

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ ІН'ЄКТУВАННЯ В БЕТОННІ МАСИВИ ТРАНСПОРТНИХ СПОРУД

У статті розроблена технологія ін'єктування розчину в бетонний елемент споруди та наведені різні способи нанесення ремонтного полімерного складу на основі алкілрезорцину на бетонну поверхню споруди, що застосовуються в залежності від ступеня руйнування конструкцій і забезпечують високий рівень зчеплення з бетоном конструкції.

В статье разработана технология инъецирования раствора в бетонный элемент сооружения и приведены разные способы нанесения ремонтного полимерного состава на основе алкилрезорцина на бетонную поверхность сооружения, которые применяются в зависимости от степени повреждения конструкции и обеспечивают высокий уровень сцепления с бетоном конструкции.

The technology of mortar injection into a concrete element of construction is developed in the paper. The different methods of applying the repair polymeric mortar on the base of alkylrezorcine on concrete surface of a construction, which are used depending on damage rate of the construction and provides high level of adhesion to concrete, are presented.

Ін'єкційний спосіб відновлення та ремонту пошкоджених бетонних та залізобетонних елементів транспортних споруд за допомогою розроблених розчинів на основі алкілрезорцинової смоли має ряд переваг як за міцністю та адгезійними характеристиками затверділого матеріалу, так і за якістю проведення робіт у специфічних умовах. Розроблена технологія дозволяє використати високий тиск для ін'єктування, а відповідно, збільшити відстань транспортування суміші та інтенсивність подачі розчину, скоротити кількість ін'єкційних пристосувань та забезпечити краще проникнення розчину в бетонний елемент споруди.

Обов'язковою умовою якісного виконання ремонтних робіт на транспортних спорудах є відсутність у складі ін'єкційного розчину фракції піску крупніше 2.5 мм, комків наповнювача та піску. Вимога по крупності піску задовольняється шляхом застосування класифікованого матеріалу. Крім того, перед ін'єкційним насосом встановлюється контрольне вібрсито з яєчками діаметром 5 мм, оскільки більш мілка сітка ускладнює проходження розчину.

Приготування ін'єкційного полімерного розчину здійснюється у високошвидкісному турбулентному змішувачі, який встановлюється безпосередньо біля місця здійснення робіт у технологічному ланцюгу ін'єктування перед розчинонасосом. Схема приготування ін'єкційного полімерного розчину наведена на рис. 1. Ін'єкційною установкою є змонтований та підготовлений до роботи розчинонасос (розчинонагнітач) з розчиномішалками та всіма пристосуваннями:

розчиноприводом, ін'єкторами та манометрами. Склад смоли, затверджувача, наповнювачів, добавок та заповнювачів перебуває при ін'єкційній установці. У приймальній ємкості 1 готується полімерний розчин на основі алкілрезорцинової смоли, після чого перевантажується в приймальний бункер 2 ін'єкційної установки. Суміш з бункера надходить в турбулентний змішувач 3 і транспортується з повітрям 5 по трубопроводу 4.

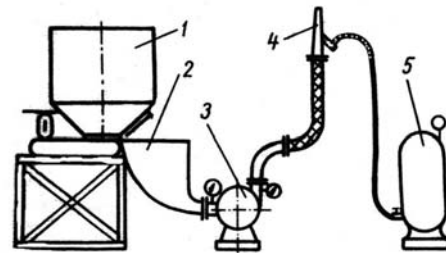


Рис. 1. Схема ін'єкційної установки

Технологія процесу ін'єктування визначає розташування механізмів та пристосувань на ін'єкційній установці. Ін'єктором є відрізок труби діаметром до 25 мм з гумовим ущільнювачем на кінці. Для закріплення в місці роботи ін'єктор має притискний пристрій. На кінці внутрішньої труби приварюють кільце, яке є упором для ущільнення. Натисненням зовнішньої труби через шайбу на гумовий ущільнювач, який спирається на упорне кільце, відбувається закріплення ін'єктора. Гумовий ущільню-

вач, розширювач від натискання, щільно заповнює шпару та не дає розчину виходити назовні [1].

У процесі ін'єктування (рис. 2) розчин поступово кольматує зону, що прилягає до ін'єкційного пристрою. Чим менше площа виходу розчину в порожнину ушкодження бетонного елементу, тим більше питомі витрати його в цій зоні та тим швидше відбувається кольматація, яка викликає ріст тиску в трубопроводі та вимагає зміни точки ін'єкції. У цьому випадку необхідно перемістити ін'єкційну трубу, забезпечуючи тим самим продовження ін'єкції в новій зоні. При нанесенні водонепроникного ремонтного шару на велику площину поверхні для збільшення площини виходу розчину здійснюється перфорація ін'єкційних труб на ділянці 15...25 см від торця. У ході експериментальних досліджень встановлено, що найбільш зручна перфорація здійснюється повздовжніми отворами шириною 12...15 мм [2, 3].

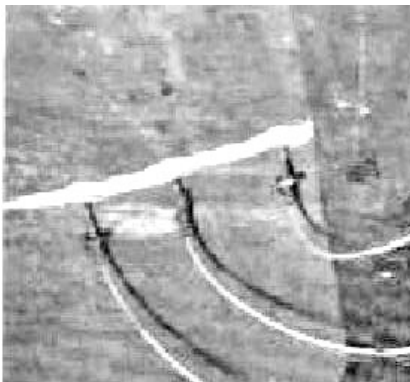


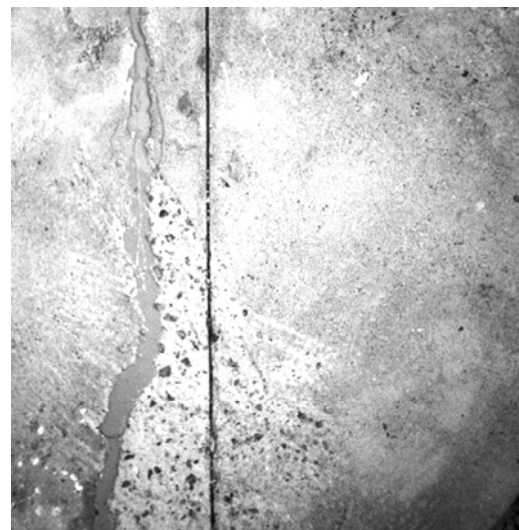
Рис. 2. Ін'єктування ремонтних ділянок гідротехнічного бетону (три ін'єктори)

Особливістю технології устрою захисних водонепроникних екранів на обводнених елементах споруди є проблема устрою робочих швів. Тому нанесення полімерного розчину відбувається по всій висині масиву без устрою горизонтальних швів. При аварійній зупинці ін'єктування поява неорганізованого робочого шва на екрані неминуче пов'язано з ослабленням контактної зони. Причиною цього явища є необхідність застосування ін'єкційного розчину підвищеної рухливості при продовженні ремонтно-відновлювальних робіт (рис. 3).

Розділення відновлюваної конструкції на блоки вертикальними швами при устрої захисних екранів можна здійснювати шляхом встановлення ткані сталеві сітки з ячейкою 2 x 2 мм. Така сітка не пропускає ін'єкційний розчин та забезпечує добрі зчеплення між нане-

сеним свіжим розчином та затвердженим розчином суміжного блоку [4].

Особливо важливим є контроль ступеню проникнення розчину в тріщини та каверни пошкодженого елемента споруди, для чого проведено комплекс дослідів, направлених на визначення витрат ін'єкційного розчину, який необхідний для визначеного об'єму бетонного масиву та забезпечуючого високий рівень зчеплення з бетоном конструкції (рис. 4).



а)



б)

Рис. 3. Технологія заповнення тріщин між блоками тунелю

При проведенні експериментів були змодельовані умови нагнітання за визначений час наповненого полімерного розчину на основі алкілрезорцину в частково зруйновану при силових впливах структуру бетону. Визначення

повного насичення бетонних зразків полімерним розчином здійснювалось з появою розчину на протилежній грані зразків-кубів бетону. Результати дослідів, проведених із зразками з бетону класу В25, надані в табл 1.

Таблиця 1

Ступінь насичення бетонних зразків-кубиків ін'єкційним розчином

Маса зразків, кг	Ступінь насичення зразків у часі, хв.													
	10		20		30		40		50		60		70	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
2.21	2.26	2.35	2.28	3.17	2.30	4.07	2.31	4.52	2.31	4.52	2.32	4.98	2.34	5.88
2.26	2.30	1.77	2.32	2.65	2.33	3.10	2.34	3.54	2.35	3.98	2.35	3.98	2.35	3.98
2.30	2.35	2.17	2.36	2.61	2.38	3.48	2.38	3.48	2.38	3.48	2.39	3.91	2.39	3.91

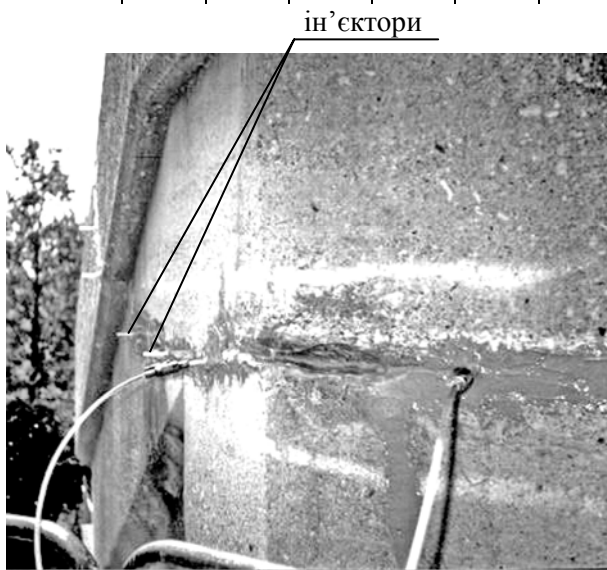


Рис. 4. Контроль ступеня проникнення ремонтного розчину в тріщини та каверни бетонного масиву

Аналізуючи дані табл. 1, необхідно відмітити, що інтенсивне насичення полімерним розчином зразків у вигляді кубиків бетону спостерігається в перші 30 хв., що характеризується збільшенням маси зразків на 2.5...4 %, а в більш пізній час не перевищуючи 4...6 %.

При визначенні міцності при стиску ін'єктованих зразків бетону встановлено, що вихідна міцність зразків в основному відновлюється, а в деяких випадках і збільшується (табл. 2) [5, 6].

Очевидно, це залежить від характеру попереднього руйнування зразків, оскільки ін'єкційні зразки з однією магістральною тріщиною відновлювали міцність практично повністю, а міцність ін'єкційних зразків, структура яких характеризувалася сіткою дрібних тріщин, відновлена на 90...95 % (рис. 5).

Таблиця 2

Визначення міцності при стиску бетонних зразків після ін'єкування

Міцність при стиску зразків до порушення цілісності, МПа	Характер структури зразків після порушення цілісності	Міцність при стиску (МПа) зразків, ін'єктованих протягом, хв.		
		20	30	40
30.3	Розподілені по обсязі зразка тріщини зі сколами бетону діаметром до 5 мм	27.1	29.3	30.8
31.8	Сітка дрібних тріщин з виходом на поверхню зразка	28.2	30.2	30.6
32.6	Магістральна тріщина шириною розкриття 1...3 мм із відгалуженнями шириною 0.3...0.5 мм	29.2	32.8	33.3

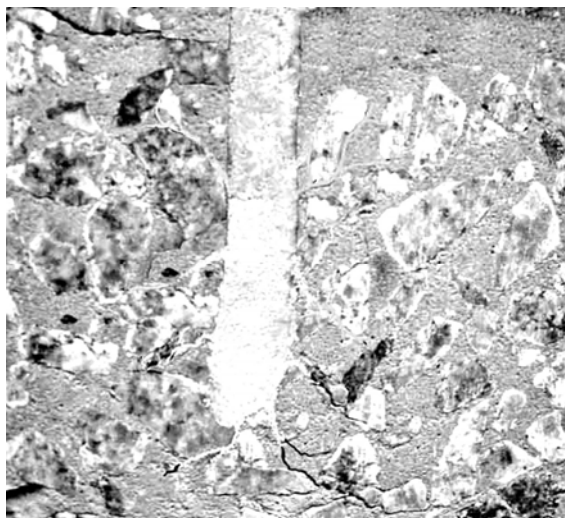


Рис 5. Структура ремонтної ділянки із сіткою дрібних тріщин поруч із ін'єкційною шпарою

Висновки: Розроблені різні способи нанесення ремонтного полімерного складу на основі алкілрезорцину на бетонну поверхню споруди, застосовувані залежно від ступеня руйнування конструкцій й які забезпечують високий ступінь зчеплення з бетоном конструкції.

Несуча здатність відновлених зразків незначно залежить від вихідної міцності бетону, тобто зразки з низькою (20 МПа) і високою (30 МПа) вихідною міцністю при повторному випробуванні витримали практично однаковий рівень руйнівного навантаження. Це пояснюється тим, що при повторному випробуванні в роботу включається вже не весь бетон, а лише приповерхневі шари берегів тріщин. Із цієї причини загальна несуча здатність зразка більше визначається адгезійною міцністю полімерного розчину, ніж когезійною міцністю бетону.

Розроблена технологія ґрунтується на застосуванні полімерних композицій, особливістю яких є хімічна взаємодія з бетоном відновлюваного елемента спорудження з формуванням у місцях контакту структурних зв'язків, що забезпечує відновлення експлуатаційних характеристик спорудження й захист від впливу вологого середовища.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Пшинько А. Н. Подводное бетонирование и ремонт искусственных сооружений. – Д.: Пороги, 2000. – 412 с.
2. Булатов А. И. Основы физико-химии промышленных жидкостей и тампонажных растворов. – М.: Недра, 1988. – 268 с.
3. Александрян Э. П. Восстановление и усиление бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений методом инъектирования полимеррастворов // Экспресс-информация. – ЦНТИ, 1993, № 14. – 22 с.
4. Белевич В. Б. Потери напора при пневмотранспорте строительных смесей / В. Б. Белевич, Н. П. Шиповский // Строительная теплофизика. – Минск, 1983. – С. 128-146.
5. Ольховик О. Е. Оптимальный температурный режим отверждения полимеров сетчатой структуры в условиях адгезионного контакта // Высокмолекулярные соединения, 1988, № 11. – С. 2531-2537.
6. Малинский Ю. М. О влиянии твердой поверхности на процессы релаксации и структурообразования в пристенных слоях полимеров // Успехи химии, 1970, № 8. – С. 27-31.

Надійшла до редколегії 30.01.2008.