

УДК 622.28.27

Солодянкін О.В., д.т.н., доц., Халимендик О.В., асп., каф. БГМ, НГУ, м. Дніпропетровськ, Україна

ПЕРСПЕКТИВИ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ ЖОРСТКОГО МОНОЛІТНОГО БЕТОННОГО КРІПЛЕННЯ З ПОДАТЛИВИМ ШАРОМ ДЛЯ КАПІТАЛЬНИХ ГІРНИЧИХ ВИРОБОК З ТРИВАЛИМ СТРОКОМ СЛУЖБИ ПРОВЕДЕНИХ В СКЛАДНИХ ГІРНИЧО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ

Основним засобом забезпечення стійкості підземних гірничих виробок відповідної несучої здатності і податливості в експлуатаційному стані є зведення кріплення.

На сьогоднішній день для кріплення капітальних виробок глибоких шахт застосовують понад п'ятдесят різноманітних конструкцій кріплення. Однак, як показує досвід, більшість відомих конструкцій не відповідає вимогам складних гірничо-геологічних умов не тільки через недоліки конструкцій, але й через невідповідність режиму роботи характеру деформування породного масиву.

Обсяги ремонтних робіт та витрати на підтримку капітальних гірничих виробок вугільних підприємств України свідчать, що значно деформовані близько 40 % загальної кількості капітальних виробок, а 10 % постійно перебувають в аварійному стані. У зв'язку з цим, безремонтна підтримка капітальних виробок є актуальним завданням, що вимагає детального опрацювання.

Аналіз досвіду застосування різних видів кріплення в складних гірничо-геологічних умовах дозволяє зробити наступні висновки:

1. Традиційне монолітне бетонне кріплення є малоефективним, оскільки бетон створює практично жорстку конструкцію в період інтенсивних зміщень контуру виробки. Через неможливість протидіяти зміщенням монолітне бетонне кріплення руйнується. Істотно краще поводить себе жорстке кріплення, що зводиться з відставанням від вибою, коли реалізувалася частина пластичних деформацій приконтурного масиву.
2. Використання металевого кріплення також не відповідає необхідним вимогам, оскільки має ряд недоліків (незначна механізація процесу зведення; металеве аркове кріплення не створює контактної підпору за периметром породного оголення; швидко вичерпує свої можливості, як несуча конструкція; має великий аеродинамічний опір; має відносно невеликий термін служби, тощо). Крім того, для забезпечення стійкості виробок потрібне збільшення щільності установки рам, що викликає значне збільшення вартості виробки за рахунок значної металоємності.
3. збірне бетонне й залізобетонне кріплення при всіх своїх перевагах, не може забезпечити стійкості виробки через неможливість роботи при значних

зміщеннях породного контуру; маючи гарні деформаційні характеристики за рахунок шарнірів, кріплення вимагає досить якісної забутовки, а через технологічні особливості це важко забезпечити; тампонаж, що рекомендується для збірних кріплень, по суті є додатковою бетонною оболонкою, для якої саме кріплення служить опалубкою, і її переваги як податливої конструкції, що пристосовується до нерівномірності гірничого тиску, майже зникає, в наслідок чого вартість значно підвищується; для кожного перетину виробки необхідний свій типорозмір збірного елемента, що ускладнює технологію виготовлення й механізацію зведення збірних кріплень [1].

4. анкерне кріплення на даному етапі його розвитку може застосовуватись тільки як елемент комбінованого кріплення, зменшуючи зміщення породного контуру; таке кріплення, як елемент конструкції, дозволяє зменшити витрати і полегшити конструкцію основного кріплення, підвищити його надійність.

Оскільки існуючі види кріплення не відповідають сучасним вимогам для складних гірничо-геологічних умов, залишається актуальним питання про розробку ефективних конструкцій кріплення капітальних виробок.

Одним з рішень даного питання може стати жорстке монолітне кріплення з податливим шаром. Ідея використання двошарового податливого кріплення відома і описана в роботах [1, 2]. Однак дані розробки не знайшли широкого застосування на шахтах через складну технологію зведення, що обмежує область його застосування пластичними і монолітними породами. При проведенні виробок в сильно порушених, обводнених породах, схильним до інтенсивних вивалів дане кріплення не може бути використане. Відомі матеріали податливого шару токсичні; мають значний термін набору міцності, що позбавляє можливість його застосування у якості тимчасового кріплення; при зведенні податливого шару існує необхідність підвищеного обміну повітря у виробці на час до 50 хвилин. Крім того, зведення кріплення вимагає технологічного зв'язку процесів створення двох різнорідних оболонок із прохідницькими роботами [1, 3].

З урахуванням вищевказаних недоліків, необхідно переглянути матеріали податливого шару, та конструктивні особливості двошарового кріплення.

Основні вимоги до матеріалу та конструкції податливого шару кріплення, в нестійких породах [4] полягають у здатності демпферного шару забезпечити часткову реалізацію деформацій вміщаючого масиву, що зменшує навантаження на основний несучий елемент кріплення. Крім того, матеріали податливого шару мають відповідати ряду вимог, до числа яких можна віднести наступні: мати досить високий коефіцієнт стиснення (0,5...0,9); мати достатньо високу несучу здатність (але не перевищувати 0,2...0,3 МПа) обумовлену необхідністю забезпечити можливі зміщення контуру виробки на момент стабілізації деформаційних процесів після проведення виробки та зведення монолітного бетонного кріплення, виступаючи таким чином тимчасовим кріпленням; мати можливість створення легкорегульованого складу матеріалу, що дозволить варіювати його характеристиками за рахунок зміни процентного

співвідношення складових компонентів; бути негорючими чи нездатними до самостійного горіння матеріалом; мати високі водоізоляційні параметри, кількість закритих пор більше 90%; бути відносно дешевими та доступними.

Найбільш в повній мірі даним вимогам відповідають піноматеріали характеристики яких наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристики піноматеріалів, що застосовуються у якості конструктивів

Показники	Пеноплекс	Юніпор	Пінополістиролбетон
Межа міцності на стиск, МПа	0,2...1,0	0,7...5	0,2...2,5
Межа міцності на розтягування, МПа	0,25...1,2	1...2,5	0,1...0,73
Коефіцієнт стиснення	до 0,9	до 0,9	до 0,8 за рахунок заповнювача
Адгезія, МПа	0,15...1,5	0,05...1,55	0,05...0,2
Пористість	закрита	закрита, водопоглинання не більше 20 %	закрита, водопоглинання не більше 8 %
Вогнестійкість	негорючий	важкогорючий, не здатний до самостійного горіння	негорючий
Спосіб укладки	лист, блоки	листи, за опалубку	За опалубку, блоки, набризг

Конструкції податливого шару кріплення наведені на рис. 1, 2. Однією з переваг таких конструкцій є те, що завдяки суцільності, податливий шар відповідає вимогам тимчасового кріплення; вимогам податливості та роботи сумісно з масивом, враховуючи не тільки деформації контуру виробки, а й деформації вздовж всієї проектної довжини виробки. Запропоновані конструкції мають забезпечити експлуатаційні вимоги впродовж всього строку служби.

Конструкція уявляє собою постійне двошарове рис. 1 тришарове рис. 2 кріплення з жорсткого несучого елемента – монолітного бетону, та демпферного шару. Запропоновані два конструктивні рішення.

Перший варіант (рис. 1) полягає в тому що зовнішній шар, яким виступає податливий матеріал, зводиться безпосередньо в забої виробки після виїмки породи на величину заходки, виступаючи таким чином тимчасовим кріпленням, із заздалегідь сформованих блоків, які кріпляться до масиву за допомогою анкерів, чи швидкотвердіючого в'язучого, і з'єднуються між собою скобами чи в'язучим розчином в залежності від очікуемого водопритоку у виробку. Опалубка для бетонування монтується на компенсуючу трубку. Таким чином податливий шар забезпечує можливі зміщення контуру виробки на момент стабілізації деформаційних процесів до моменту встановлення основного несучого шару та нівелює дію гірничого масиву на внутрішній грузонесучий елемент кріплення. При необхідності для захисту кріплення від впливу

агресивних підземних вод можливо застосування покриття з гідравлічно-ізолюючого матеріалу у вигляді плівки високої міцності.

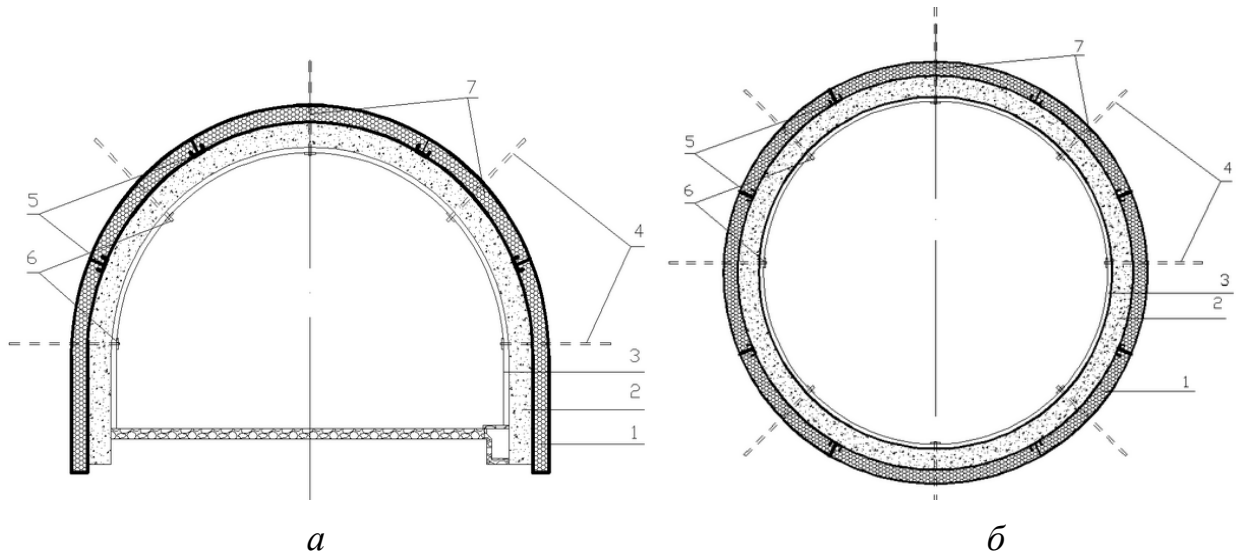


Рис. 1. Конструкція двошарового бетонного кріплення зі збірним податливим шаром:
 а – аркової форми; б – кільцевої форми: 1 – податливий шар; 2 – бетонне жорстке кріплення; 3 – відривна опалубка; 4 – анкер; 5 – скоби/в'яжучі речовини; 6 – піноблоки.

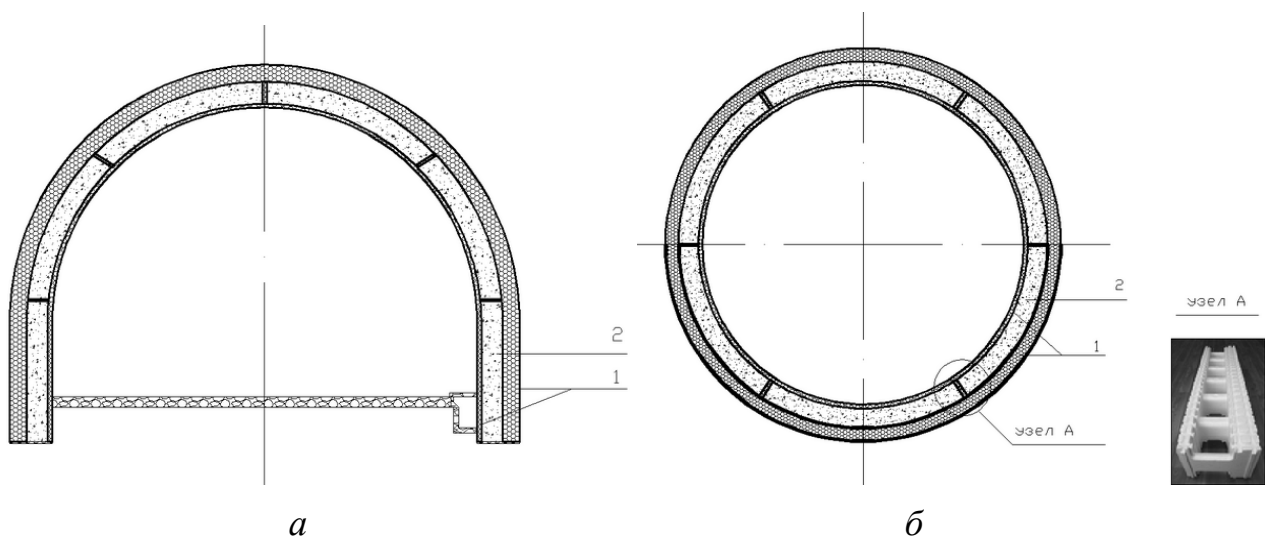


Рис. 2. Конструкція тришарового бетонного кріплення де тимчасове кріплення є одразу і незнімною опалубкою і податливим шаром:
 а – аркової форми; б – кільцевої форми: 1 – зовнішній податливий шар – опалубка; 2 – бетонне жорстке кріплення.

Кріплення може мати арковий та кільцевий перетин. Останній є більш оптимальним варіантом з точки зору стійкості та надійності, але більш складний за технологічним фактором.

Другий варіант відрізняється від першого тим, що на відмінну від монтажу готових блоків передбачається встановлення у вибої виробки незнімної опалубки з піноматеріалу, зовнішня стінка якої буде податливим шаром, а її товщина буде задаватися розрахунком і відливатися попередньо (див. рис. 2).

Головною перевагою даної конструкції є те, що зведення бетонного кріплення технологічно спроститься, а відстань між забоем та роботами з бетонування можна значно скоротити, тим самим зменшити при необхідності ділянку виробки що закріплена тимчасовим кріпленням.

Крім того, суттєвим в запропонованій конструкції є те, що завдяки технології виготовлення піноматеріалу стає можливим змінювати його міцність за рахунок товщини шару, що має вирішити протиріччя між необхідною міцністю матеріалу як тимчасового кріплення та оптимальною роботою податливого шару в розрахунковому режимі де необхідна невелика міцність на стиск та задовільний коефіцієнт стиснення.

Таким чином, запропоновані нові конструкції багат шарового кріплення капітальних гірничих виробок з тривалим строком служби для складних гірничо-геологічних умов, що складаються із внутрішнього жорсткого несучого шару та зовнішнього податливого шару, який виконує роль демпферної зони, відмінністю якого є те, що податливий шар складається з технологічних блоків регульованої податливості; незнімної опалубки, яка виконує роль тимчасового кріплення та податливого шару, товщина і несуча здатність якого задається окремо для кожного випадку.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Заславский Ю.З., Дружко Е.Б. Новые виды крепи горных выработок. – М.: Недра, 1989. – 256 с.
2. Бетонная крепь, технология и механизация ее возведения/Ю.З.Заславский, В.П.Киндур, Е.П.Лопухин, Ф.И.Перепичка. – Донецк, Донбасс, 1973. – 184с.
3. Временная инструкция по применению двухслойной монолитной крепи конструкции ДонУГИ / ДонУГИ. – Донецк, 1974.
4. СНиП II-94-80. Строительные нормы и правила. Подземные горные выработки. Нормы проектирования. – М.:Стройиздат, 1982. – 272с.