

РЕСУРСОЗБЕРІГАЮЧЕ НАДРОКОРИСТУВАННЯ, ГІРНИЦТВО, МЕТАЛУРГІЯ, ЗБАГАЧЕННЯ ТА ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ

УДК 622.281:622.28.044

М.І. СТУПНІК, В.О. КАЛІНІЧЕНКО, доктори техн. наук, професори,
М.Б. ФЕДЬКО, С.В. ПИСЬМЕННИЙ, О.Л. ШЕПЕЛЬ, кандидати техн. наук, доценти,
Є.М. БРИЖЕВСЬКИЙ, аспірант
Криворізький національний університет

РОЗРОБКА МЕТОДИЧНИХ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ СКЛАДАННЯ ПАСПОРТІВ КРІПЛЕННЯ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК ДЛЯ ШАХТ ДП «СхідГЗК»

Видобування уранових руд в Україні підземним способом здійснює Державне підприємство «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» (ДП «СхідГЗК»). До його складу входять шахти «Інгульська», «Смолінська» та «Новокостянтинівська», які здійснюють видобування уранових руд на глибинах від 200 до 700 м. Гірничо-капітальні, підготовчі та нарізні виробки різного призначення проходять переважно по міцним скельним породам або рудам з коефіцієнтом міцності за шкалою проф. М. Протоджанова від 10-12 до 20 балів, які мають різний ступінь тріщинуватості й місцями ускладнені тектонічними порушеннями у вигляді розломів. Гірські масиви Інгульської та Новокостянтинівської шахт є ударобезпечними, а Смолінської шахти схильні до динамічного прояву гірського тиску в різних формах. При цьому на комбінаті відсутні нормативні документи, які регламентують складання паспортів кріплення гірничих виробок, що не забезпечує безпеку робіт. Тому розробка методичних рекомендацій, які б враховували особливості проведення та експлуатації горизонтальних гірничих виробок на шахтах комбінату й стали основою для складання паспортів їх кріплення, є актуальною задачею.

При проведенні досліджень були проведені візуальний огляд та інструментальні дослідження стану кріплення горизонтальних гірничих виробок та їх сполучень на всіх шахтах комбінату, аналіз літературних джерел з даного напрямку та математичне моделювання напружено-деформованого стану (НДС) гірського масиву навколо виробок та їх сполучень.

При проведенні інструментальних досліджень стану кріплення горизонтальних гірничих виробок та їх сполучень був використаний метод 3D сканування із застосуванням високошвидкісного 3D лазерного сканера Stonex X70go. Дані дослідження дали змогу оцінити фактичний стан кріплення гірничих виробок та їх сполучень й отримати частину вихідної інформації для проведення математичного моделювання.

Для визначення НДС гірського масиву навколо горизонтальних гірничих виробок та їх сполучень був використаний програмний комплекс «Ansys Products 2021 R2», який ґрунтується на методі кінцевих елементів. Були створені тривимірні моделі, які включали ділянку горизонтальної виробки без сполучень та різні види сполучення горизонтальних виробок і прилеглий гірський масив. Моделювання виконували у два етапи: спочатку було проведено моделювання НДС масиву навколо горизонтальних гірничих виробок різної ширини (3, 4, 5 та 6 м) у різних за тріщинуватістю гірських масивах. За результатами першого етапу моделювання було встановлено, що зі збільшенням ширини виробки та ступеня тріщинуватості порід, у яких вона пройдена, зростають величини деформацій та всіх досліджуваних видів напружень (еквівалентних, стискуючих і розтягуючих), що вказує на негативний вплив вищезазначених факторів на стійкість виробок, що цілком відповідає законам гірничої механіки та механіки гірських порід.

На другому етапі моделювання були проведені дослідження змінення НДС масиву навколо різних видів сполучень виробок порівняно з виробками без сполучень для використання встановлених відмінностей при коригуванні параметрів кріплення, яке встановлюється на цих сполученнях. Моделювання здійснювали для сполучень наступних видів: Т-подібне та хрестоподібне з кутами сполучення 90°, У-подібні та Х-подібні з кутами сполучення ϕ 60° та 45°. Виробки у всіх видах сполучень в поперечному розрізі мали аркоподібну форму та однакові розміри: ширину 4 м та висоту по центру виробки 3,5 м. Згідно моделювання за всіма показниками деформація виробки, яка не має сполучень, та напруження в гірському масиві навколо неї є найменшими порівняно з тими, які є при наявності сполучень гірничих виробок. Серед різних варіантів сполучень виробок найменші показники деформації та напружень має Т-подібне сполучення, дещо вищі – У-подібне з кутом сполучення ϕ 60° та хрестоподібне. Ще більший рівень

деформацій і напружень зафіксовано в У-подібному сполученні з кутом ϕ 45° та Х-подібному сполученні з кутом ϕ 60°, а найбільші їх значення має Х-подібне сполучення з кутом ϕ 45°.

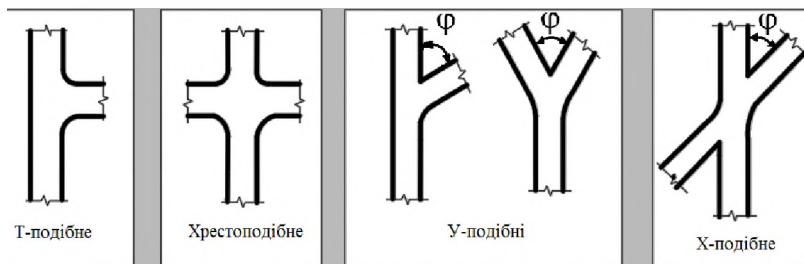


Рис. Види сполучень горизонтальних гірничих виробок

Таким чином було встановлено, що при визначенні параметрів кріплення сполучень виробок необхідно враховувати їх кількість у конкретному сполученні, а також значення кута ϕ між виробками в У-подібному та Х-подібному сполученнях.

Взявши за основу з «Інструкції...» [1] методологію вибору типу кріплення гірничих виробок та класифікацію порід за міцністю і тріщинуватістю, був запропонований більш досконалий, на наш погляд, підхід до вибору типу кріплення горизонтальних гірничих виробок та їх сполучень на шахтах ДП «СхідГЗК», який враховує окрім міцності, ступеня тріщинуватості та рівня напруженого стану масиву гірських порід очікуваний термін експлуатації виробок та конкретизацію того, що підлягає закріпленню - ділянка лінійної виробки або сполучення виробок. Також була розроблена методика розрахунку параметрів різних типів кріплення горизонтальних гірничих виробок та їх сполучень (анкерного, набризк-бетоном, їх комбінацією та з додатковим підсиленням металевою сіткою або металевим кріпленням), яка враховує міцність гірських порід та їх тріщинуватість, рівень напруженого стану масиву, вид сполучення виробок та значення кута ϕ між виробками в У-подібному та Х-подібному сполученнях.

Окрім того при визначенні параметрів кріплення запропоновано:

1. При визначенні параметрів кріплення виробки або сполучення виробок якщо коефіцієнт міцності порід або руд, у якому вони пройдені, приведений у певному діапазоні (наприклад, 14-16 балів), то необхідно використовувати його менше значення.
2. При сполученні виробок різної ширини розрахунок параметрів кріплення такого сполучення необхідно здійснювати як для виробки більшої ширини.
3. Остаточна (прийнята) довжина анкерів повинна бути не менше 1 м, а максимальна відстань між анкерами в покрівлі виробки не має перевищувати 1,5 м.
4. Максимальна товщина набризк-бетонного кріплення, яке наноситься за один прийом, не повинна перевищувати 0,05-0,07 м. Якщо товщина набризк-бетонного кріплення є більшою, то необхідно передбачити його нанесення у два прийоми: спочатку наносять перший шар товщиною 0,02-0,03 м, а після – другий шар, доводячи його товщину до потрібного значення.
5. При використанні комбінованого кріплення необхідно спочатку нанесення по периметру виробки або сполучення (покрівлі і боки) набризк-бетону завтовшки від 2-3 до 5-7 см для вирівнювання її контуру, після чого встановлюються анкери (або анкери з додатковою затяжкою сіткою), після чого, у разі необхідності, може бути нанесений другий шар набризк-бетону з доведенням до необхідної товщини залежно від його розрахованих параметрів.
6. Закріпленню з визначеними параметрами підлягає ділянка кожної з виробок цього сполучення довжиною, яка дорівнює її ширині.
7. З урахуванням практичного досвіду та особливостей призначення та розташування виробок або їх сполучень (наприклад, близькість до місць проведення технологічних вибухів), остаточно прийняті параметри кріплення можуть бути скориговані (дещо збільшена довжина анкерів і зменшена відстань між ними, збільшена товщина шару набризк-бетону). При цьому також слід враховувати, що технологія зведення кожного типу кріплення повинна здійснюватись згідно відповідного стандарту підприємства, який існує на ДП «СхідГЗК».

Впровадження та використання розроблених методичних рекомендацій для складання паспортів закріплення горизонтальних виробок та сполучень сприятиме вибору для конкретних умов ефективного виду їх кріплення й визначення його раціональних параметрів, що дозволить запобігти нещасним випадкам під час проведення та експлуатації гірничих виробок на шахтах комбінату.

Список літератури

1. Інструкція із визначення стійкості гірських порід при проходженні гірничих виробок в умовах уранових родовищ, що розробляються ДП «СхідГЗК». Кривий Ріг: НДГРІ ДВНЗ «КНУ», 2012. 28 с.