sotskov, V., & Barabash, M. (2018). Geomechanics of interference between the operation modes of mine working support elements at their loading. *Mining Science*, (25), 219-235.