

Самостійна робота №4

Тема: Збірні суцільні бетонні та залізобетонні кріплення. Залізобетонні рамні кріплення

Мета роботи: Ознайомитись з конструкцією збірних суцільних бетонних та залізобетонних кріплень та залізобетонних рамних кріплень

Основні питання теми

- 1 Збірний залізобетон
- 2 Рамні конструкції
- 3 Суцільні конструкції з панелей або тюбінгів

Рекомендована література

1. Гайко Г. І. Конструкції кріплення підземних споруд: Навч. посіб. – Алчевськ: ДонДТУ, 2006. – с.47-53

Теоретичні відомості

1 Збірний залізобетон

Широке впровадження уніфікованого збірного залізобетону в промислове та цивільне будівництво (60–70 роки ХХ ст.) привело до багатьох спроб застосування збірних ЗБК у підземних спорудах, зокрема у виробках вугільних шахт. Перспектива цього типу кріплення пов'язувалась з такими його якостями як: можливість сприймати навантаження відразу після монтажу, відмова від тимчасового кріплення, індустріальне виробництво елементів у заводських умовах (висока продуктивність праці та якість конструкцій), довговічність, безпечність у пожежному відношенні, можливості забезпечення заданої несучої спроможності та обмеженої податливості.

Випробування практикою підземного будівництва пройшла лише невелика частина численних розробок, що пов'язано з великою вартістю кріплення, складністю виготовлення й транспортування конструкцій, відсутністю зручних засобів механізації їх монтажу, а головне – низькою ефективністю роботи в умовах невизначеного рівня й розподілу навантажень (недостатні адаптивні можливості).

Збірне залізобетонне кріплення поділяють на дві групи: конструкції рамного типу, які встановлюють врозгін, та конструкції панельного (тюбінгового) типу, що створюють суцільне кріплення.

2 Рамні конструкції

Для кріплення однокільних виробок невеликої площі поперечного перерізу (до 8 м²), споруджених у відносно стійких породах (без впливу очисних робіт), іноді застосовують трапецієвидне або прямокутне рамне кріплення із збірних залізобетонних елементів.



Рис. 4.1 – Рамне залізобетонне кріплення

Кріплення у вигляді чотирьохшарнірної рами складається з верхняка, двох стояків та зтяжок прямокутного суцільного перерізу (рис. 4.1). Їх маса, відповідно, складає 180 кг, 160 кг та 24 кг, що потребує засобів механізації монтажу кріплення. Витрати бетону на 1 м виробки – 0,6 м³, металу – 114 кг. Поєднання верхняка із стояками виконано плоским і здійснюється за допомогою консольного уступу на верхняку, який перешкоджає верхньому кінцю стояка зміщуватися у виробку.

Обмежена податливість може здійснюватися за рахунок зминання дерев'яних прокладок, які розташовують на верхніх кінцях стояків під верхняком.

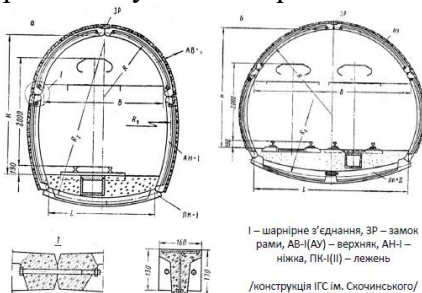


Рис. 4.2 – Залізобетонне аркове рамне шарнірне кріплення

Більш економічними й ефективними виявилися конструкції з пустотілих елементів, в яких верхняк і стояки мають однаковий переріз із внутрішньою ексцентрично розташованою порожниною. У багатьох випадках залізобетонний верхняк замінюють на сталевий із двотавра. Податливість кріплення здійснюють шляхом вставлення в нижні кінці стояків дерев'яних вкладишів, діаметр яких на 5–10 мм перебільшує діаметр отворів. Податливість реалізується при навантаженні на стояк близько 80 кН.

Розроблялися також залізобетонні рамні конструкції арочної

та еліптичної форми (рис. 4.2), але вони не витримали конкуренції із сталевими податливими рамами, які в аналогічних умовах забезпечували більшу надійність гірничих виробок.

3 Сучільні конструкції з панелей або тубінгів

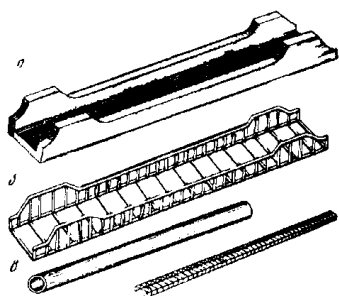


Рис. 4.3 - Універсальна ребриста плита

УРП-1:

*а – загальний вид; б – арматурний каркас;
в – вкладиш; г – арматурний каркас вкладишу*

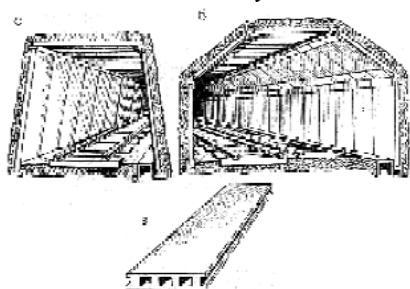


Рис. 4.4 - Виробки, закріплені конструкціями з універсальних плоских плит:

а – трапецієвидна форма; б – полігональна форма; в – елемент кріплення

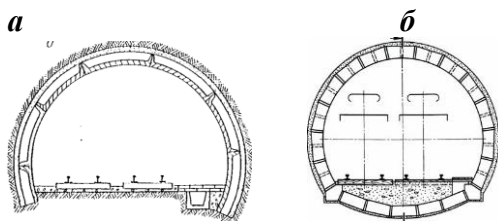


Рис. 4.5 - Блочне залізобетонне кріплення:

а – базова форма; б – конструкція із зворотним склепінням

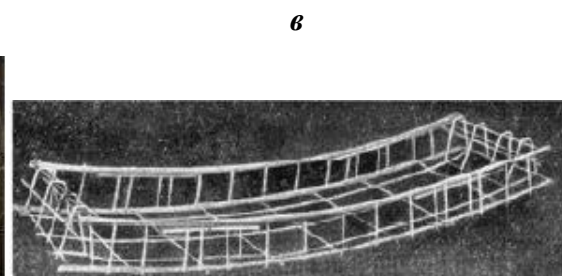
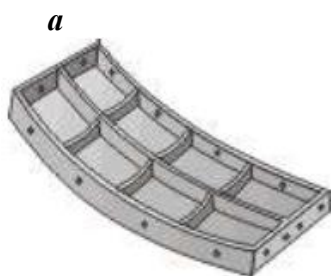


Рис. 4.6 - Тубінгове кріплення:

а – ребристий тубінг; б – кріплення гірничої виробки з тубінгів; в – арматурний каркас ребристого тубінга

На першому етапі впровадження збірного залізобетону найбільше розповсюдження отримали конструкції з універсальних ребристих плит (рис. 4.3), але досвід їх експлуатації виявив недостатню несучу спроможність при великій трудомісткості монтажу й вартості кріплення. Тому використання цих конструкцій слід розглядати лише як історичний етап розвитку інженерної думки в підземному будівництві.

Певне підвищення несучої спроможності й економічності кріплення, а також суттєве поліпшення його аеродинамічних властивостей було досягнуто застосуванням плоских пустотілих попередньо напружених конструкцій у вигляді панелей (плит).

Їх розміри складали: ширина 500 або 320 мм, товщина – 120 або 100 мм. Використовувався бетон марок 400 та 600, арматура з високоміцного дроту. У вузлах сполучення елементів встановлювали фасонні залізобетонні вкладиші. Одноколіїні виробки мали трапецієвидну форму, двоколіїні – полігональну (рис. 4.4). Кріплення з плоских плит забезпечувало надійну роботу лише в умовах рівномірно розподіленого навантаження на його елементи й мало дуже обмежену область застосування.

Для капітальних виробок, які споруджують у тяжких гірничо-геологічних умовах, замість традиційного металобетону, можливо застосовувати блочне залізобетонне кріплення (рис. 4.5), яке забезпечує несучу здатність до 0,6 МПа.

Кріплення зводять безпосередньо за просуванням вибою за допомогою спеціального піднімального крана, тампонаж закріпного простору здійснюють цементно-піщаним розчином у співвідношенні 1:3. Витрати матеріалів на 1 м виробки площею поперечного перерізу 14,3 м² складають: бетону – 1,9 м³, металу – 280 кг.

Для складних гірничо-геологічних умов, що характеризуються значним (до 0,4 МПа) всебічним тиском гірських порід, розроблені конструкції тюбінгового залізобетонного кріплення, яке застосовують у вертикальних, горизонтальних та похилих (до 25°) гірничих виробках.

Тюбінгове кріплення (рис. 4.6) – це суцільна конструкція криволінійного обрису, що складається з щільно укладених один до одного циліндричних сегментів (тюбінгів), які мають з одного боку поздовжні та поперечні ребра жорсткості, а з іншого – гладку поверхню плити, що контактує з забутівкою і породним контуром.

Примикання тюбінгів по периметру кріплення здійснюється по криволінійних поверхнях різної кривизни, завдяки чому тюбінги можуть під дією зовнішнього навантаження повертатися на деякий кут, що веде до певної зміни форми кріплення, забезпечує можливість пристосування до нового стану статичної рівноваги масиву порід.



Рис. 4.7 – Кріплення із гладкостінних тюбінгів

Вперше тюбінгове кріплення було впроваджене на шахтах України в 1911 р. (металеві тюбінги), а широке використання залізобетонних тюбінгів для виробок шахт (польові штреки), метрополітенів та колекторних тунелів розпочато в 50-х роках ХХ ст. застосовували дрібнорозмірні (630х500х245 або 860х500х299) та, у менш складних умовах, великорозмірні тюбінги з несучою здатністю 0,1 – 0,2 МПа. Тюбінги армуються зварним каркасом (рис.4.6, в), який складається з верхньої та двох торцевих сіток, причому робоча поздовжня арматура має діаметр 10 мм, допоміжна – 6 мм. Витрати арматурної сталі на 1 м виробки ($S=13,4 \text{ м}^2$) складають – 116 кг, бетону – 0,8 м³. Маса ребристих тюбінгів – 120-180 кг. Крім ребристих використовують конструкції з гладкостінних тюбінгів (рис. 4.7) типу КТАГ та ГТК, які мають значно менший коефіцієнт аеродинамічного опору, але збільшені на 20 – 30% витрати бетону на метр виробки.

Ширина таких тюбінгів дорівнює 750 або 1000 мм, довжина зумовлена розміщенням цілого числа тюбінгів при кріпленні повним кільцем (1600 - 1800 мм), а маса сягає 400-500 кг.

Монтаж тюбінгового кріплення здійснюють за допомогою спеціальних укладачів або піднімальних кранів. На першому етапі впровадження залізобетонних тюбінгів їх зводили з відставанням від просування вибою виробки на 40 – 50 м, використовуючи тимчасове кріплення у вигляді сталевих рам. У подальшому основною технологією став монтаж тюбінгів безпосередньо у вибої на відстані, що не перебільшує 3 м. Перші дві смуги тюбінгів укладають на сталевому арочному шаблоні. Окремі елементи поєднують поміж собою в поздовжньому напрямку за допомогою монтажних болтів, які пропускають у отвори в ребрах тюбінгів (в гладкостінних конструкціях застосовують спеціальні металеві вушка, приварені до арматурного каркаса). Як правило роблять перев'язування швів прилеглих тюбінгових смуг (арок), для чого розміщують у підосви виробки напівтюбінги: в одній смузі зліва, у другій – справа. Забутовування закріпного простору уламками порід здійснюють рівномірно з обох боків виробки. Перспективним напрямком вдосконалення тюбінгового кріплення є тампонаж закріпного простору цементними сумішами (окремі конструкції тюбінгів передбачають спеціальні отвори для ін'єкції розчину).

Слід відзначити, що в умовах всебічного значного тиску гірських порід замкнене (кільцеве) тюбінгове кріплення забезпечує надійну й ефективну роботу (витрати матеріалів у порівнянні з металобетонними конструкціями скорочуються в 2-2,5рази). Небезпеку являють собою випадки концентрації навантаження на окремих ділянках, які призводять до руйнування 1-2 тюбінгів, після чого спрацьовує т. зв. “принцип доміно”: руйнація прилеглих елементів, аварійний стан виробки. Перекріплення та підсилення тюбінгових конструкцій є дуже складним процесом й у багатьох випадках неприпустиме. Вирішальними умовами ефективного й безпечного застосування тюбінгів є достовірне прогнозування геомеханічної ситуації навколо виробки.

Виконання роботи

Записати: На які групи поділяють збірне залізобетонне кріплення. Охарактеризувати основні рамні конструкції залізобетонного кріплення та суцільні конструкції з панелей або тюбінгів. Описати технологію монтажу тюбінгового кріплення

Замалювати: Типову конструкцію блочного залізобетонного кріплення (рис. 4.5) та конструкцію ребристого тюбінгу (рис. 4.6, а).

Питання для самоконтролю

1. Дайте характеристику рамних залізобетонних конструкцій.
2. Поясніть, які конструктивні особливості має кріплення з плоских залізобетонних панелей/плит/?
3. Дайте визначення тюбінгового кріплення. Охарактеризуйте його типи.
4. Опишіть технологію монтажу тюбінгового кріплення.

Контроль

- перевірка конспекту;
- семінарське заняття.

