

УДК 691.175:699.8

*Вітковський Ю.А., науковий співробітник,
лабораторія ЕВМС, Інститут водних проблем і
меліорації НААНУ, м. Київ*

ВІДНОВЛЕННЯ БЕТОНУ МЕТОДОМ ПОВЕРХНЕВОГО ПРОСОЧУВАННЯ ПОЛІМЕРНИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ УЛЬТРАЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ.

Проведення ремонтно-відновлювальних робіт на ранніх стадіях зруйнування бетонних конструкцій промислових та гідротехнічних споруд є запорукою їх довговічності та надійної технічної експлуатації.



Рисунок 1 - Початкова стадія руйнування залізобетонної конструкції

В лабораторії експлуатації водогосподарсько-меліоративних споруд розроблено технології поверхневого просочування бетону та просочувальні композиції, які дозволяють проводити відновлення бетону при ранніх стадіях зруйнування залізобетонної конструкції [1,2,3,5,6,7,8,9,10,11,12,13]. Для збільшення глибини просочування бетону при односторонньому поверхневому просочуванні бетонних конструкцій безпосередньо на місці їх експлуатації розроблено новий спосіб захисту та ремонту поверхні залізобетонних конструкцій [4,14]. Цей спосіб відрізняється тим, що просочування бетону проводять під дією на полімерну просочувальну композицію коливань із ультразвуковою частотою в 22000 Гц. Ультразвуковими вважаються коливання, що поширюються в пружному середовищі із надзвуковою частотою, тобто з частотою, що перевищує поріг чутливості людського вуха – 20000 Гц. Під впливом коливань ультразвукової частоти у рідкому середовищі виникають гідродинамічні мікропотоки, що направлені від поверхні ультразвукового генератора всередину бетону, який представляє собою капілярно-пористе тіло. Відомо, що вплив ультразвукових коливань призводить до прискорення процесів масообміну [15]. Найбільш вагомими в цьому є процеси, які відбуваються в граничному шарі. Прискорення процесу дифузії рідини в капілярно-пористе тіло відбувається внаслідок інтенсифікації масообміну між граничним шаром та рідким середовищем, що контактує із ним. Причинами звукового прискорення процесів масообміну є зміни характеру руху рідини в акустичному граничному шарі. Під впливом ультразвукових коливань відбувається перехід ламінарного руху рідини в граничному шарі до турбулентного, який як відомо інтенсифікує процеси переносу [15,16].

Таким чином робочою гіпотезою створення нового способу просочування бетону рідкими полімерними композиціями є виникнення в просочувальній композиції під дією ультразвукових коливань гідродинамічних потоків із певним гідродинамічним тиском та турбулентного руху просочувальної композиції в граничному шарі, що сприяє інтенсифікації процесу переміщення полімерної просочувальної композиції в капілярах і мікротріщинах бетону. Під дією коливань ультразвукової частоти за рахунок гідродинамічного тиску просочувальної композиції та інтенсифікації процесу переміщення рідкої полімерної просочувальної композиції в капілярах бетону за рахунок її турбулентного руху в граничному шарі відбувається збільшення глибини просочування бетону та ступінь заповнення капілярних пор бетону просочувальною полімерною композицією. Внаслідок цього підвищуються фізико-механічні властивості просоченого бетону в порівнянні із звичайним способом просочування під дією сил капілярного всмоктування.

Досліджували міцність при стиску та водопоглинання бетонних зразків до просочування, міцність при стиску та водопоглинання бетонополімеру, отриманого просочуванням під дією сил капілярного всмоктування, міцність при стиску та водопоглинання бетонополімеру, отриманого просочуванням під дією ультразвукових коливань. Водопоглинання бетонних та бетонополімерних зразків вимірювали згідно з

ДСТУ Б В.2.7 – 170 : 2008 «Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності». Міцність на стиск визначали методом штампу, згідно з методики [17]. Для цього виготовлені зразки з просоченим (бетонополімерним) поверхневим шаром розпилювали на каменерізальному станку, відрізаючи від зразка верхній просочений шар товщиною 20 мм. Потім бетонополімерний зразок розмірами 150 x 150 x 20 мм розміщували на випробувальному стенді між двох металевих штампів – циліндрів діаметром та висотою 100 мм (рис. 2) [17].

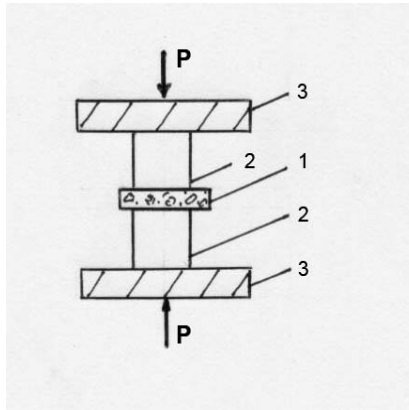


Рисунок 2 - Схема випробування бетонополімерного зразка на міцність при стиску методом штампа:

- 1 – зразок просоченого бетону (бетонополімеру);
- 2 – металеві циліндри (штампи) діаметром та висотою 100 мм;
- 3 – опорні плити пресу

Фізико-механічні властивості бетону, просоченого полімерними композиціями під впливом ультразвукових коливань, наведено в таблиці 1 і таблиці 2.

Таблиця 1 - Фізико-механічні властивості бетону, просоченого вініловими композиціями під впливом ультразвукових коливань

№ п/п	Просочувальна композиція	Міцність при стиску, R_{st} МПа			Водопоглинання, %		
		бетон	бетонополімер	бетонополімер при УЗК	бетон	бетонополімер	бетонополімер при УЗК
1	α -метилстирол [10]	24,8	55,2	58,4	10,2	1,0	0,7
2	α -метилстирол полістирол [11]	24,8	56,3	62,6	10,2	0,9	0,7
3	α -метилстирол бутадієнстирольний каучук полістирол [13]	24,8	60,4	66,5	10,2	0,9	0,6
4	стирол α -метилстирол полістирол [8]	24,8	54,4	59,1	10,2	1,1	0,8
5	стирол бутадієнстирольний каучук полістирол [7]	24,8	56,8	61,6	10,2	0,9	0,7

Кінець таблиці 1

№ п/п	Просочувальна композиція	Міцність при стиску, R_c МПа			Водопоглинання, %		
		бетон	бетонополімер	бетонополімер при УЗК	бетон	бетонополімер	бетонополімер при УЗК
6	стирол α -метилстирол бутадієнстирольний каучук полістирол [9]	24,8	58,4	63,8	10,2	0,9	0,7

Таблиця 2 - Фізико-механічні властивості бетону, просоченого стирол-ізоціанатними композиціями під впливом ультразвукових коливань

№ п/п	Просочувальна композиція	Міцність при стиску, $R_{ст}$ МПа			Водопоглинання, %		
		бетон	бетонополімер	бетонополімер при УЗК	бетон	бетонополімер	бетонополімер при УЗК
1	стирол-ізоціанатна [2]	24,8	58,6	65,2	10,2	0,9	0,7
2	стирол-ізоціанатно- олігоефіракрилатна [12]	24,8	59,9	67,1	10,2	0,8	0,6
3	стирол-ізоціанатно- макродізоціанатна [3]	24,8	62,1	68,2	10,2	0,9	0,7
4	стирол-ізоціанатно- толуїлендізоціанатна [5]	24,8	59,6	65,5	10,2	0,9	0,7
5	стирол-ізоціанатно-епоксидна [1]	24,8	60,1	65,8	10,2	0,8	0,6

ЛІТЕРАТУРА

1. Патент на корисну модель № 25179 Україна, МПК С 04 В 41/00. Просочувальна полімерна композиція / Вітковський Ю. А., Коваленко О. В., Шаршунов А. Б., Пукас М. Д.; заявл. 05.04.2007; опубл. 25.07.2007, Бюл. № 11.
2. Патент на корисну модель № 37031 Україна, МПК С 04 В 41/00. Просочувальна полімерна композиція / Коваленко О. В., Вітковський Ю. А.; заявл. 24.06.2008; опубл. 10.11.2008, Бюл. № 21.
3. Патент на корисну модель № 38245 Україна, МПК С 04 В 41/00. Просочувальна полімерна композиція / Коваленко О. В., Вітковський Ю. А.; заявл. 12.08.2008; опубл. 25.12.2008, Бюл. № 24.
4. Патент на корисну модель № 44451 Україна, МПК Е 04 В 1/62. Спосіб захисту та ремонту поверхні залізобетонних конструкцій

- / Вітковський Ю. А., Коваленко О. В.; заявл. 13.03.2009; опубл. 12.10.200, Бюл. № 19.
5. Патент на корисну модель № 46974 Україна, МПК С 04 В 41/00. Просочувальна полімерна композиція /Коваленко О.В., Вітковський Ю.А.; заявл. 28.07.2009, опубл. 11.01.2010, Бюл. № 1
6. Патент на корисну модель № 46977 Україна, МПК Е 04 В 1/62.
Спосіб відновлення поверхні залізобетонних конструкцій
/ Вітковський Ю. А., Коваленко О. В.; заявл. 28.07.2009, опубл. 11.01.2010, Бюл. № 1.
7. Патент на корисну модель № 46978 Україна, МПК С 04 В 41/00.
Композиція для просочування бетонних виробів
/ Вітковський Ю. А., Коваленко О. В.; заявл. 28.07.2009, опубл. 11.01.2010, Бюл. № 1.
8. Патент на корисну модель № 48070 Україна, МПК С 04 В 41/00.
Композиція для просочування бетонних виробів
/ Вітковський Ю. А., Коваленко О. В.; заявл. 28.07.2009, опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.
9. Патент на корисну модель № 48376 Україна, МПК С 04 В 41/00.
Композиція для просочування бетонних виробів
/ Вітковський Ю. А., Коваленко О. В.; заявл. 28.07.2009, опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.
10. Патент на корисну модель № 48377 Україна, МПК С 04 В 41/00.
Композиція для просочування бетонних виробів / Вітковський Ю. А., Коваленко О. В.;
заявл. 28.07.2009, опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.
11. Патент на корисну модель № 48378 Україна, МПК С 04 В 41/00.
Композиція для просочування бетонних виробів
/ Вітковський Ю. А., Коваленко О. В.; заявл. 28.07.2009, опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5.
12. Патент на корисну модель № 54281 Україна, МПК С 04 В 41/00.
Просочувальна полімерна композиція / Вітковський Ю. А., Коваленко О. В. ;
заявл. 02.03.2010, опубл. 10. 11. 2010, Бюл. № 21.
13. Патент на корисну модель № 59915, Україна, МПК С 04 В 41/00.
Композиція для просочування бетонних виробів
/ Вітковський Ю. А., Коваленко О. В.; заявл. 07.10.2010; опубл. 10. 06. 2011, Бюл. № 11.
14. Висновок про видачу Патенту на корисну модель по заявці № U 201115423 «Установка для просочування залізобетонних конструкцій» / Вітковський Ю.А. від 26.12.2011 р.
15. Мощные ультразвуковые поля / Под ред . Розенберга Л. Д. - М.: Наука, 1968. - 256 с.
16. Ангелов Г. С. Применение ультразвука в промышленности / Ангелов Г. С., Ермолов И. Н., Марков А. И.- М.: «Машиностроение»; София: «Техника», 1975. - 239 с.
17. Лещинский М. Ю. Испытание бетона / Лещинский М.Ю. - М.: Стройиздат, 1980. - 360 с.