

Куроп Л.В., аспірант спеціальності 131 Прикладна механіка

(Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», м. Дніпро, Україна)

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ СТАЛЕВОГО АРКОВОГО КРІПЛЕННЯ

Дослідження стійкості підземних протяжних виробок, як правило, пов'язане з забезпечення цілісності кріплення, яке сприймає навантаження з боку оточуючого породного масиву. На великих глибинах навколо протяжних виробок утворюється зона непружних деформацій, породі в межах якої пластично розпушені. Цей факт сприяє тому, що обсяг цих порід, які є крихкими за своєю природою і генезисом, збільшується і переміщується в бік кріплення, формуючи таким чином навантаження на сталеві арки від нуля до якоїсь кінцевої величині, яка може стати критичною за відповідних умов [1,2]. Напружено-деформований стан такого кріплення, як правило, оцінюється в режимі заданого навантаження, яке прикладається до арки відомої геометричної форми. що є статично один раз невизначеною конструкцією. Існують стандартні методики розрахунку таких конструкцій, що дозволяють визначити внутрішні силові фактори такі, як згинальні моменти, продольні і перерізуючі сили. У спеціальній літературі (О.П. Максимов, І.В. Баклашов, Б.А. Картозія, О.М. Шашенко та ін.) можна знайти епюри цих величин. Цей факт оставався настільки усталеним, що останні років сорок ніхто не займався проблемою розподілу внутрішніх силових факторів, вважаючи її вичерпано доведеною.

Але за цей час були виконані натурні виміри деформацій сталевих арок кріплення на деяких шахтах Донбасу, які показали суттєву відмінність реальних епюр розподілу згинальних моментів від теоретичних. А оскільки з величинами згинальних моментів функціонально пов'язані перерізуючі і нормальні сили, то, відповідно, і розподіл цих силових факторів також відрізняється від теоретичних.

Ця обставина викликала багато питань, які торкнулися, перш за все, звичної початкової фізичної моделі формування навантаження на кріплення. Першими звернули на це увагу спеціалісти кафедри будівництва, геотехніки і геомеханіки НТУ «Дніпровська політехніка». Аналіз отриманих результатів натурних вимірів дозволив розробити нову, більш складну фізичну модель формування навантаження на сталеве аркове кріплення, яке є переважним на вугільних шахтах.

В результаті було запропоновано двоетапну модель процесу зростання навантаження від моменту встановлення арки у вибої виробки, до моменту досягнення механічної рівноваги системи «кріплення-породний масив». На першому етапі навантаження відбувається в режимі заданих деформацій до вичерпання вертикальної піддатливості в замках. Цей етап триває поки вибій виробки не посується на деяку відстань, яка в залежності від гірничо-геологічних умов може коливатись від декількох до десятків метрів. Переміщення контуру виробки в процесі формування зони непружних деформацій можуть досягати величини 0.3 м, що є критичним значенням з точки зору пружно-пластичної стійкості приконтурного породного масиву.

На другому етапі, як правило, при досягненні критичних переміщень відбувається раптове підняття порід підосви, що трактується, як втрата пружнопластичної стійкості приконтурного породного масиву. Це явище отримало назву пучіння порід підосви і описується біфуркаційною моделлю [3]. Виміри показують, що після цього припиняються переміщення контуру виробки, окрім порід підосви, а у сформованій області непружних деформацій в породах покрівлі формується зона обвалення, яка переводить механічну систему «кріплення-породний масив» в режим заданого навантаження.

Цей процес в залежності від гірничо-геологічних умов триває від декількох діб до декількох місяців. В результаті відбувається сумування епюр згинальних моментів, і завершальна епюра має вигляд, що є близьким до вимірної в натурних умовах. При цьому сталеве аркове кріплення може або витримати сумарне навантаження, або не витримати і буде зруйноване, отримає незворотні пластичні деформації. Якщо при цьому замкові елементи не будуть зруйновані, то кріплення, не зважаючи на втрату форми, продовжує виконувати своє призначення, тобто зберігає для виробки можливість нормального функціонування.

Запропонована геомеханічна модель формування навантаження на сталеве аркове кріплення дає можливість оптимізації його форми при якій можна суттєво знизити його металоємність, що є актуальною задачею. Її актуальність викликана тим, що основні металургійні заводи, такі як «Азовсталь» та «Ім. Ілліча», що знаходились в Маріуполі, зруйновані в результаті воєнної агресії Росії, і тепер сталевий прокат типу СВП виготовляється в умовах виробництва, яке менше пристосоване до таких технологічних операцій. Це привело до збільшення вартості такого прокату і, як наслідок, до збільшення вартості проходки підземних виробок на шахтах, збільшенню собівартості вугілля.

Список використаних джерел

1. Хоменко О.Є., Кононенко М.М., Савченко М.В. Технологія підземної розробки рудних родовищ: підручник; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро: НТУ «ДП», 2018. – 450 с. ISBN 978-966-350-696-8.
2. Кононенко М.М. Технологія кріплення бурових виробок в зонах впливу очисних камер. Геотехнічна механіка, 2009. Вип. 81. С. 127-133. <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/33609>
3. Шашенко А.Н., Пустовойтенко В.П., Сдвижкова Е.А. Геомеханика. Київ, Новий друк, 2018. – 528 с. ISBN 978-617-635-088-0