

7. Павлов, А.Н. Опыт управления проектами на основе стандарта PMI PMBOK. Изложение методологии и опыт применения / А.Н. Павлов. – Москва: БИИОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 208 с.

8. Милошевич, Д. Набор инструментов для управления проектами / Драган З. Милошевич: Пер. с англ. Мамонтова Е.В.: Под ред. Неизвестного С.И. – Москва: Компания АйТи, ДМК Пресс, 2009. – 729 с.

9. Альбом паспортов проектов для повторного применения в строительстве. Дополнение к выпуску 4 / Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2008.

10. Альбом паспортов проектов для повторного применения в строительстве. Выпуск 7 / Минстройархитектуры Респ. Беларусь. – Минск, 2011.

УДК 624.014.2:691.32

Л.І. Стороженко, Т.Ю. Качан, П.С. Білокуров, О.Г. Горб, Г.І. Гришко

ЗАСТОСУВАННЯ АКРИЛОВИХ КЛЕЇВ ПРИ ПІДСИЛЕННІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК

На сьогодні в будівельній індустрії все частіше при підсиленні, реконструкції та відновленні залізобетонних конструкцій та при влаштуванні анкерних засобів використовуються різноманітні полімерні розчини. Серед найбільш поширених в будівництві клеїв, за рахунок ряду переваг та відносно низької вартості, найбільш раціональним є використання для забезпечення сумісної роботи бетону і сталі акрилового клею. Тому виникає необхідність в експериментальних дослідженнях і теоретичному вивченні з'єднань бетону та сталі за його допомогою та конструкцій, в яких сумісна робота складових частин забезпечується за допомогою цих з'єднань.

Довгий період дослідженням акрилових клеїв та з'єднань на їх основі займалася наукова школа створена в Харківській національній академії міського господарства. Саме там були визначені основні фізико-механічні властивості акрилових клеїв та доведені їх переваги порівняно з іншими при забезпеченні сумісної роботи бетону і сталі [1-3, 7]. Навіть найновіші розробки традиційних анкерувальних засобів [4, 5], є надто матеріалоємними та трудомісткими для відновлення несучої здатності залізобетонних згинальних елементів. А останні дослідження [6] з'єднань сталі та свіжоукладеної бетонної суміші з допомогою акрилового клею, при виготовленні сталезалізобетонних конструкцій, дають можливість взагалі обійтися без анкерування. Отже, виникає необхідність перевірити можливість використання з'єднань на основі акрилових клеїв замість традиційних способів забезпечення сумісної роботи сталі та бетону при підсиленні та реконструкції залізобетонних згинальних елементів.

Метою проведення експериментальних випробувань було дослідження:

- можливості застосування клейового з'єднання бетонної та сталеві частин залізобетонних згинальних елементів для збільшення їх несучої здатності;
- особливостей сумісної роботи двох складових комплексної конструкцій при клейовому з'єднанні;
- значень прогинів і деформацій на різних ступенях завантаження;
- характеру руйнування дослідних зразків.

Для отримання експериментальних результатів, які дадуть можливість достатньою мірою судити про особливості роботи підсилених залізобетонних елементів із використанням клейового з'єднання бетону та сталі були

запроектовані згинальні елементи прямокутного перерізу прольотом 2,1 м із підсиленням і без нього.

Зразки поділялись на 3 серії, призначення яких відповідає вимогам для окремого вивчення різних факторів, від котрих може залежати ступінь впливу згинального моменту на міцність і деформативність досліджуваних конструкцій. Вивчаючим фактором є наявність та тип підсилення за рахунок клейового з'єднання сталєвої та бетонної частини.

Зразки згинальних елементів – залізобетонні балки прямокутного перерізу розміром 200×100 мм. Армування виконане у вигляді каркасу, який складається з двох розтягнутих та двох стиснутих стержнів діаметром 10 мм класу А400С, з'єднаних поперечними хомутами з кроком 200 мм. При цьому захисний шар становить 20 мм. Балки виготовлені в заводських умовах з важкого бетону класом за міцністю С16/20, який було встановлено, в результаті набуття бетоном проектної міцності після 28 діб зберігання за нормальних умов, шляхом випробування бетонних кубів та призм на стиск. Потім на розмічені ділянки розтягнутої грані наносився шар акрилового клею із дотриманням технології влаштування з'єднання товщиною 3 мм з подальшим приклеюванням відповідного підсилення. Відрізняються зразки один від одного наявністю та типом підсилення у вигляді приклеєного зовнішнього армування. Тобто зразок Б1 не має підсилення, зразок Б2 підсилений сталєвим листом розміром 2100×100×5 мм, зразок Б3 підсилений парою рівнополичкових кутиків 40-5 довжиною 2,1 м.

Для влаштування клейового з'єднання використовується двокомпонентний (полімерне в'язуче, наповнювач) акриловий клей з наповнювачем, склад якого розроблений у Харківській національній академії міського господарства. Найбільш оптимальним складом клею для проведення будівельних робіт є: 100 мас-частин полімеру, 100 мас-частин затверджувача, 150 – 300 мас-частин наповнювача в залежності від крупності кварцового піску. В нашому випадку ця пропорція становить 1:1:2.

У якості полімерного в'язучого застосовується акрилова пластмаса АСТ-Т, що являє собою компаунд холодного твердіння типу порошок-рідина. Порошкоподібний компонент АСТ-Т – високомолекулярна речовина, що являє собою суспензійний полімер на основі метилакрилату. Рідинний компонент (затверджувач) акрилових самотвердіючих пластмас АСТ-Т – метиловий ефір метакрилової кислоти.

Затвердіння акрилової пластмаси здійснюється мимовільно при нормальній температурі за рахунок полімеризації, заснованої на реакції окислювально-відновних систем. Як наповнювач може використовуватися кварцовий пісок із крупністю зерен від 0,16 до 0,63 мм. Пісок повинен бути сухим, без сторонніх домішок і включень. Для підвищення адгезійних, когезійних, технологічних та ін. властивостей можуть застосовуватися модифікатори (наприклад, оксид цинку ZnO).

Під час приготування акрилового клею змішують полімер із затверджувачем і після набрякання цієї пластмаси вводять у неї кварцовий пісок. У процесі набрякання підвищується в'язкість компаунда, яка після його закінчення не змінюється ні від температури навколишнього середовища, ні від складу компаунда. За рахунок низької в'язкості акриловий клей володіє гарним укладанням.

Наповнюваність акрилового клею залежить від складу компаунда і крупності зерен піску. Так, зі збільшенням кількості затверджувача з 60 до 200 мас-частин

на 100 мас-частин полімеру, наповнюваність кварцовим піском із крупністю зерен 0,16 мм збільшиться з 160 до 700 мас-частин.

Однією з найважливіших технологічних характеристик клею є його життєздатність, тобто проміжок часу, протягом якого його можна застосовувати для виготовлення конструкцій. Вона залежить від його складу і температури середовища. Наприклад, для одного й того складу клею при зміні температури від 25 до 10°C життєздатність складе 16 – 250 хв., яка також значно зростає зі збільшенням кількості затверджувача у складі компаунда та дещо при збільшенні кількості наповнювача. Акрилова пластмаса АСТ-Т полімеризується без виділення побічних речовин, що позитивно позначається на якості клейового шва і міцності матеріалу. При одній і тій же температурі навколишнього середовища кінетика полімеризації для різних складів ідентична, що простежується за внутрішньою температурою полімеризованого акрилового клею, що змінюється в результаті виділення екзотермічного тепла від 30-35 на початковій стадії до 105°C під час екзотермічного піка.

Акрилові клеї мають високу довговічність. При багаторазовому заморожуванні і відтаванні міцність на стиск через 20 циклів зменшується на 10%. Потім вона зростає і до 140 циклів досягає свого початкового значення. Збільшення міцності спостерігається до 180 циклів і складає 2,1% у порівнянні з початковою величиною. Надалі до 500 циклів істотних змін міцності не спостерігалося.

Таким чином можна стверджувати, що акриловий клей володіє високими технологічними та когезійними властивостями. Він простий і надійний у приготуванні, має низьку в'язкість, яка не залежить від температури навколишнього середовища, що дозволяє його використання на відкритому повітрі в будь-яку пору року.

При підсиленні та ремонті залізобетонних конструкцій полімерними композиціями акриловий клей відповідає наступним загальним вимогам:

- адгезійна та когезійна міцність полімер-розчину має бути не нижче міцності бетону залізобетонних елементів, що підсилюються або з'єднуються;
- коефіцієнт лінійного розширення полімерної композиції повинен бути близьким до коефіцієнту лінійного розширення бетону;
- підсилена, відновлена залізобетонна конструкція або її з'єднання повинні бути стійкими до впливу експлуатаційного середовища і в цих умовах забезпечувати необхідну довговічність;
- технологічна життєздатність полімеррозчину повинна відповідати виробничим вимогам та мати можливість до її регулювання в залежності від умов виробництва;
- використовувані в полімерній композиції складові повинні мати мінімальну токсичність, а в затверділому стані полімер-розчин повинен бути абсолютно нешкідливим.

Випробування проводилися за схемою однопролітної вільно обпертої балки, навантаженої двома силами. Розрахунковий проліт балок становив 2000 мм, а зона чистого згину 600 мм. Випробування проводилися на дію короточасних навантажень на пресах лабораторії кафедри ЗБ і КК та ОМ Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кодратюка.

Під час проведення експериментальних досліджень напружено-деформованого стану зразків на дію згинального моменту відмічались характерні

особливості розподілення деформацій по висоті перерізу, а також інтенсивність зростання прогинів та характер руйнування. Відносні поздовжні деформації по висоті й ширині елементів із метою виключення зусиль зсуву вимірювалися в зоні чистого згину за допомогою електротензорезисторів типу 2ПКБ 20-200в однієї комплекстності з вибірковою перевіркою на придатність за ГОСТ 21615-76, схеми розташування яких зображено на рис. 1. Відліки по електротензорезисторах знімалися за допомогою приладу "ВНП-8". Вертикальні переміщення згинальних зразків у процесі навантаження фіксувалися за допомогою прогиноміра "Листова" типу ПАО-6, який установлювався по середині прольоту.

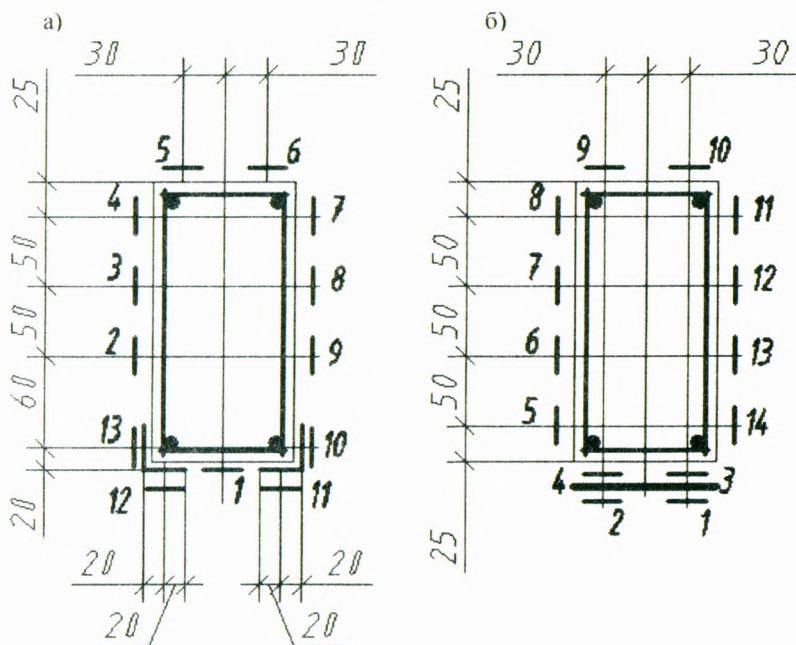


Рисунок 1 – Схеми розміщення електротензорезисторів
а) зразок Б2; б) зразок Б3

Згідно прийнятій методиці проведення експериментальних досліджень несучої здатності і деформативності підсилених залізобетонних балок вимірювання деформацій проводилися в зоні чистого згину з метою виключення впливу зусиль зрізу. В ході проведення досліджень напружено-деформованого стану нормальних перерізів експериментальних зразків під дією навантаження відмічались характерні особливості розподілу деформацій по висоті перерізу і довжині елементів, а також інтенсивність росту прогинів.

В результаті вимірювання деформацій досліджуваних залізобетонних балок, замірених за допомогою електротензорезисторів, отримані графіки залежності деформацій від навантаження (рис. 2, 3).

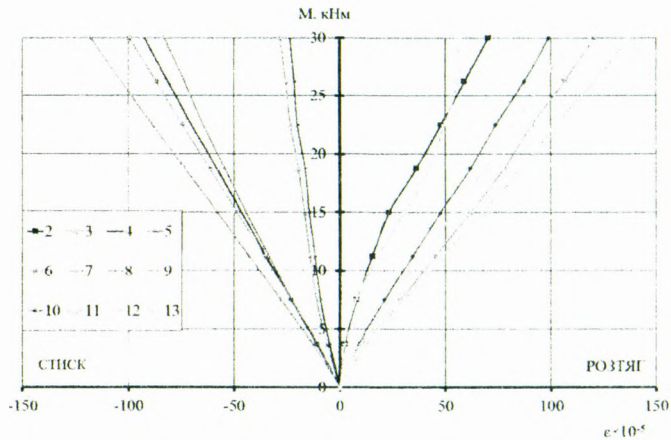


Рисунок 2 -- Залежність відносних деформацій від навантаження нормального перерізу зразка Б2

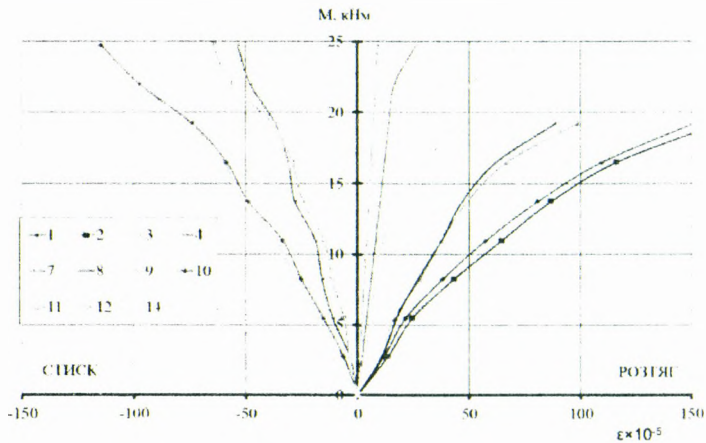


Рисунок 3 -- Залежність відносних деформацій від навантаження нормального перерізу зразка Б3

Порівнюючи результати дослідження зразків з використанням підсилення та без нього, можна говорити про можливість застосування акрилових клеїв для приєднання зовнішнього листового чи профільованого армування для збільшення площі поперечного перерізу небезпечної зони. Як видно із наведених графіків бетон із приклеєним сталевим підсиленням працювали сумісно в усіх стадіях завантаження аж до повного руйнування, яке відбувалось в момент пружної роботи сталі. При цьому спостерігається значне зменшення деформативності конструкцій, в яких використовувалося підсилення кутиками, тобто відносні деформації та прогини в залежності від навантаження зменшувалися приблизно на 40% при тому, що несуча здатність, як видно із табл. 1 збільшилася на 40%.

Таблиця 1 – Несуча здатність згинальних елементів по нормальному перерізу

№ п/п	Зразок	Згинальний момент, кНм	Прогин, мм	Приріст несучої здатності, %	Зниження деформативності, %
1	Б1	17,9	10,0	-	-
2	Б2	27,5	8,5	35	15
3	Б3	30,0	6,0	40	40

Підсилення листовою сталлю показали нижчі результати (збільшення несучої здатності на 35%, зниження прогину на 15%), що можна пояснити меншою площею поперечного перерізу листа порівняно з кутиками.

Клейове з'єднання виявилось ефективним та надійним, про що свідчить його безвідмовна робота до повного руйнування, яке і відбулося після втрати зв'язку між бетоном і сталлю. Як і очікувалось, міцність клейового з'єднання була вищою ніж міцність бетону, тобто спостерігалось руйнування по бетону. Таким чином можна вважати доведеним, що для забезпечення сумісної роботи бетону й сталі в процесі підсилення залізобетонних конструкцій можна використовувати акрилові клеї. При цьому відпадає необхідність використання складних анкерних засобів та влаштування обойм.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Золотов М.С. Анкерні болти: конструкція, розрахунок, проектування. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 121 с.
2. Мельман В.А., Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Использование акриловых клеев для соединения бетонных и железобетонных конструкций // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. – К.: Техника, 2003. – Вып. 51. – С. 61-68.
3. Смолянинов, М.Ю. Несущая способность железобетонных элементов, усиленных акриловыми композициями, под действием статических нагрузок // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, 2006. – Вип. 37. – С. 85-90.
4. Стороженко Л.І., Семко О.В., Пенн В.Ф. Сталезалізобетонні конструкції – Полтава, 2005. – 181 с.
5. Стороженко Л.І., Лапенко О.І. Залізобетонні конструкції в незмінній опалубці. – Полтава: АСМІ, 2008. – 312 с.
6. Стороженко Л.І., Лапенко, О.І., Горб О.Г. Конструкції залізобетонних перекриттів по профільному настилу із забезпеченням сумісної роботи бетону і сталі за допомогою склеювання // Вісник Національного університету "Львівська політехніка", № 662. – Львів: Видавництво Національного університету "Львівська політехніка", 2010. – С. 360-365.
7. Шутенко Л.Н., Зологов С.М., Гарбуз А.О. Акриловые клеи для соединения бетонных и железобетонных конструкций // Материалы докладов Международной интернет-конференции «Архитектурно-строительное материаловедение на рубеже веков». – Белгород, 2002. – С. 201-205.

УДК 657.922:624.04

Тур В.В., Яловая Ю.С.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ПРИ ВИЗУАЛЬНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В настоящее время одной из наиболее актуальных градостроительных проблем является качество строительства, определяющее срок службы зданий. Во время эксплуатации зданий и сооружений в строительных конструкциях появляется ряд дефектов, выявление которых осуществляется при плановых и неплановых обследованиях технического состояния конструкций. Правильное