

УДК 624.012:016

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУМІСНОЇ РОБОТИ БЕТОНУ Й СТАЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ СКЛЕЮВАННЯ - ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК РОЗВИТКУ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

д.т.н., проф. Стороженко Л.І, к.т.н., доц. Лапенко О.І.,

магістр.Горб О.Г.

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

На даний час набуло розповсюдження при підсиленні залізобетонних конструкцій та при закріпленні анкерних болтів для забезпечення сумісної роботи бетону й сталі застосування клеїв [1]. Особливо позитивно в цьому випадку зарекомендували себе акрилові клеї. Акриловий клей складається з полімерного в'язучого і наповнювача. Затвердіння акрилової пластмаси здійснюється при нормальній температурі за рахунок полімеризації, заснованої на реакції окислювально-відновних систем. Як наповнювач може використовуватися сухий кварцовий пісок із крупністю зерен від 0,16 до 0,63 мм. Для підвищення адгезійних, когезійних, технологічних та ін. властивостей можуть застосовуватися модифікатори. При приготуванні акрилового клею змішують полімер із затверджувачем і після набрякання вводять у суміш 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.

Акрилові клеї мають високу довговічність [1]. 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. Надалі до 500 циклів істотних змін міцності не спостерігалось.

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.

Нами було запропоновано використовувати акрилові клеї при виготовленні сталезалізобетонних конструкцій для забезпечення сумісної роботи бетону й сталевих профілів. Відомо, що зараз із цією метою використовуються різноманітні анкерні засоби, сутність яких розкрита в [2,3].

З метою обґрунтування цієї пропозиції нами були проведені експерименти задачею яких було дослідження:

- впливу клейового з'єднання бетонної та сталеві частин сталезалізобетонних елементів на їх несучу здатність;
- особливостей сумісної роботи двох складових комплексної конструкції при клейовому з'єднанні та без нього;
- особливостей розвитку тріщиноутворення в бетоні та пластичних властивостей сталеві частини;
- прогинів і деформацій на різних ступенях завантаження;
- характеру руйнування дослідних зразків при різних характерах завантаження.

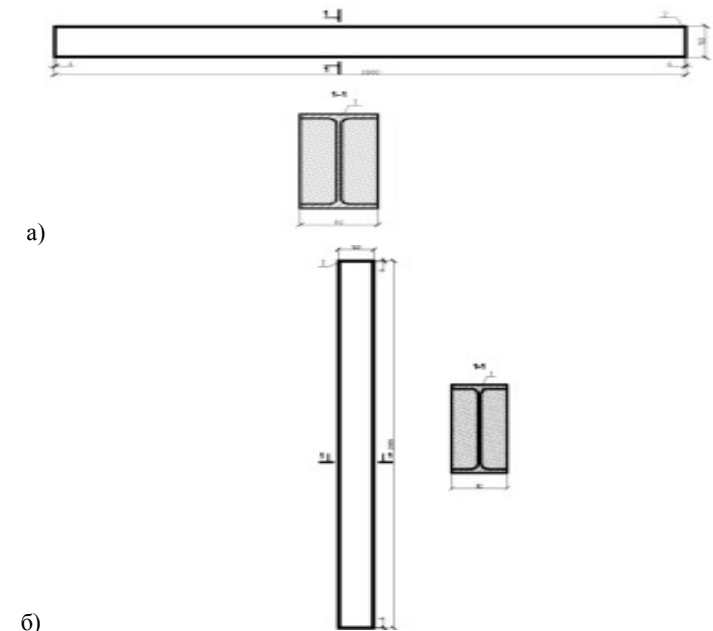
Для отримання експериментальних результатів, які дали б можливість достатньою мірою судити про особливості роботи сталезалізобетонних елементів із використанням клейового з'єднання бетону та сталі були запроєктовані такі зразки:

1) згинальні сталезалізобетонні елементи двотаврового перерізу із заповненням бокових порожнин бетоном прольотом 2 м із використанням клейового з'єднання та без нього;

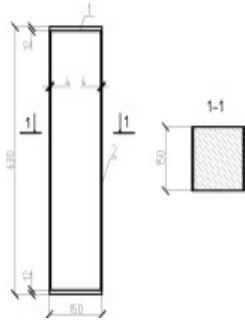
2) стійки двотаврового перерізу із заповненням бокових порожнин бетоном висотою 2 м із використанням клейового з'єднання;

3) бетонні призми висотою 0,63 м обрамлені сталевими листами із двох сторін із використанням клейового з'єднання та без нього;

Схеми випробуваних зразків наведені на рисунку1.



б)



в)

Рис. 1. Конструкція дослідних зразків:

а) – балка; б) стійка; в) призма, армована сталевими листами

Після виготовлення сталеві частини у відповідних зразків місця контакту сталі з бетоном покривалися шаром акрилового клею та заповнювалися бетоном. Акриловий клей складався із 100 мас-частин полімеру, 100 мас-частин затверджувача і 200 мас-частин кварцового піску із крупністю зерен 0,315 мм. Використовувався бетон промислового виробництва. В якості в'язучого використовувався цемент активністю М500 Балаклеївського цементно-шиферного комбінату. В якості заповнювача для бетону використовувався гранітний щебінь Кременчуцького кар'єра фракцією 5-20 мм і кварцовий пісок з модулем крупності 1,4.

Зразки випробовувалися при досягненні проектної міцності бетону у віці старше від 28 діб. Випробування проводилися за схемою однопролітної вільно опертій балки, навантаженої двома силами, та стійки навантаженої зосередженою силою без ексцентриситету. Під час проведення експериментальних досліджень напружено-деформованого стану зразків на дію згинального моменту і поздовжньої сили відмічались характерні особливості розподілення деформацій по висоті перерізу, а також інтенсивність зростання прогинів та характери руйнування. Відносні поздовжні деформації по висоті й ширині елементів вимірювалися за допомогою електротензорезисторів. Відліки по електротензорезисторах знімалися за допомогою приладу "АИД-4". Також для контролю деформацій у найбільш стиснутих і розтягнутих волокнах зразка встановлювалися індикатори годинникового типу ИЧ 10 із ціною поділки 0,01 мм; база становила 200 мм. Вертикальні переміщення зразків у процесі навантаження фіксувалися за допомогою прогиноміра "Аистова" типу ПАО-6, який установлювався по середині прольоту.

Згідно прийнятій методиці проведення експериментальних досліджень несучої здатності і деформативності сталезалізобетонних 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 сталезалізобетонних балок, заміряних за допомогою індикаторів годинникового типу та електротензорезисторами, отримані графіки залежності деформацій та прогинів від навантаження (рисунки 2, 3).

Із приведених графіків видно, що в розтягнутій зоні перерізу на початкових стадіях навантаження спостерігається лінійна залежність між згинальними моментами та деформаціями, що свідчить про пружну стадію роботи розтягнутої зони елемента. При подальшому навантаженні близькому до межі текучості відбувається утворення нормальних тріщин до поздовжньої осі конструкції та спостерігається втрата стійкості сталевого двотаврового елемента, що призводить до втрати несучої здатності елемента. При навантаженнях, що складали 85-90% від руйнуючого, виявлені пластичні деформації. Руйнування сталезалізобетонних елементів відбувалося не крихко, а при досягненні напружень, що відповідали пластичним деформаціям сталевому елементу.

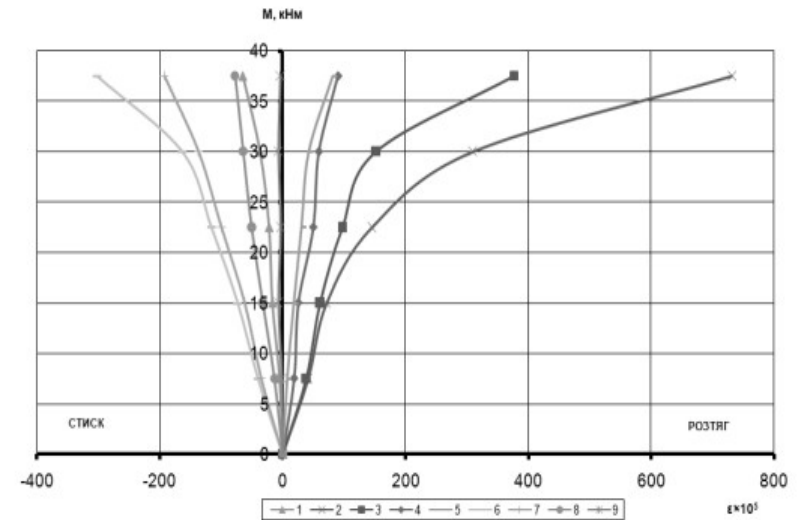


Рис.2. Залежність деформацій від навантаження в нормальному перерізі балки, заміряні електротензорезисторами, розташованими по висоті перерізу

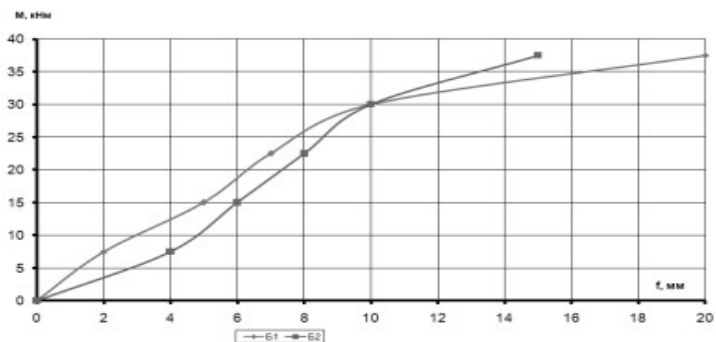


Рис.3. Залежність прогину від зростання навантаження стале залізобетонних балок

Порівнюючи дослідні зразки з використанням клейового з'єднання сталеві поверхні дотику із бетоном та без нього можна говорити про значне зменшення деформативності конструкцій, в яких використовувалося клейове з'єднання, тобто відносні деформації та прогини в залежності від навантаження зменшувалися приблизно на 25%.

В процесі випробування не виявлено якого-небудь суттєвого порушення зв'язку металеві частини конструкції з бетонною, як в процесі завантаження, так і при повній втраті несучої здатності елементів. Це свідчить про сумісну роботу бетону та сталі в балці (рис.4).



Рис. 4. Характер деформування балок

Слід відмітити, що сумісна робота бетону й сталі спостерігалася у випробуваних стійках на всіх етапах завантаження аж до повної втрати несучої здатності.

Про значний вплив клейового з'єднання сталі з бетоном на основі акрилового клею із заповнювачем на сумісну роботу двох складових композитної конструкції говорить відрив листової сталі від бетонної призми безпосередньо перед повним її руйнуванням (рисунок 5). В той же час як без склеювання відрив сталевий лист спостерігався при досягненні 30-50% несучої здатності. Про вплив клейового з'єднання на роботу двометрової стійки говорить те, що бетон при повній втраті стійкості та несучої здатності конструкції не відколювався навіть у місцях максимальних деформацій.



Рис. 5. Характер руйнування дослідних зразків – призм

Несуча здатність призм, армованих сталевими листами, без використання клейового з'єднання становила 290 кН, призм з використанням акрилового клею із заповнювачем – 660 кН. При використанні клейових з'єднань у композитних сталезалізобетонних елементах їх деформативність зменшується на 25%, а несуча здатність підвищується майже на 35%.

Таким чином можна вважати доведеним, що для забезпечення сумісної роботи бетону й сталі в процесі виготовлення для стале залізобетонних конструкцій можна використовувати акрилові клеї. При цьому відпадає необхідність влаштовувати використання складних сталевих анкерів.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Золотов М.С. Анкерні болти: конструкція, розрахунок, проектування. – Харків: ХНАМГ, 2005. – 121 с.
2. Стороженко Л.І. та ін. Сталезалізобетонні конструкції./ Л.І.Стороженко, О.В.Семко, В.Ф.Пенц – Полтава: 2005. – 181 с.
3. Стороженко Л.І., Лапенко О.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці. – Полтава: АСМІ, 2008. – 312 с.

УДК 624.074.012.4

**ЗБІРНА ЗАЛІЗОБЕТОННА ПЛИТА ПЕРЕКРИТТЯ
ЗІ СТАЛЕВИМ ОБРАМЛЕННЯМ**

**д.т.н., проф. Стороженко Л.І., к.т.н., доц. Лапенко О.І.,
к.т.н., доц. Нижник О.В.**

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Потреби будівництва викликали необхідність не тільки в збільшенні обсягу, але і в розширенні сфери створення та використання таких індустріальних несучих конструкцій, які б найбільш повною мірою відповідали архітектурно-будівельним вимогам: можливості гнучкого планування в будівлях із різними функціями та утворення різновиду фасадів. Дуже важливо зробити такі конструкції легкими та простими у виготовленні й монтажу.

Розвиток і вдосконалення збірних залізобетонних конструкцій – одна з вирішальних умов розширення обсягів та підвищення ефективності капітального будівництва. До переваг збірних залізобетонних конструкцій можна віднести можливість в умовах стаціонарного виробництва отримати необхідну якість виробів. Виробництво збірних конструктивних елементів значно легше піддається автоматизації, також з'являється можливість широко варіювати властивості бетонних сумішей за рахунок використання різноманітних домішок, тонкодисперсних наповнювачів тощо [1,2].

Традиційні збірні плити перекриття є одними з основних елементів несучої конструкції будівлі. У суспільних і житлових будинках масового будівництва застосовують для несучої частини перекриттів уніфіковані збірні залізобетонні плити й панелі. За своїм призначенням вони повинні виконувати численні функції та відповідно мати необхідні характеристики. У сучасній практиці будівництва застосовується кілька типів залізобетонних плит перекриття, що розрізняються за типом поперечного перерізу: багатопустотні панельні, ребристі й суцільні, і способом армування: зі звичайною або попередньо напруженою арматурою.

Ребристі плити перекриття виготовляють із ребрами в одному або двох напрямках із суцільною плитою у верхній частині. Загальний принцип проектування ребристих плит перекриття полягає у виключенні можливо якнайбільшого об'єму бетону з розтягнутої зони конструкції зі збереженням вертикальних ребер, які повинні забезпечувати міцність елемента по нахиленому перерізу, з обов'язковим врахуванням технологічних можливостей заводу-виробника. При цьому, значно ускладнюється конструкція опалубки для виготовлення ребристих плит, що призводить до додаткових витрат. Така

плита добре працює на згинання, але через виступаючі вниз балки утворюється неплоска стеля, що обмежує її використання в житлових будинках. Головними перевагами панелей і плит перекриття є їх довговічність, міцність та порівняно висока вогнестійкість [1,2].

Відомі збірні залізобетонні плити виготовляються тільки в заводських умовах з використанням дорогої за вартістю опалубки, та призначені для застосування в перекриттях та покриттях багатоповерхових житлових, громадських та промислових будівель із несучими стінами, збірним або збірно-монолітним каркасом.

Зміни, що відбулися останнім часом у будівельній індустрії, а також застаріла матеріальна база заводів-виробників призвели до необхідності використання таких конструктивних схем будівель, в яких диски покриттів та перекриттів виготовляються та збираються безпосередньо на будівельному об'єкті з окремих або суцільних елементів. Даний факт визначає важливість вибору раціонального варіанту конструкції перекриття, що застосовуються при спорудженні будівель, з точки зору технологічності виготовлення, характеристик міцності та жорсткості, економічності того чи іншого проекту.

В основу запропонованої авторами конструкції збірної залізобетонної плити перекриття зі сталевим обрамленням [3] покладено завдання удосконалення поперечного перерізу шляхом його оптимізації, зміни технології виготовлення та ефективних засобів забезпечення сумісної роботи бетону зі сталевим елементом, що дає можливість уникнути опалубних робіт, економити матеріали, спростити і прискорити виготовлення та монтаж конструкції [4,5]. На рисунку 1, зображено збірну залізобетонну плиту перекриття зі сталевим обрамленням та її поперечний переріз. Така конструкція складається зі сталеві рами 1, яка може бути виготовлена з кутиків за допомогою електрозварювання, залізобетонної плити 2 та арматурної сітки 3, що влаштовується до початку бетонування конструкції.

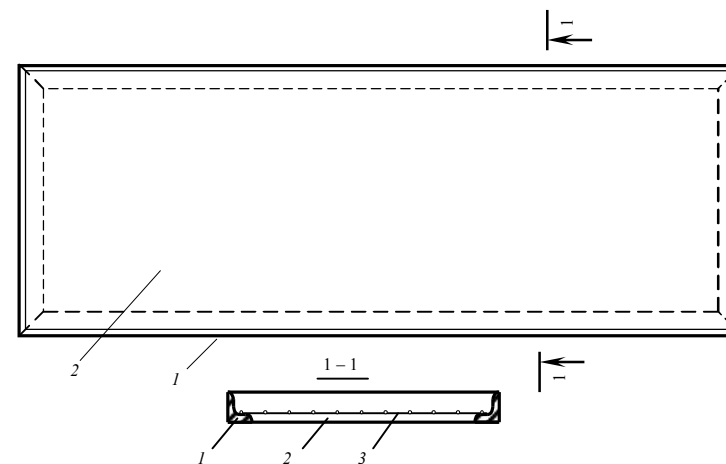


Рис. 1 Схема залізобетонної плити зі сталевим обрамленням