

УДК 624.078

**ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЗАКЛАДНИХ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМИ КРІПЛЕННЯ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН**

Канд. техн. наук **О.В. Малюшицький**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЗАКЛАДНЫХ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМЫ КРЕПЛЕНИЯ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН**

Канд. техн. наук **А.В. Малюшицкий**

**RESEARCH OF WORK OF EMBEDDED PARTS OF THE MOUNTING SYSTEM OF
CONCRETE COLUMNS**

Cand. of techn. science **A.V. Malushytsky**

Наведено результати експериментальних досліджень закладних деталей системи кріплення залізобетонних колон. Виконано порівняльний аналіз теоретичних розрахунків з результатами експериментальних досліджень.

Ключові слова: закладні деталі, система кріплення залізобетонних колон, результати експериментальних досліджень.

Приведены результаты экспериментальных исследований закладных деталей системы крепления железобетонных колонн. Выполнен сравнительный анализ теоретических расчетов с результатами экспериментальных исследований.

Ключевые слова: закладные детали, система крепления железобетонных колонн, результаты экспериментальных исследований.

Is described the design of the proposed embedded parts, of the mounting system of reinforced concrete columns. Revealed shortcomings of the existing embedded items and advantages of the offer.

The embedded parts are manufactured using the flexible anchors and the instantaneous welding technology.

Were designed fragments of columns for testing of embedded parts and developed the technique testing pilot samples. Presents the schemes of reinforcement fragments of columns; the scheme of research of the pilot samples and location scheme of the measuring equipment.

Presents the results of experimental investigations of embedded parts of the mounting system of reinforced concrete columns. Analyzed the growth charts of the longitudinal deformation of anchor rods.

Made a comparative analysis of the theoretical calculations with experimental results, and the conclusion regarding possible application of the offered embedded parts in the mounting system of reinforced concrete columns.

Keywords: *the embedded parts, the mount system of concrete columns, the results of the research.*

Вступ. Залізобетонні конструкції є одними з найпоширеніших конструкцій у всіх галузях будівництва. На сьогодні широкого розповсюдження набуло збірно-монолітне будівництво, яке передбачає використання закладних деталей, що призводить до підвищення матеріалоемності та загальної вартості.

В умовах ринкової економіки виникає необхідність ефективного виробництва будівельних конструкцій на основі науково-технічного прогресу, що полягає в економії ресурсів при їх виготовленні та монтажі.

Використання закладних деталей у системі кріплення залізобетонних колон дозволяє скоротити тривалість і трудовитрати процесу монтажу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Традиційний спосіб монтажу залізобетонних колон передбачає їх встановлення в стакан підколонника з подальшим вивірнням за допомогою кондуктора та замоноличенням шва. При цьому використовується допоміжне обладнання, що значно ускладнює та сповільнює процес будівельного виробництва.

Новітній спосіб монтажу [1], який являє собою систему кріплення залізобетонних колон до фундаментів за допомогою закладних деталей (рис. 1,а), на ряду з такими перевагами, порівняно з традиційним способом, як швидкість і точність монтажу, має суттєвий недолік – велика кількість зварних швів при виготовленні закладних деталей (рис. 1,б).



Рис. 1. Загальний вигляд (а) і конструкція (б) закладної деталі система кріплення залізобетонних колон: 1 – зварні шви

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Конструкція відомих закладних деталей систем кріплення залізобетонних колон [1] передбачає приварювання арматурних стрижнів внапуск, що вимагає високої кваліфікації виконання робіт і значної витрати ресурсів.

Використання в запропонованих закладних деталях гнучких анкерів з висадженими головками і технології їх миттєвого приварювання дозволяє значно скоротити вартість і трудомісткість їх виготовлення.

Зважаючи на те, що гнучкі анкери приварюються в тавр, необхідно експериментально оцінити характер роботи і несучу здатність закладних деталей і можливість їх використання для наведеної системи кріплення.

Постановка завдання. Для оцінки можливості використання запропонованих закладних деталей у системі кріплення залізобетонних колон необхідно запроєктувати закладні деталі з гнучкими анкерами та фрагменти залізобетонних колон, розробити

методику випробувань і на основі експериментальних досліджень визначити характер роботи закладних деталей і виконати порівняльний аналіз результатів теоретичних розрахунків експериментальних випробувань.

Основний матеріал і результати.

Запропоновані закладні деталі мають таку конструкцію:

- пластина кріплення виготовлена зі сталі С235, має фактичні розміри $a \times b \times h = 110 \times 110 \times 15$ мм, отвор має діаметром 27 мм для болта М24;

- захисний елемент закладної деталі, який призначений для запобігання потрапляння розчину під час бетонування в зону монтажу. Використовувався кутик рівнополичковий 90х90х7 і пластина розміром 85х85х5. Всі складові захисного елемента виготовлені зі сталі С235;

- гнучкі анкери з підсиленням у вигляді висаджених головок. Виготовлені за ЕТА-03/0041 зі сталі S325 J2. Номінальний діаметр анкера 10 мм.

Вище згадувана технологія зварювання дозволяє виконувати зварювання стрижнів один з одним, що дає можливість виготовляти елементи анкерування будь-якої довжини.

Приварювання гнучких анкерів виконувалося в інституті електрозварювання імені Є.О. Патона (м. Київ), за допомогою апарата «ALPHA 850».

Загальний вигляд закладних деталей, прийнятих для експериментальних досліджень, наведено на рис. 2, а. За результатами розрахунків, довжина анкерування для включення бетону в роботу становила 300 мм і

досягалася шляхом приварювання двох рядів анкерних стрижнів (рис. 2, б). У зв'язку з тим що під час зварювання довжина стрижня зменшується на 3 мм, фактична довжина анкерування складала 294 мм.

Для визначення несучої здатності закладних деталей були запроєктовані за роботами [3, 4] фрагменти залізобетонних колон з такими параметрами: $b = 300$ мм, $h = 300$ мм, бетон класу С20/25; арматура класу А400С; захисний шар бетону $a' = a = 50$ мм. Схема армування колони наведена на рис. 3. У стиснутій зоні запроєктовано 2Ø8 А400С, у розтягнутій – 4Ø14 А400С. Поперечне армування виконано у вигляді хомутів з арматури Ø6 А240С.

При виготовленні бетонної суміші у якості в'язучого використовувався цемент марки М400, щебінь гранітний фракції 10-20 мм, пісок кварцовий з модулем крупності 1,0. Склад бетонної суміші на 1 м³: цемент – 345 кг, щебінь – 1420 кг, пісок – 450 кг, водо-цементне співвідношення $v/c = 0,51$. До випробувань зразки зберігалися у приміщенні при температурі +14...20°C і відносній вологості повітря 70...75 %.

Прийнята схема випробування дослідних зразків, яка б моделювала реальні умови роботи, наведена на рис. 4 та являє собою балку складену з двох фрагментів колон, об'єднаних болтовим з'єднанням у прогоні на рівні нижнього пояса за допомогою запроєктованих закладних деталей. За результатами розрахунків болтового з'єднання прийнято 2 болти діаметром 24 мм.

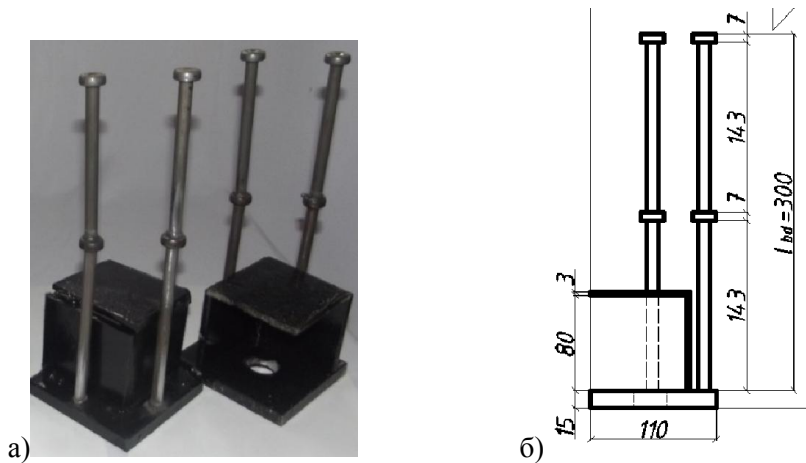


Рис. 2. Загальний вигляд (а) і конструктивні розміри (б) запропонованих закладних деталей

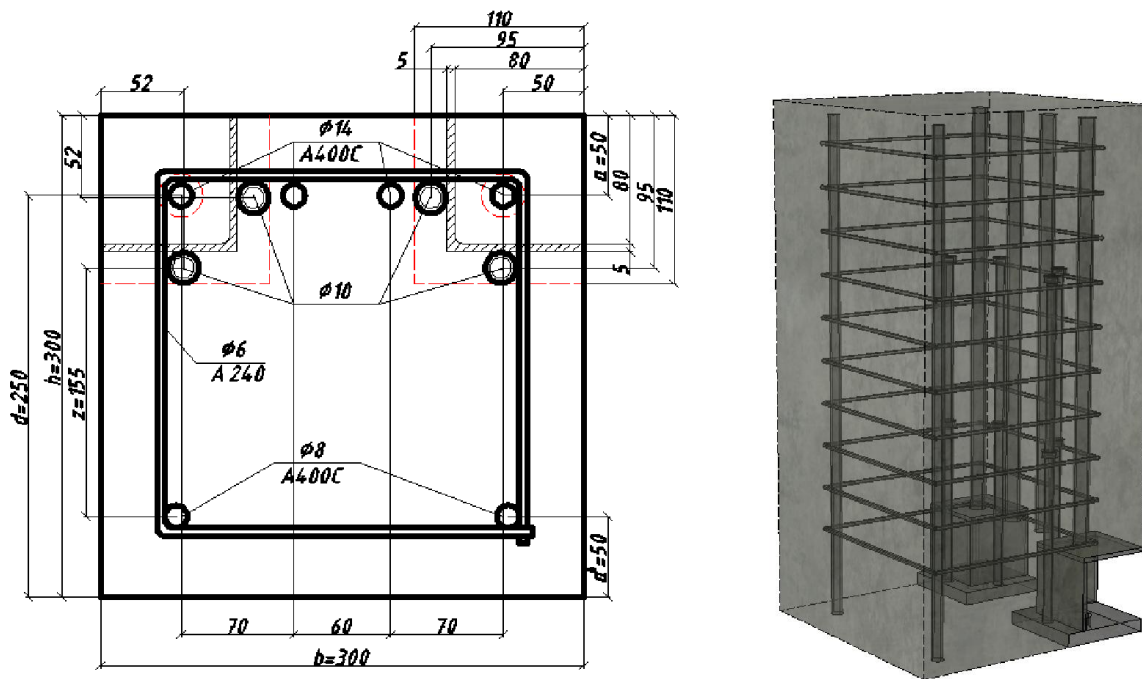


Рис. 3. Схема армування та модель фрагменту колони дослідних зразків

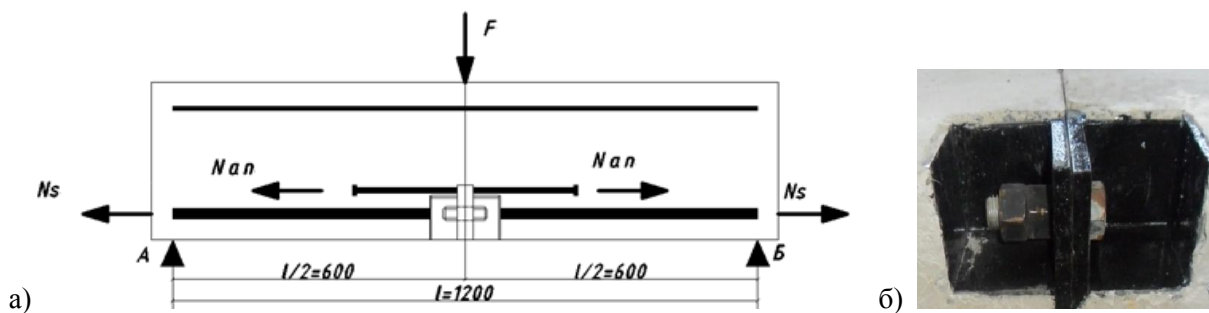


Рис. 4. Схема випробування дослідних зразків (а), загальний вигляд болтового з'єднання фрагментів колон (б)

Фактичні деформації в анкерних стрижнях фіксувалися за допомогою тензорезисторів з базою 20 мм на паперовій основі. Останні розташовувалися по довжині стрижнів у таких місцях (рис. 5):

- у місці приварювання анкера до пластины кріплення;
- під висадженою головкою першого анкера;
- у місці приварювання другого анкера до висадженої головки першого.

Зразки випробувалися після досягнення проектної міцності, але не раніше як через 28 діб, на дію короточасного навантаження в лабораторії кафедри «Технології будівельних

конструкцій, виробів та матеріалів» Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. Випробування проводилися на гідравлічному пресі ПГ-100 у горизонтальному положенні.

Визначення фізико-механічних характеристик арматурної сталі виконувалося за вимогами роботи [5]. Випробування зразків проводилися ступенево-зростаючим навантаженням на розривній машині МР-500 лабораторії кафедри «Залізобетонних і кам'яних конструкцій та опору матеріалів». За результатами випробувань арматура Ø14 А400С мала межу текучості $R_{yn} = 402$ МПа, а Ø6 А240 – $R_{yn} = 285,4$ МПа.

Межа текучості гнучких анкерів відповідно до сертифікату якості виробника становила $R_{yn} = 408$ МПа.

Міцність бетону визначалась у відповідності з роботою [6] шляхом випробування на стиск стандартних бетонних кубиків і призм. За результатами випробувань були отримані такі значення фізико-механічних

характеристик бетонних зразків: нормативна кубикова міцність $\bar{\sigma}_{bk}^n = 21,7$ МПа; нормативна

призмова міцність бетону на стиск $\bar{\sigma}_{bpr}^n$ (клас бетону В) = 19,83 МПа.

На рис. 6 наведено загальний вигляд дослідних зразків, прийнятих до випробування.

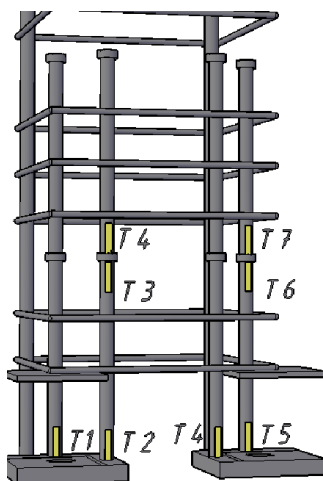


Рис. 5. Схема розташування електротензорезисторів і процес їх фіксації



Рис. 6. Загальний вигляд дослідних зразків, прийнятих до випробування

Навантаження прикладалося ступенями, що дорівнювало 1/10 – 1/20 руйнуючого з 3...5-хвилинною витримкою, протягом яких знімались показники з електротензорезисторів, записувались показники прогинів, проводився огляд зразків, фіксувалась поява тріщин. Прогини конструкції відносно горизонтальної осі вимірювались за допомогою прогинуміра годинникового типу ПАО-6.

Відліки з електротензорезисторів знімалися за допомогою приладу «АИД-4».

На рис. 7 зображено дослідний зразок у процесі випробування.

У якості граничного стану за несучою здатністю було прийнято стан, при якому значення поздовжніх деформацій гнучких анкерів досягали межі текучості.

На рис. 8 наведено графік зростання поздовжніх деформацій анкерних стрижнів.



Рис. 7. Дослідний зразок у процесі випробування

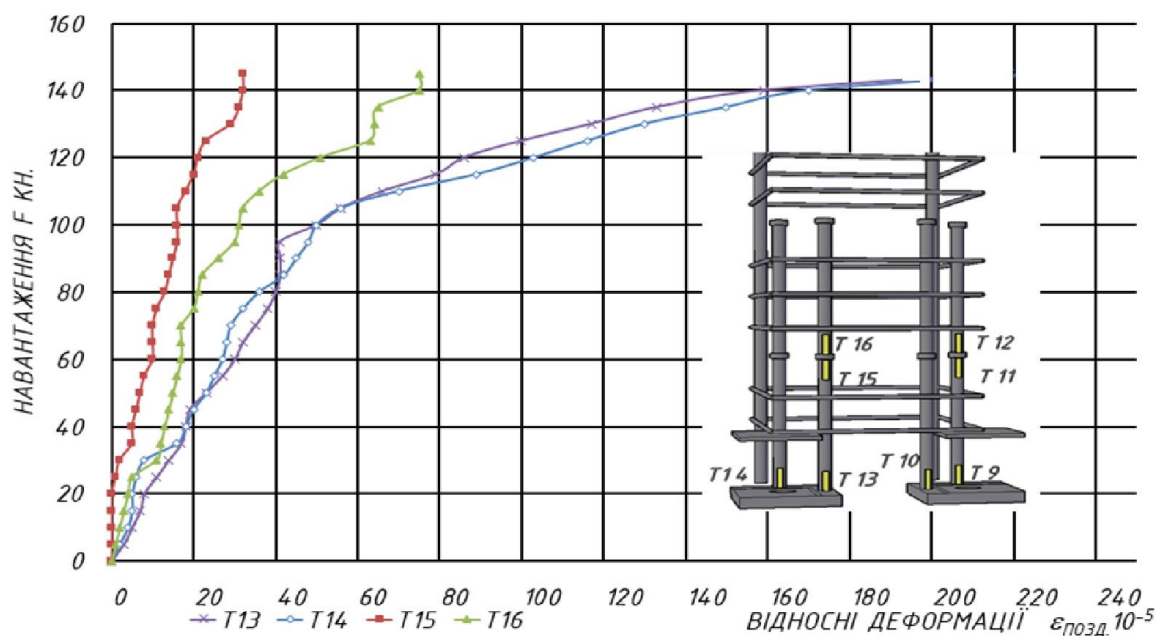


Рис. 8. Графік зростання поздовжніх деформацій анкерних стрижнів

Аналіз графіків поздовжніх деформацій вказує на те, що найбільші напруження виникають у місцях приварювання анкерних стрижнів до пластин кріплення. Максимальні значення поздовжніх деформацій при досягненні межі текучості становили $\epsilon_{\text{поз}} = 195 \cdot 10^{-5}$ при $\sigma_s = 408 \text{ МПа}$.

Межі текучості зразки досягли при навантаженні $F_{\text{експ.}} = 145 \text{ кН}$.

Теоретична несуча здатність закладних деталей при характеристичних значеннях механічних властивостей анкерних стрижнів, за розрахунками, становила 132 кН, що на 9 % менше від експериментального значення. А при розрахункових значеннях механічних властивостей анкерних стрижнів – 86 кН, відповідно розбіжність з результатами експериментальних досліджень становить 40 %.

На рис. 9 зображено закладні деталі після випробування.



Рис. 9. Загальний вигляд закладної деталі після випробування

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Результати експериментальних досліджень запропонованих закладних деталей вказують на можливість їх використання в системі кріплення залізобетонних колон. Характер руйнування відповідав прикладеному навантаженню. Висаджені головки анкерних стрижнів забезпечили надійне кріплення закладних деталей у тілі бетону. Руйнування дослідних зразків відбувалося внаслідок досягнення анкерними стрижнями межі текучості, при цьому резерв несучої здатності порівняно з теоретичними розрахунками становить 9 %.

Список використаних джерел

1. Peikko groupe. Каталог «Башмаки колонн НРКМ, РРКМ, РЕС» [Текст]. – СПб., 2005. – 20 с.
2. Europäische Technische Zulassung ETA-03/0041, 30 Seiten einschliesslich 7 Anhänge, EOTZ, 2003. – 36 р.
3. ДБН В.2.6-163:2010. Конструкції будинків і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу [Текст]. – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 296 с.
4. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції [Текст]. – К.: Мінрегіонбуд, 2011. – 71 с.
5. ГОСТ 12004-81. Сталь арматурная. Методы испытаний на растяжения [Текст]. – М.: Стройиздат, 1986. – 14 с.
6. ДСТУ Б В.2.7-217:2009. Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона [Текст]. – К.: Мінрегіонбуд, 2010. – 16 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор О.В. Семко

Малюшицький Олександр Володимирович, канд. техн. наук, кафедра архітектури та міського будівництва Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка. E-mail: malush.alexander@gmail.com.

Malushytskyy Alexander Vladimirovich, Ph. D, the department of architecture and urban construction, Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University. E-mail: malush.alexander@gmail.com.

Стаття прийнята 29.10.2015 р.