

УДК 691.175.699.8

*Крученко В.Д., Дехтяр О.О., Брюзгіна Н.Д.,
кандидати технічних наук,
Інститут водних проблем і меліорації НААН, м. Київ,
Україна*

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ УСУНЕННЯ АКТИВНИХ ПРОТІЧОК ВОДИ В БЕТОННИХ СПОРУДАХ

Практика експлуатації гідротехнічних об'єктів різного призначення, які постійно знаходяться в контакті з водою, показує, що на більшості з них існує проблема протікань, які найчастіше бувають на стиках, в місцях примикань, кутових сполучень, деформаційних швів збірних залізобетонних елементів, а також на розуцільнених ділянках монолітних залізобетонних споруд (Рис. 1).



Рисунок 1 - Місця активних протічок на залізобетонних конструкціях

Дія води, що проникає всередину бетонних споруд, призводить до виникнення корозії бетону та арматури та розвитку деструктивних процесів, які значно знижують надійність і довговічність гідротехнічних споруд.

В інституті водних проблем і меліорації НААН (ІВПіМ) проведені дослідження, направлені на вивчення технологій усунення активних протічок води на ГТС водогосподарських систем з використанням полімерних композиційних матеріалів.

Найбільш прийнятним для відновлення монолітності та щільності бетону гідротехнічних споруд, а також для усунення місць активної фільтрації води є метод ін'єктування. Застосування цієї технології при мінімальних витратах матеріалів дозволяє виконувати надійний захист бетонних та залізобетонних споруд з мінімальними обсягами загальнобудівельних робіт.

Дослідженнями встановлено, що основні переваги застосування технологій ремонту методом ін'єктування наступні:

- посилення несучої спроможності фундаментів, заповнення пустот за стінами.
- ущільнення зон фільтрації, склеювання тріщин бетонних споруд шляхом їх заповнення полімерними матеріалами;
- відновлення водонепроникності та гідроізоляційної спроможності бетонних конструкцій;
- проведення робіт без зупинки технологічного обладнання та його демонтажу;
- проведення локальних ремонтно-відновлювальних робіт без залучення значних обсягів матеріальних та трудових ресурсів.

Матеріали, що використовують для ін'єкційної гідроізоляції поділяються на наступні типи: поліуретанові, епоксидні, акрилатні гелі, мікроцементи.

Поліуретанові матеріали достатньо пластичні і не руйнуються при перемінних навантаженнях. Безперечною перевагою поліуретанових матеріалів є те, що вони гідрореактивні та не потребують видалення вологи із зони пошкоджень, а навпаки, використовують її для полімеризації.

Епоксидні матеріали, на відміну від поліуретанових потребують видалення вологи із ремонтної зони, тому що наявність води знижує адгезійні та експлуатаційні характеристики епоксидних ремонтних композицій.

Мікроцементи проникають в порожнечі та тріщини, утворюють непроникний для води бар'єр, за рахунок кристалізації, проте, в порівнянні з поліуретановими ін'єкційними композиціями, вони мають невелику глибину проникнення.

Акрилатні гелі проникають в найдрібніші порожнини і утворюють водонепроникну гумоподібну речовину. Проте для ін'єктування армованих бетонних конструкцій використання їх обмежене через їх корозійну дію на металеву арматуру.

Широке застосування поліуретанів обумовлено сполученням, з однієї сторони, високих фізико-механічних, герметизуючих та гідроізоляційних властивостей, теплотехнічних показників, з іншої – різноманітних технологічних діапазонів створення гідроізоляційного захисту.

Для ліквідації активних протічків в спорудах доцільно застосовувати поліуретанові смоли, які при контакті з водою спінюються, збільшуючись у об'ємі до 2000 %.

Для локалізації протікань в більшості випадків застосовують однокомпонентні поліуретанові смоли. На жаль, поряд з незаперечними перевагами їх застосування цей тип смол має певні недоліки, до яких відноситься не надто тривалий термін служби. Як правило, через рік-два, а іноді й раніше, на відремонтованих ділянках знову з'являються протікання. Такі поліуретанові смоли доцільно використовувати для тимчасової зупинки течії, а не для улаштування довготривалої гідроізоляції.

Двокомпонентні поліуретанові смоли складаються з компоненту А – різного виду поліолів та компоненту Б – поліізоціанатів різної хімічної природи. Як правило, це матеріали різної в'язкості та різної хімічної активності, але всі вони активно реагують з водою, утворюючи жорстко-еластичну піну, яка блокує воду.

Головною перевагою двокомпонентних поліуретанів є наявність двоступеневого механізму дії. На першому етапі ін'єктування при контакті з водою смола спінюється, витісняючи воду із зони ремонту. На другому етапі смола при відсутності води твердне, перетворюючись на щільний, непористий і дуже міцний водонепроникний матеріал.

Іншою перевагою двокомпонентних ін'єкційних матеріалів є регульований термін тужавіння, який, в залежності від технологічної необхідності, можна регулювати в діапазоні від кількох секунд до декількох годин.

В інституті водних проблем і меліорації НААН проводилися порівняльні дослідження фізико-механічних властивостей поліуретанів, які поставляються на вітчизняний ринок будівельних ін'єкційних матеріалів.

В процесі досліджень були встановлені:

- особливості механізму протікання процесів створення гідроізоляційного бар'єру;
- вплив технологічних параметрів – температури повітряного та водного середовища на технології ін'єктування;

- вплив виду пошкоджень на способи закачування ремонтної композиції.

Гідроізоляційні властивості поліуретанів були розглянуті в сукупності значень показників водопоглинання, сорбційної вологості та водонепроникності.

В процесі проведення наукових досліджень по вивченню технологій та матеріалів для ін'єктування фахівцями інституту були обстежені водогосподарські об'єкти розташовані в Київській, Одеській, Херсонській, Черкаській областях та АР Крим. Натурні обстеження залізобетонних ГТС дозволили встановити характерні пошкодження конструкцій ГТС та розробити порядок виконання ремонтних робіт для їх усунення.

Аналіз технічного стану обстежених гідротехнічних споруд показав, що значна їх частина потребує негайного проведення ремонтно-відновлювальних робіт. Особливо актуальним є питання оперативного усунення локальних структурних пошкоджень в монолітних та збірних залізобетонних конструкціях: тріщин різної ширини розкриття, різного характеру та порядку раковин, виколів, розущільнених зон, ділянок з підвищеною пористістю, поверхневих руйнувань захисного шару бетону, дефектів в макро- та мікроструктурі бетону, порушення герметизації стикових з'єднань між елементами конструкцій.

Обстеження показали, що найбільш поширеним дефектом на ГТС водогосподарських систем є активні протічки води, що негативно впливає на їх експлуатаційну надійність та довговічність.

В результаті обстеження для відпрацювання технології усунення активних протічок води методом ін'єктування з використанням полімерних композитів була вибрана Кочурська насосна станція, що відноситься до Шпитківської міжгосподарської зрошувальної системи і знаходиться на балансі Ірпінського міжрайонного управління водного господарства Державного агентства водних ресурсів України.

Внаслідок багаторічної (біля 40 років) експлуатації Кочурської насосної станції спостерігається часткове руйнування залізобетонних елементів споруди, протікання, тріщини, розущільнення бетону (рис. 2). Крім цього, виявлені зони активної фільтрації ґрунтових вод у докову частину будівлі насосної станції в місцях стикових з'єднань «стіна-труба». В місцях сполучення «стіна-стіна» на висоті 3 метрів з боку водозабірної споруди спостерігається просочування води. Вздовж цього сполучення розташовані силові високовольтні кабелі, тому потрапляння води на них створює аварійну ситуацію для роботи енергосилового обладнання та небезпеку для обслуговуючого персоналу.

Для припинення фільтрації ґрунтових вод у будівлю насосної станції в місцях стикових з'єднань «стіна-труба» і «стіна-стіна» була застосована технологія відновлення герметичності бетонних споруд способом ін'єктування двокомпонентних поліуретанових смол з використанням бурових пакерів.

Для виконання робіт відібрана двокомпонентна поліуретанова смола Carbo Pur WF виробництва MINOVA Carbotech GmbH, Німеччина. Carbo Pur WF (модифікований поліізоціанат на основі 4,4'-дифенілметандіізоціанату) - двокомпонентна смола, яка використовується для тампонажу напірних течій; укріплення водоносних зон; усунення тріщин ($\geq 0,25$ мм); гідроізоляції підземних і наземних споруд.

Обидва компоненти Carbo Pur WF в об'ємному співвідношенні 1:1 ін'єктуються одночасно за допомогою двох насосів із змішуванням безпосередньо під час проходження через пакер.

Технологія усунення активних протічок складалась з наступних операцій:

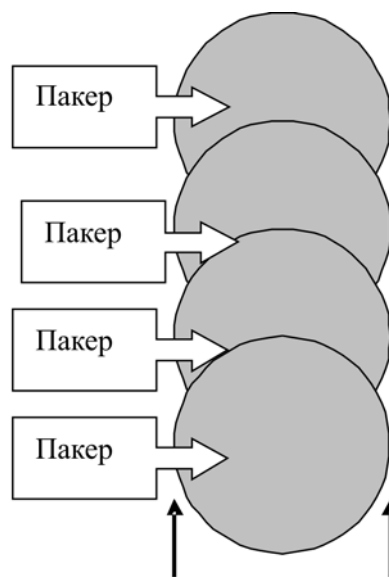
- буріння отворів під пакери;
- очищення отворів від бурового пилу;
- встановлення пакерів в отвори;
- нагнітання поліуретанових смол.



Рисунок 2 - Зони активної фільтрації води на Кочурській насосній станції

Отвори під пакери пробурювали під кутом 45° ; відстань між буровими пакерами приймалась у два рази менше за товщину стінки залізобетонної споруди, що ремонтувалась.

Ін'єктування поліуретанової смоли починали із самої нижчої точки і продовжували до тих пір, поки у сусідньому пакері не з'явиться смола, або спостерігалось різке підвищення тиску. Після цього перший пакер зачиняли і починали ін'єктування через сусідній пакер. Роботи проводили по всій довжині ремонтної ділянки. При цьому зони дії пакерів перекривалися (рис. 3).



Зона дії пакерів

Рисунок 3 – Схема взаємного перекриття зон дії пакерів

На рис. 4 показано ділянку стіни насосної станції, з пакерами, встановленими для проведення ін'єктування.

Таким чином було одержано щільний водонепроникний прошарок бетону, зміцнений спіненим поліуретаном.

Після закінчення процесу полімеризації пакери видаляли, а отвори заглушували ремонтною композицією.

Після закінчення ремонтно-відновлювальних робіт на Кочурській насосній станції осередки активної фільтрації були ліквідовані. На рис. 5 показано стан відремонтованих ділянок насосної станції в місцях ліквідованих активних протічок.



Рисунок 4 - Ділянка стіни насосної станції, підготовленої для ін'єктування



Рисунок 5 – Відремонтовані ділянки насосної станції

Періодичний огляд відремонтованих ділянок підтвердив ефективність розробленої технології ведення протифільтраційних робіт методом ін'єктування із використанням поліуретанової смоли Carbo Pur WF.

Висновок

Відпрацьована технологія усунення місць активних протічок методом ін'єктування за допомогою поліуретанових смол може бути використана при проведенні ремонтно-відновлювальних робіт на гідротехнічних спорудах водогосподарсько-меліоративного комплексу, у комунальному господарстві та інших галузях, де спостерігаються аналогічні проблеми.