

Снігур М.В., аспірант спеціальності 184 Гірництво

Науковий керівник: Ковалевська І.А., к.т.н., професор кафедри гірничої інженерії та освіти

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

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ КРІПЛЕННЯ АНКЕРАМИ ГЛИБОКОГО ЗАКЛАДЕННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВЧИХ ВИРОБОК, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПОВТОРНО

Обґрунтування раціональних параметрів кріплення анкерами глибокого закладення для підготовчих виробок, що використовуються повторно є надзвичайно актуальним, адже понад 30% електроенергії в Україні виробляється з вугілля. Забезпечення стабільності гірничих виробок безпосередньо впливає на безпеку праці та ефективність вуглевидобування, особливо у складних геологічних умовах Західного Донбасу.

Одним із ключових викликів є деформація порід та втрата перерізу виробок під впливом гірничого тиску. Наразі установка анкерного кріплення часто проводиться за напрацьованими схемами, які не враховують специфічні умови експлуатації. Це підкреслює необхідність наукового обґрунтування раціональних параметрів кріплення для стабілізації підготовчих виробок.

Основна мета дослідження полягає у визначенні ефективних параметрів анкерного кріплення для забезпечення стабільності виробок. Також планує вивчити взаємодію кріплення з породним масивом і розробити рекомендації, що дозволять мінімізувати деформації та покращити довговічність підготовчих виробок.

У світі активно використовуються комбіновані системи кріплення, які поєднують сталеполімерні та канатні анкери. Наприклад, у Китаї понад 80% виробок укріплюються анкерами, а їх параметри визначаються на основі комп'ютерних моделей, таких як FLAC3D. Такі системи демонструють високу ефективність у складних геомеханічних умовах.

В Україні комбіновані анкерні системи почали впроваджуватися у Західному Донбасі. Наприклад, на шахті "Ювілейна" дослідження показали, що зсуви порід знижуються на 35 – 43%, а втрати перерізу виробок скорочуються у 1,5 – 2 рази. Канатні анкери створюють армопородну конструкцію, що забезпечує довготривалу стійкість покрівлі.

Проведені чисельне моделювання з використанням FLAC3D і Phase2 для аналізу напружено-деформованого стану порід. Натурні експерименти включали моніторинг тиску на анкери та вимірювання деформацій у зоні впливу гірничого тиску. Також було враховано економічну ефективність використання комбінованих систем кріплення.

Результати досліджень підтверджують, що застосування канатних анкерів знижує деформації порід покрівлі на 30 – 40%. Крім того, армопородна конструкція, яка утворюється завдяки анкерному кріпленню, значно підвищує стійкість виробок до гірничого тиску.

Були розроблені рекомендації використовувати анкери діаметром не менше 21,6 мм та довжиною 5 – 8 м. Щільність установки анкерів повинна враховувати характеристики порід та рівень гірського тиску. Також важливим є адаптація комбінованих систем кріплення до конкретних умов кожної шахти. У майбутньому необхідно розробити стандарти для використання анкерного кріплення в Україні. Також важливим є впровадження сучасних технологій моніторингу, таких як сенсори та IoT, для контролю стану виробок. Подальші дослідження допоможуть удосконалити моделі напружено-деформованого стану породного масиву.

Канатні анкери демонструють високу ефективність у забезпеченні стійкості виробок. Обґрунтовані параметри кріплення дозволяють зменшити витрати на підтримку та підвищити безпеку гірничих робіт. Використання таких систем є перспективним рішенням для складних геологічних умов.

Список використаних джерел:

1. Ковалевська І. Дослідження напружено-деформованого стану зміцненого приконтурного масиву виїмкового виробки комбінованою анкерною системою. *Mining of Mineral Deposits*. 2061. Т. 1. С. 31 – 36.
2. Tadolini S. Cable bolts – an effective primary support system / S. Tadolini, J. McDonnell // Proceedings of the 29th International Conference on Ground Control in Mining, Morgantown, WV.
3. Applicability of rock bolting system and ground control management under weak strata in Indonesia / T. Sasaoka, H. Shimada, H. Takamoto [etc.] // *Coal International*; Nov/Dec 2013. – Vol. 261. – Issue 6. – P. 32.
4. Rotkegel, M., Prusek, S., Kuziak, R., & Grodzicki, M. (2013). Microalloyed steels for mining supports. *Annual Scientific-Technical Collection - Mining of Mineral Deposits*, 2013, 53-58.
5. Комбіновані анкерні системи для повторного використання гірничих виробок / В. Бондаренко та ін. Дніпро : «ЛізуновПрес».
6. Круковський О. Зміна поля напружень навколо виробки з різними видами кріплення при її збереженні після проходження лави. *Геотехнічна механіка*. 2015. № 121. С. 39.
7. Kovalevska I. Interaction of deformation-strength characteristics of the support load-bearing elements in the preparatory workings. *Ukrainian School of Mining Engineering*. 2018. Vol. 60, no. 00002.
8. Krukovskiy, O. P., Kurnosov, S. A., Makeyev, S. Yu., & Stadnychuk, M. M. (2023). Determination of the Reliability of Mine Support Equipment Considering Its Deformation Risks. *Strength of Materials*, 55(3), 475 – 483.
9. Bondarenko, V., Kovalevska, I., Symanovych, H., Barabash, M., Chervatiuk, V., Husiev, O., & Snihur, V. (2020). *Combined roof-bolting systems of mine workings*. London: CRC Press, Taylor & Francis Group, 281 p.