

С.В. Мартиненко, інж., асист.
Національна гірнича академія України

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ СТІЙКОСТІ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК В УМОВАХ ФОРМУВАННЯ ВИПАДКОВОГО НЕСИМЕТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

(Представлено д.т.н., проф. І.Л. Гумеником)

Наведено причини, що викликають формування несиметричного навантаження на металеве аркове кріплення гірничих виробок, проаналізовані результати натурних вимірів, запропоновані розрахункова схема і намічені шляхи підвищення стійкості підготовчих виробок.

Згідно із статистичними прогнозами найближчими роками за умови збереження існуючих темпів видобутку вугілля, очисні роботи більшості шахт Донбасу будуть сягати глибин 1100...1300 м. Капітальні і підготовчі гірничі виробки в системі вугільної шахти утворюють підсистему, від готовності якої значною мірою залежить успішне функціонування видобувної ділянки, шахти, холдингу. Самостійним структурним елементом розглянутої підсистеми є гірничі виробки. Зі збільшенням глибини розробки родовищ, різко знижується стійкість протяжних виробок, що пов'язано з ускладненням гірничо-геологічних умов їх проведення та експлуатації. Просліджується тенденція щорічного збільшення на 2...3 % довжини виробок, які вимагають ремонту.

Таким чином, якщо розглядати шахту як складний динамічний об'єкт, то надійне його функціонування в складних гірничо-геологічних умовах можливе тільки в тому випадку, якщо його структурні елементи, основними з яких є розкривачі та підготовчі виробки, або не будуть виходити з ладу протягом усього терміну експлуатації (безремонтний варіант підтримки), або будуть ремонтуватися – цілком чи частково – протягом деякого проміжку часу, що не істотно впливає на функціонування системи в цілому. Який з цих двох шляхів є більш виправданим, варто встановлювати на основі відповідних економічних досліджень, хоча перевага, особливо на стадії проектування, майже завжди віддається безремонтному варіанту забезпечення стійкості протяжних виробок.

Традиційним і основним заходом, спрямованим на забезпечення стійкості гірничих виробок, є їх кріплення. Інженерні рішення при проектуванні підготовчих виробок, що виконуються за класичними методами, внаслідок високої ідеалізації вміщуючого породного масиву у більшості випадків не відповідають реальним гірничо-геологічним умовам їх експлуатації. При детермінованому підході майже завжди однозначному теоретичному результату чи розрахунку в реальних умовах відповідає спектр значень, який значно коливається навколо прогнозованої величини. Це призводить або до істотного завищення несучої здатності і вартості кріплення в період будівництва, або до додаткових витрат на ремонт гірничих виробок при їх експлуатації.

Незважаючи на збільшення обсягів застосування кріплень з більш високою несучою здатністю, помітного поліпшення стійкості виробок не спостерігається. Забезпечити високу надійність їх експлуатації тільки шляхом підвищення несучої здатності неможливо; процес кріплення повинен бути нерозривно пов'язаний з геомеханікою приконтурного породного масиву. Дана концепція сприяла широкому розвитку і застосуванню різних комбінованих кріплень, елементи яких включаються в роботу відповідно до етапів формування навколо виробок зони зруйнованих порід.

Застосування комбінованих кріплень, що працюють з використанням несучої здатності масиву в складних гірничо-геологічних умовах, дозволить істотно підвищити надійність функціонування виробок, однак їх широке поширення поки що стримується відсутністю серійного устаткування і низькою надійністю розрахункових методів визначення параметрів пружно-пластичного стану породного масиву в околиці виробки.

Стійкість виробки, як зазначено вище, забезпечується, насамперед, встановленням кріплення відповідної несучої здатності і виконанням спецзаходів.

Майже всі дослідники дотепер виходили із припущення про детермінований характер взаємодії кріплення з навколишнім породним масивом. Це припущення (справедливе певною мірою) для одиночної рами чи короткої ділянки виробки потім автоматично поширюється на всю її довжину. Натурні дослідження, виконані на шахтах Донбасу [1, 2 та ін.], показали, що в реальних умовах навантаження на кріплення і його несуча здатність змінюються вздовж виробки випадково (рис. 1).

Для рішення задачі прогнозування і забезпечення довгострокової стійкості протяжних виробок необхідно досліджувати стійкість їх довільного перетину в детермінованій постановці, а потім – як динамічну систему з імовірною структурою. Надалі можна буде знайти оптимальне рішення задачі про стійкість, встановити вид і параметри найбільш раціональної технології посилення кріплення.

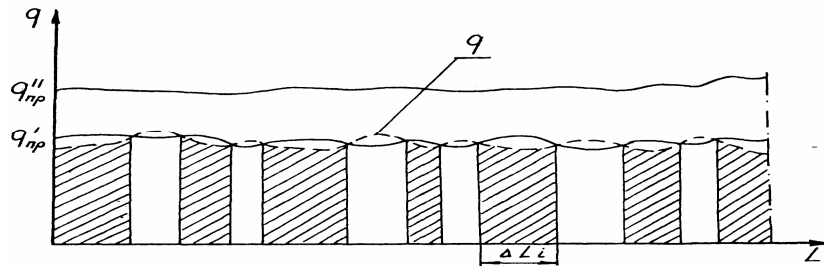


Рис. 1. Випадковий характер розподілу навантаження по довжині виробки

Породне середовище характеризується досить великою кількістю фізико-механічних властивостей і нескінченним числом внутрішніх і зовнішніх зв'язків, що змінюються випадковим чином у просторі і в часі.

Питання про детермінований чи стохастичний характер моделі також визначається кінцевою метою, в зв'язку з чим для подальших досліджень застосуємо модель, приведену на рис. 2:

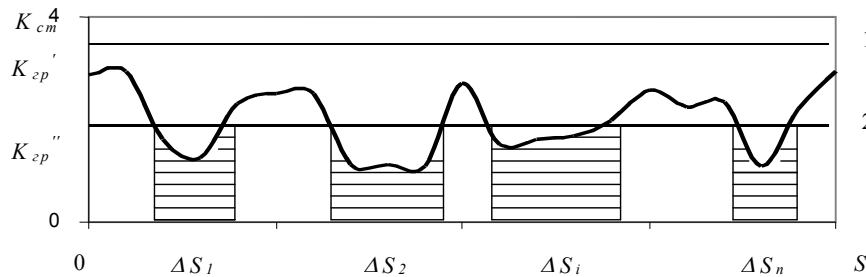


Рис. 2. Досліджувана модель протяжної виробки

Дослідження рівноважного стану плоско деформованого елемента виробки одиничної довжини при певних обмеженнях цілком вкладаються в рамки детермінованої задачі і, навпаки, задача технічної стійкості виробки в цілому пов'язана з необхідністю розгляду всього об'єкта з імовірних позицій.

Інструментальні виміри показали, що зовнішнє навантаження до поверхні кріплення підготовчих виробок, які знаходяться в зоні дії очисних робіт, прикладається несиметрично. Фактори, не враховані в розрахунковій схемі кріплення, істотно знижують його несучу здатність. Дослідження також дозволили встановити вплив лави на стан кріпильних рам: процес зазвичай починається за 60...80 м перед підходом лави до пікету і завершується після відходу лави на 60...80 м. При цьому величина зсуву контуру виробки сягає 500...700 мм. Надалі необхідно було визначити напрямок цього навантаження і характер його зміни в часі.

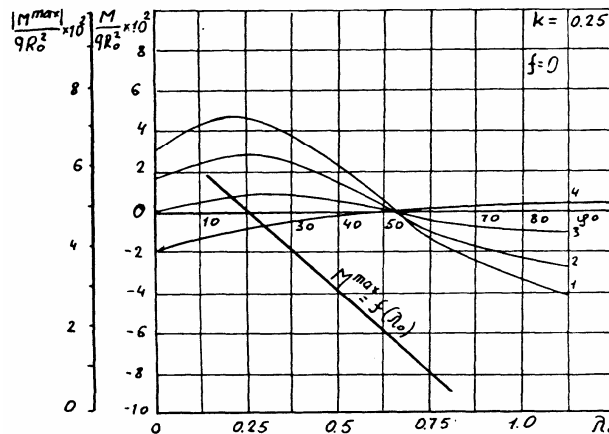


Рис. 3. Вплив часткової несиметрії зовнішнього навантаження на несучу здатність металевого аркового кріплення: 1 – $\lambda_0 = 0,25$; 2 – $\lambda_0 = 0,5$; 3 – $\lambda_0 = 0,75$; 4 – $\lambda_0 = 1$

Несиметрія зовнішнього навантаження може бути частковою щодо однієї осі, наприклад, горизонтальної, і повною щодо двох осей [1]. На рис. 3 показано, як змінюється величина вигинаючого моменту в залежності від коефіцієнта несиметрії ($\lambda_0 = \frac{q_\sigma}{q_s}$). Очевидно, що зміна величини λ_0 від 1 до 0,25 призводить до збільшення максимального вигинаючого моменту приблизно в 3 рази.

Зовнішнє несиметричне навантаження можна замінити еквівалентною йому зосередженою силою. Однак, як показали дослідження, виконані в роботі [2], кут прикладення даного вектора несиметрії неоднаковий від перетину до перетину і до того ж змінюється у часі від свого деякого максимального значення до мінімального за певним законом. В зоні впливу лави арки викривляються в бік, протилежний від лави, що свідчить про перевагу навантаження з боку лави. На рис. 4 приведено характерні епюри вигинаючих моментів, отримані за результатом обробки вимірів до підходу лави і після її відходу.

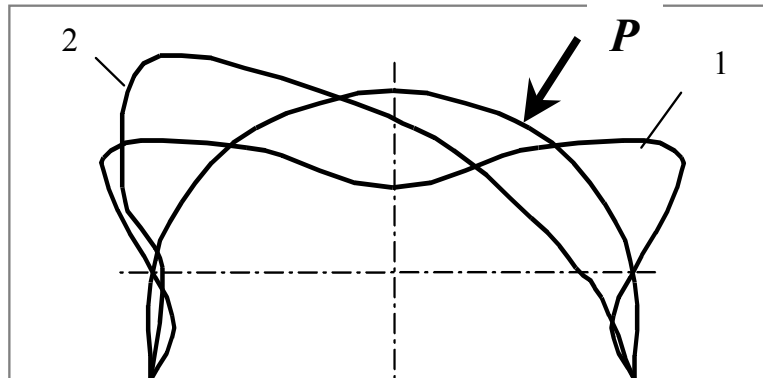


Рис. 4. Характер зміни епюр вигинаючих моментів у зоні впливу очисних робіт:

1 – 60...80 м до вибою лави;

2 – 50...70 м поза вибоєм лави (лава праворуч)

Видно, що поки виробка знаходиться поза зоною впливу очисних робіт на раму кріплення діє рівномірно розподілене навантаження, про що свідчить симетричний характер епюри 1. При підході лави, її проходи і видаленні від досліджуваного перетину характер навантаження змінюється, а епюра моментів стає несиметричною.

Таким чином, подальші дослідження будуть присвячені обґрунтуванню параметрів посилення металевого аркового кріплення (обсяг застосування якої на вугільних шахтах сягає 93...95 %) в умовах формування випадкового несиметричного навантаження. При цьому розглядатимуться різні варіанти: прикладення деяких зусиль чи сукупності зусиль, спрямованих у бік вектора зовнішнього навантаження (наприклад, анкер); посилення стояка кріплення додатковим сегментом у сполученні з анкером, їх комбінації, тощо.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Шашенко А.Н. Устойчивость подземных выработок в неоднородном породном массиве: Дисс...д.т.н. : 05.15.04. – Днепропетровск, 1988. – 507 с.
2. Тулуб С.Б., Панішко О.І., М'якенький В.В., Мартиненко С.В. Дослідження процесу деформування металевого аркового кріплення при несиметричному навантаженні в умовах ДХК "Шахтарська-нтрацит" // Науковий вісник НГА України. – 2001. – № 3. – С. 10–13.

МАРТИНЕНКО Сергій Віталійович – гірничий інженер-будівельник, асистент кафедри будівельних геотехнологій і конструкцій Національної гірничої академії України.

Наукові інтереси:

– проблеми забезпечення стійкості гірничих виробок в складних гірничо-геологічних умовах експлуатації.

Тел. (0562) 45-99-57

E-mail: ShashenkoA@nmuu.dp.ua.

Подано 21.09.2001

Мартиненко С.В. До питання оцінки стійкості гірничих виробок в умовах формування випадкового несиметричного навантаження

Мартыненко С.В. К вопросу оценки устойчивости горных выработок в условиях формирования случайной несимметричной нагрузки

Martynenko S.V. To steadiness estimation question of mountain making in forming conditions of accidental asymmetric loading

УДК 622.281

К вопросу оценки устойчивости горных выработок в условиях формирования случайной несимметричной нагрузки /С.В. Мартыненко/

В статье приведены причины, вызывающие формирование несимметричного нагружения на металлическую арочную крепь горных выработок, проанализированы результаты натурных измерений, предложена расчетная схема и намечены пути повышения устойчивости подготовительных выработок.

УДК 622.281

To steadiness estimation question of mountain making in forming conditions of accidental asymmetric loading / S.V. Martynenko

In article are brought the causes, followed with forming of asymmetric loading on metallic arched support of mountain making, are analyzed the results of on location measuring, is offered a calculation scheme and projected to steadiness rise way of preparatory making.