

УДК 624.01

Гайко Г.І., д.т.н., проф., Пархоменко С.А., студент гр. ОС-81, ІЕЕ НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПІДСИЛЕННЯ БЕТОННОГО КРІПЛЕННЯ В РАЙОНІ «ХОЛОДНИХ» ШВІВ

Основним призначенням бетонних та залізобетонних обробок тунелів та огорожуючого кріплення є не тільки підтримка гірських порід від обрушення та збереження необхідних проектних розмірів поперечного перерізу, як несучої захисної конструкції, але й гідроізоляція внутрішнього простору споруди від надмірного притоку фільтраційних вод.

Як правило, монолітні та залізобетонні конструкції бетонуються окремими ділянками – блоками (картами) бетонування. Так званий «холодний» або робочий шов, утворюється в результаті укладання нового шару бетону на уже затверділий, укладений раніше шар. Відмінністю «холодного» шва від основного моноліту є те, що зчеплення нового бетону з затверділим значно нижче, ніж міцність монолітного бетону без робочого шва, оскільки при застиганні на поверхні бетону утворюється цементна плівка, яка являє собою аморфну структуру, внаслідок чого знижуються морозостійкість, водонепроникність та погіршується зовнішній вигляд конструкції. Крім того, по лінії шва проходить межа усадочних напружень стиснення та розтягнення. Як відомо, бетон чудово сприймає стискаючі напруження, на відміну від напружень розтягнення, внаслідок яких виникають мікротріщини. В результаті відбуваються значні втрати міцності конструкції, і при рівних напруженнях мікротріщини, перш за все, відкриваються саме по швам. Тому стає необхідним влаштування зовнішньої гідроізоляції таких швів.

З огляду на це метою даної роботи є аналіз методів підсилення бетонного кріплення в районі робочих швів при будівництві тунелів та гірничих виробок для поліпшення техніко-економічних показників їх будівництва та безпечних умов експлуатації.

Монолітний бетон та залізобетон ефективно застосовується в частинах споруд, розташованих під землею, при зведенні масивних несучих стін, кріплення гірничих виробок, в фундаментах промислового обладнання, гідротехніці, будівництві доріг. Збірні споруди із готових залізобетонних конструкцій також нерідко містять в собі монолітні елементи.

Аналіз проблем монолітного та залізобетонного будівництва свідчить, що на сучасному етапі завдяки всебічному застосуванню модифікаторів нової генерації стала можливою еволюція бетонів від звичайних до високофункціональних, що дало змогу збільшити їх адгезію. До того ж бетон розглядається як композиційний матеріал із заданими параметрами, які потрібні для ведення монолітного бетонування та забезпечення довговічності бетонних і

залізобетонних конструкцій. Величезний потенціал модифікування бетонних сумішей створює раціональні підстави для розроблення монолітних бетонів нової генерації [1].

Ефективність модифікаторів нерозривно пов'язана з такими чинниками, як тип цементу і його мінералогічний склад; вид і вміст добавки та точність дозування; наявність інших хімічних та мінеральних добавок; водоцементне відношення; зерновий склад і вид заповнювача; температура навколишнього середовища; час перемішування; момент і спосіб введення добавок. До того ж одним з основних напрямків випробувань модифікаторів є встановлення сумісності системи «добавка-цемент», що визначає необхідний алгоритм вибору добавки, який дозволяє оптимізувати рішення з погляду технологічної ефективності, та вирішити проблему «холодних» швів, збільшивши адгезію бетону.

Найбільш новими та прогресивними є бетони на основі цементів, що розширюються при твердінні та дають приріст об'єму. У склад цих цементів вводяться в'язучі та різні види модифікованих добавок, які дають змогу збільшити об'єм розчину за невеликий проміжок часу, в результаті хімічної реакції. Відомо декілька видів цементів, які надають приріст об'єму: водонепроникний (на основі глиноземистого цементу), гіпсоглиноземистий, портландцемент, що розширюється, напружений цемент. Терміни схвачування складають від 0,5 до 4 годин. Крім того, проникаючи в пори гірської породи вищезазначені цементні розчини утворюють щільну ґрунтово-цементу основу, яка має гідроізоляційні властивості та високі міцнісні характеристики.

Частково вирішенням проблеми «холодного» шва, а саме, цементної плівки, є також попереднє видалення з поверхні затверділого цементу. Механічні способи видалення плівки призводять до появи ще більшої кількості мікротріщин, потребують більш тривалої перерви для набуття бетоном достатньої міцності. Такі роботи зазвичай призводять до значних витрат та не в повній мірі забезпечують видалення всієї плівки з пор бетону на необхідну глибину. Хімічне очищення з використанням кислот призводить до порушення структури бетону, погіршуючи міцність шва.

Вигідно відрізняється метод хімічного «фрезерування». Він полягає в нанесенні на поверхню бетону спеціального багатофункціонального розчину на водній основі. Застосований склад не містить небезпечних для здоров'я людини речовин та не руйнує структуру бетону. Цей метод дозволяє проводити обробку в місцях, недоступних для проникнення громіздких інструментів та обладнання. Незважаючи на високу ефективність (адгезія збільшується в 1,5-2 рази) метод хімічного «фрезерування» характеризується високою трудомісткістю, внаслідок застосування ручної праці.

Для посилення кріплення гірничих виробок застосовують торкретування. Цей метод усуває пошкодження такого роду як утворення тріщин, вимивання і розпушування структури бетону, зниження міцності, руйнування захисного шару і корозії арматури та перешкоджає повторне їх виникнення. Основний

фактор відновлювальних робіт – монолітність та забезпечення сумісності старого бетону і нового торкретбетонного покриття [2].

Торкрет-бетонування під час капітального ремонту чи реконструкції дозволяє максимально зберегти існуючі конструкції та забезпечити їх ефективну роботу в складі конструкцій, що реконструюються, а також забезпечує мінімальну тривалість періоду реконструкції

Підвищення міцності бетонного кріплення конструкцій досягають також за рахунок ін'єктування і просочення цементно-полімерними і клейовими композиціями за обробку або гірниче кріплення.

Відоме також застосування композитної арматури, яка підсилює конструкції і становить серйозну конкуренцію звичним способам підсилення.

Найпоширенішими формами підсилення з використанням композиційних матеріалів є полотна різного плетіння і полоси, або пластини на базі вуглецевих, скляних, армідних, базальтових волокон. Найчастіше використовуються композити на основі вуглецевих волокон, оскільки вони мають високу міцність на розтягнення та модуль пружності, близький до модуля пружності сталевих арматур.

Принцип підсилення конструкцій полягає у наклеюванні на її поверхню високоміцних полотен або пластин за допомогою спеціального епоксидного клею, який має високу механічну міцність, високу зносостійкість і ударну міцність та є водо- та паронепроникним. Можливе підсилення як розтягнутих зон конструкцій, що працюють на згинання, приопорних ділянок у зоні дії поперечних сил, так і стиснених (позацентрово стиснених) елементів [3].

Клеєстрижневі анкери, доволі широко застосовуються у промисловому, цивільному та транспортному будівництві для влаштування з'єднань залізобетонних конструкцій, стикування складених по довжині і висоті елементів; для об'єднання існуючих і нових елементів, зв'язку старого бетону з новим, нарощування поперечних перерізів у збірно-монолітних конструкціях тощо. Вклеєний анкер може застосовуватись як самостійний несучий елемент або для закріплення до нього проміжних елементів стикового (анкеруючого) з'єднання. Завдяки розвитку будівельної хімії клейові суміші знаходять усе ширше застосування для з'єднань елементів будівельних конструкцій, зокрема під час ремонту і реконструкції, де часто цей тип з'єднань є єдино можливий [4]. Клейове анкерування відзначається конструктивною і технологічною простотою, що дає змогу значно скоротити трудовитрати, сприймати навантаження на ранній стадії влаштування з'єднань (після полімеризації клею), звести до мінімуму обсяг супутніх технологічних операцій і кількість допоміжних пристосувань. Недолік – недостатньо велика довжина.

Хімічні анкери являють собою сучасні хімічні закріплювачі, що гарантують нормативну несучу здатність анкера – 150 кН (стержень із звичайної арматурної сталі), а в особливих конструкціях – від 250 до 500 кН. При цьому зусилля руйнування полімеру в кільцевому просторі шпура (з урахуванням контактного зчеплення) не поступається міцності сталевих

стержня, що свідчить про оптимальні параметри конструкції. Сталеполімерний анкер вступає в роботу практично відразу після встановлення, оскільки процес полімеризації (твердіння) суміші займає лише кілька хвилин. Висока технологічність і механізація монтажу сталеполімерних анкерів забезпечують необхідні темпи спорудження виробок і підвищують конкурентоздатність цього типу кріплення. До недоліків синтетичних закріплювачів слід віднести високу вартість та обмежений строк служби (до 15 років).

Таким чином, вищенаведений аналіз методів підсилення бетонного кріплення в районі «холодних» швів при будівництві та реконструкції тунелів та гірничих виробок показує, що на сьогоднішній день не має однозначного ефективного технологічного рішення по усуненню недоліків, які викликані присутністю в обробці робочих швів. Тому для вирішення проблеми зниження міцності, водонепроникності та зовнішнього вигляду конструкції в районі «холодного» шва необхідно в кожному конкретному випадку проводити більш детальні наукові дослідження та застосовувати комплексний підхід.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Саницький М.А., Соболев Х.С., Позняк О.Р. Бетони нового покоління та енергоощадні технології будівництва, Львів, 2010. -165с.
2. Мазурак А., Барабаш В., Калітовський В., Балабух Я. Використання торкрет-бетону, Львів, 2010.-141с.
3. Мурин А.Я., Іванів М.М. Комп'ютерне моделювання роботи залізобетонних балок, підсилених фібропластиковою арматурою. Електронний науковий архів Науково-технічної бібліотеки Національного університету «Львівська політехніка», 2013.-139с.
4. Салійчук Л.В., Кваша В.Г. Зсувостійкі клеєстрижневі анкери в з'єднаннях залізобетонних конструкцій. Електронний науковий архів Науково-технічної бібліотеки Національного університету «Львівська політехніка», 2008.-186с.