

2. ДСТУ Б В.2.6.36-: 2008: «Конструкции зданий и сооружений. Системы фасадные теплоизоляционно-отделочные сплошные с облицовкой штукатурками. Общие технические условия».
3. ГОСТ 23486-79. Панели металлические трехслойные стеновые с утеплителем из пенополиуретана. Государственный комитет СССР по делам строительства, Москва, 1979. – 19с.
4. European Recommendations for Sandwich Panels (CIB 2000). Part 1: Design. Rotterdam, 2000. – 168р.
5. ДСТУ Б.В.1.2-3:2006. Прогибы и перемещения. Требования проектирования. Минстрой, Киев: 2006, 12 с.
6. Панели металлические трехслойные строительные серии «Алютерм». ТУ У В.2.6-28.1-32564237-001:2007. – Харьков, 2010. – 74с.
7. Experimental investigation of wall and roof sandwich panels of «Aluterm» series (Экспериментальное исследование стеновых и кровельных сэндвич-панелей серии «Алютерм»). / В.С. Шмуклер, Е.И. Лугченко, Е.А. Петрова. // Коммунальное хозяйство городов. – № (2015) .

УДК 624.012.35:691.175:69.059.4

Довбенко В.С.

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне

РЕСУРС І ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ПРИДАТНІСТЬ БЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ПІДСИЛЕНИХ ПОЛІМЕРНОЮ КОМПОЗИЦІЄЮ, ПРОТЯГОМ ТРИВАЛОГО ПЕРІОДУ

Вступ. У процесі експлуатації будівельні конструкції будівель та споруд втрачають свої початкові міцнісні та деформативні властивості, що вимагає для подальшої нормальної експлуатації підсилення, відновлення та ремонту. Дані процеси потребують пошуку нових раціональних і економічно обґрунтованих конструктивних рішень.

Впровадження нових технологій, методів та матеріалів дозволяє вирішувати важливі завдання щодо підсилення, відновлення та ремонту бетонних і залізобетонних конструкцій. Одним із шляхів вирішення вказаних проблем є використання полімерних матеріалів. В області технологій полімерних матеріалів, на даний час, досягнуто значного успіху. Розроблено технологію підсилення залізобетонних конструкцій з використанням полімерних композицій проникаючої дії, на основі мономер-ізоціанату. Полімерна композиція - це рідина, яка в процесі полімеризації в тілі бетону перетворюється в полімер. Полімерна композиція, просочуючи бетон, утворює новий композиційний матеріал, який

відрізняється своїми механічними характеристиками. Відомий факт, що у бетонних елементах з часом покращуються механічні характеристики, а у полімерних матеріалів, навпаки, погіршуються.

Ефективність підсилення залізобетонних конструкцій полімерною композицією наведено у роботах [1, 2]. Разом з тим, відсутні дані щодо роботи бетонних і залізобетонних конструкцій, підсилених полімерною композицією, протягом тривалого періоду. Як відомо, полімерні матеріали, в тому числі композиції, з часом втрачають свої початкові властивості. Постає питання безпечної експлуатації таких конструкцій, їх ресурс і термін, вплив на показники надійності підсиленої конструкції в цілому як технічної системи, яка може стати непридатною до нормальної експлуатації, враховуючи погіршення властивостей полімерів з часом.

Мета і завдання. Вивчення характеристик міцності та деформативності бетонних елементів, підсилених полімерною композицією у різному віці.

Результати досліджень. Для проведення експериментальних досліджень бетонних елементів було виготовлено зразки-куби розміром 150×150 мм та зразки-призми розміром 150×150×600 мм із важкого бетону в кількості по 24 шт. Для приготування бетонної суміші використано такі матеріали: цемент ПЦ П/А-Ш-500 Здолбунівського цементного заводу, гранітний щебінь крупністю 5...20 мм та пісок $M_k = 1,9$ мм. Виготовлення зразків здійснювалося в горизонтальній металевій касетній опалубці. Ущільнення бетонної суміші було проведено вібраційним способом. В результаті чого, через 5 діб твердіння бетону було здійснено розпалубку зразків. Твердіння бетонних зразків відбувалося в нормальних температурно-вологісних умовах.

Характеристики міцності та деформативності бетону досліджувалися в чотири етапи. Перший етап включав випробування контрольних (звичайних бетонних зразків, які не підсилювалися) і підсиленних (просочених полімерною композицією) зразків-призм у віці 28 діб; другий - 90 діб; третій - 180 діб; четвертий - 360 діб. На кожному етапі

досліджень випробувано по три контрольні та підсилені зразки-близнюки.

У роботі в якості підсилення використано полімерну композицію, яка відноситься до групи матеріалів проникаючої дії та є останньою модифікацією полімерних композицій на основі поліізоціанатів. Підсилення дослідних зразків здійснювалося шляхом нанесення полімерного матеріалу на бетонну поверхню за допомогою пензля через 10...30 хвилин до повного насичення (приблизно 3-4 шари). Варто зазначити той факт, що перед підсиленням бетонних дослідних зразків, зі всіх граней поверхонь було знято «цементне молочко». Ознакою насичення бетону була поява на ньому глянцевої поверхні темно-коричневого кольору. Середня витрата полімеру складала 600 мл/м².

Механічні характеристики контрольного бетону та бетону підсиленого полімерною композицією визначено дослідним шляхом за результатами випробування зразків-кубів та призм на центральний стиск у гідравлічному пресі ПГ – 250 (рис. 1) відповідно до [4, 5].

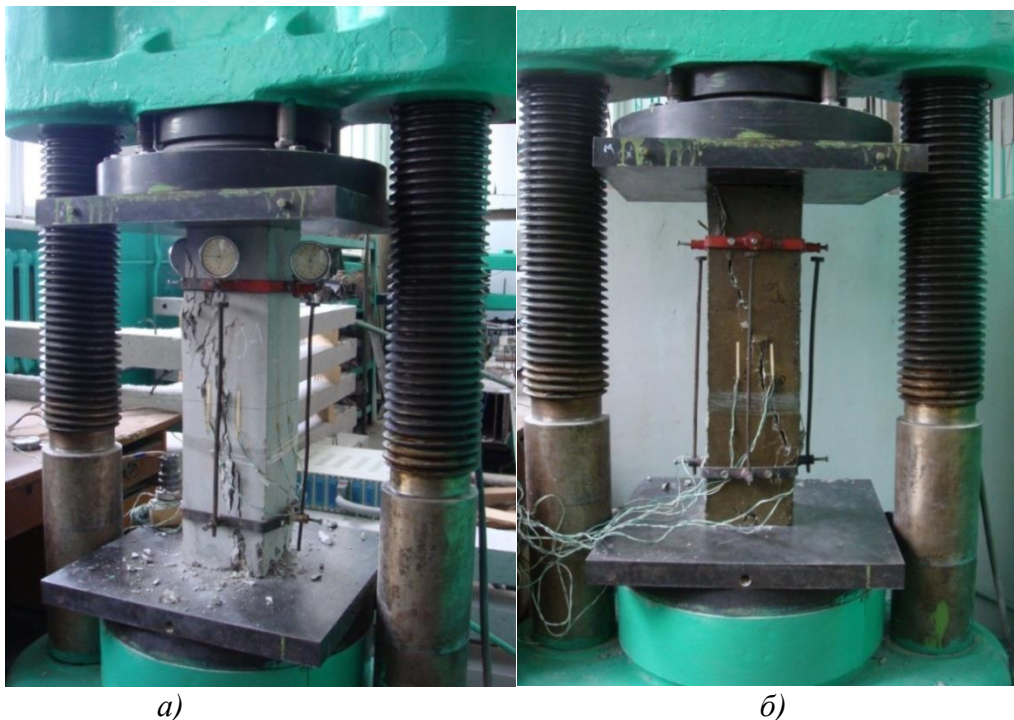


Рис. 1 Загальний вигляд випробування зразків-призми на стиск:
а) контрольних; б) підсилених

Перед початком випробувань призма відцентровано за геометричними осями. Для цього дослідні зразки було навантажено приблизно до 0,1 від очікуваного руйнівного зусилля, після чого визначалися розбіжності в показниках чотирьох індикаторів. За наявності помітної розбіжності в показниках індикаторів, призми переміщувались в напрямку індикатора, який мав більші показники. Навантаження повторювалися до того часу, поки різниця в показниках не перевищувала 10%. Центрування призми було досягнуто за тричотири попередніх навантаження. Під час попередніх навантажень помітні залишкові деформації не спостерігалися, тому можна вважати, що такі навантаження не впливали на загальне деформування призми при основних випробуваннях.

Одноразове навантаження до всіх зразків прикладалося ступенями до руйнування, величина яких приймалася рівною $\approx 10\%$ від очікуваного руйнівного зусилля. Навантаження на кожному ступені здійснювали з постійною швидкістю, витримування тривало протягом 5 хвилин. Відносні деформації зразків вимірювалися тензорезисторами з базою вимірювань 50 мм, що наклеювалися на чотирьох бокових гранях у поздовжньому напрямку (по два тензорезистора на кожній грані). Тензорезистори під'єднувалися до багатоканальної тензометричної вимірної системи ВНП-8, яка фіксувала деформації матеріалу. З метою уникнення недостовірності результатів тензорезистори дублювалися індикаторами годинникового типу з ціною поділок 0,001 мм на базі 400 мм. Для кріплення індикаторів використовувалися пристосування у вигляді сталевих рамок, що закріплювалися на зразках за допомогою упорних гвинтів (див. рис. 1).

На першому етапі, у віці 28 діб, середня кубова міцність контрольного бетону за результатами досліджень трьох зразків-близнюків становила $f_{ck,cube}=15,1$, підсиленого - $f_{ck,cube} = 16,8$ МПа. Значення міцності контрольних бетонних зразків-призм на стиск (призмове міцність) становило $f_{ck,prism} = 12,5$ МПа, відносні деформації при цьому складали $\epsilon_{ck} = 0,97\%$, а значення міцності підсиленого бетону (призм

мова міцність) - $f_{ck,prism} = 13,0$ МПа, відносні деформації - $\epsilon_{ck} = 0,80\%$. Значення середнього коефіцієнта варіації міцності бетону V_{ck} : контрольного зразка - 24,2%, підсиленого - 17,9%.

Результати випробування дослідних зразків-призм чотирьох етапів досліджень наведено в табл. 1.

Випробуваннями дослідних контрольних зразків другого етапу, у віці 90 діб, встановлено таку міцність: $f_{cm,cube}^{90} = 16,4$ та $f_{cm,prism}^{90} = 14,9$ МПа. За результатами досліджень призми на осьовий стиск відносні деформації контрольного бетону при $\sigma_c = f_{cm,prism}^{90}$ становили $\epsilon_{cm}^{90} = 0,94\%$. Середнє значення міцності підсиленого бетону даного етапу для кубів та призми складало відповідно $f_{cm,cube}^{90} = 18,9$ та $f_{cm,prism}^{90} = 15,6$ МПа, а відносні деформації підсиленого бетону при $\sigma_c = f_{cm,prism}^{90}$ становили $\epsilon_{cm}^{90} = 0,87\%$.

Таблиця 1 - Результати випробування дослідних зразків-призм

Період випробування	Контрольні призм			Підсилені призм		
	$f_{c,prism}$, МПа	ϵ_c , %	V_c , %	$f_{c,prism}$, МПа	ϵ_c , %	V_c , %
I етап 28 діб	12,5	0,97	24,2	13,0	0,80	17,9
II етап 90 діб	14,9	0,94	20,1	15,6	0,87	11,5
III етап 180 діб	16,5	1,06	14,9	17,1	0,87	15,8
IV етап 360 діб	17,7	1,13	16,0	18,4	0,99	15,1

На третьому етапі експериментальних досліджень зразків, у віці 180 діб, визначено такі характеристики: $f_{cm,cube}^{180} = 19,2$ та $f_{cm,prism}^{180} = 16,5$ МПа, відносні деформації контрольного бетону при $\sigma_c = f_{cm,prism}^{180}$ становили $\epsilon_{cm}^{180} = 1,06\%$. Середнє значення міцності підсиленого бетону третього етапу досліджень для кубів та призми становили відповідно $f_{cm,cube}^{180} =$

20,7 та $f_{cm,prism}^{180} = 17,1$ МПа, а відносні деформації підсиленого бетону при $\sigma_c = f_{cm,prism}^{180}$ склали $\varepsilon_{cm}^{180} = 0,87\%$.

Четвертий завершальний етап дослідження проведено після річної витримки зразків (360 діб). За результатами випробувань трьох зразків-близнюків отримано такі значення кубової міцності: для контрольного бетону $f_{cm,cube}^{360} = 19,9$ МПа, підсиленого - $f_{cm,cube}^{360} = 21,3$ МПа. Значення призмової міцності контрольного бетону становило $f_{cm,prism}^{360} = 17,7$ МПа, відносні деформації склали $\varepsilon_{cm}^{360} = 1,13\%$, а значення міцності підсиленого бетону (призмова міцність) становила $f_{cm,prism}^{360} = 18,4$ МПа, відносні деформації склали - $\varepsilon_{cm}^{360} = 0,99\%$ (див. табл. 1).

Висновки. Експериментальними дослідженнями встановлено, що у бетонних елементів, підсилених полімерною композицією, у більш пізньому віці 180 і 360 діб старіння полімеру не спостерігається, про що свідчать характеристики міцності та деформативності. Дані дослідження є лише початковим етапом вивчення впливу полімерної композиції проникаючої дії на основі поліізоціанату на роботу бетонних, а також залізобетонних елементів протягом тривалого часу. Вивчення роботи бе-

тонних і залізобетонних конструкцій, підсилених полімерною композицією протягом тривалого періоду, їх ресурсу, необхідно для проектування та прогнозування безпечної експлуатації та довговічності таких конструкцій.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Веселовский Д.Р. Свойства и технологии ремонта бетона железобетонных конструкций полимерными композициями на основе модифицированных изоцианатов: дис. канд. техн. наук / Д.Р. Веселовский. - Днепропетровск, 2009. - 145 с.
2. Довбенко В.С. Напряжено-деформований стан залізобетонних згинальних елементів, підсилених полімерною композицією: дис. канд. техн. наук / В.С. Довбенко. - Рівне, 2015. - 229 с.
3. Научно-инженерный центр «Адгезив» www.adgeziv.com.
4. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками: ДСТУ Б В.2.7-214: 2009. – [Чинний від 2010-09-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 36 с. - (Національний стандарт України).
5. Бетони. Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона: ДСТУ Б В.2.7-217:2009. – [Чинний від 2010-09-01]. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. – 17 с. - (Національний стандарт України).

UDC 691.58:688.2

Basheer N. Younis, Mouna Abdalhkem.

Kharkov National University of Construction and Architecture

EXPERIMENTAL STUDY ON REPAIR OF REINFORCED CONCRETE BEAMS USING POLYMERIC RESIN (acrylic and epoxy)

1. Introduction

The commonly held view, that concrete is a durable, maintenance-free construction material has been changed in recent years. Several examples can be shown where concrete did not perform as well as it was expected. Although hundreds of thousands of successful reinforced concrete structures are annually constructed worldwide, there are large numbers of concrete structures that deteriorate, or become unsafe due to inadequacy of design detailing, construction and quality

of maintenance, overloading, chemical attacks, corrosion of rebar, foundation settlement, abrasion, fatigue effect, atmospheric effects, abnormal floods, changes in use, changes in configuration and natural disaster (recent earthquake of Gujarat), etc. All of these factors affecting the durability of concrete structures. In recent years, the growing need to maintain and repair structures has brought about a definite variation in the expenditure for restoration compared to the investment for new structures [1].