

**РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ  
ЗАКЛАДНИХ ДЕТАЛЕЙ СИСТЕМИ КРІПЛЕННЯ  
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОЛОН**

**RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF EMBEDDED  
PARTS OF THE MOUNTING SYSTEM OF CONCRETE  
COLUMNS**

**Малюшицький О.В., к.т.н. (Полтавський національний технічний  
університет імені Юрія Кондратюка, м. Полтава).**

**Malushytskyy A.V., candidate of technical sciences (Poltava National  
Technical Yuri Kondratyuk University, Poltava).**

Описані результати експериментальних досліджень закладних деталей системи кріплення залізобетонних колон та виконаний їх порівняльний аналіз з даними теоретичних розрахунків.

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. Were designed fragments of columns for testing of embedded parts and developed the technique testing pilot samples. Presents the scheme of research of the pilot samples.

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.

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

**The key words:** 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 теперішній час 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 монтажу.

Використання закладних деталей в системі кріплення залізобетонних колон дозволяє скоротити тривалість та трудовитрати процесу монтажу.

Огляд останніх джерел досліджень і публікацій.

Традиційний спосіб монтажу залізобетонних колон передбачає їх встановлення в стакан підколонника з подальшим вивіренням 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, у порівнянні з традиційним способом, як швидкість та точність монтажу, має суттєвий недолік - велика кількість зварних швів при виготовленні закладних деталей (рис. 1 б).

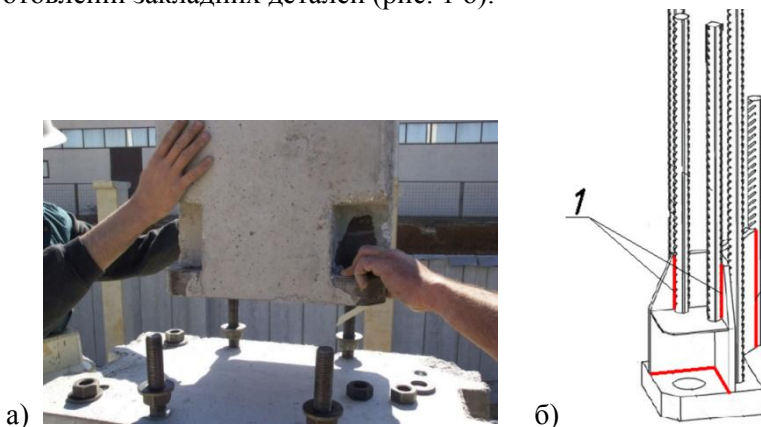


Рис. 1. Загальний вигляд (а) та конструкція закладної деталі система кріплення залізобетонних колон: 1 – зварні шви

Виділення нерозв'язаних раніше частин загальної проблеми.

Конструкція відомих закладних деталей систем кріплення залізобетонних колон [1] передбачає приварювання арматурних стрижнів унапусток, що вимагає високої кваліфікації виконання робіт та значної витрати ресурсів.

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

Зважаючи на те, що гнучкі анкери приварюються в тавр, необхідно експериментально оцінити характер роботи і несучу здатність закладних деталей та можливість їх використання для приведеної 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 методика випробувань і на основі експериментальних досліджень визначити характер роботи закладних деталей та виконати порівняльний аналіз результатів теоретичних розрахунків експериментальних випробувань.

Основний матеріал і результати.

Запропоновані закладні деталі (рис. 2) мають наступну конструкцію: пластина кріплення, виготовлена зі сталі С235 та фактичними розміри  $a \times b \times h = 110 \times 110 \times 15$  мм, з отвором діаметром 27 мм для болта М24; захисний елемент закладної деталі, який призначений для запобігання потрапляння розчину під час бетонування в зону монтажу. Використовувався кутик рівно полицьовий 90х90х7 та пластина розміром 85х85х5. Всі складові захисного елемента виготовлені зі сталі С235; гнучкі анкери з підсиленням у вигляді висаджених головок. Виготовлені згідно з ЕТА- 03/0041 зі сталі S325 J2. Номінальний діаметр анкера складав 10мм.

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 приведений на рисунку 2 а. За результатами розрахунків довжина анкерування, для включення бетону у роботу, становила 300 мм та досягалася шляхом приварювання двох рядів анкерних стрижнів (рис. 2 б). У зв'язку з тим, що під час зварювання довжина стрижня зменшується на 3мм фактична довжина анкерування складала 294мм.

Для визначення несучої здатності закладних деталей були запроєктовані, згідно [3,4], фрагменти залізобетонних колон з наступними параметрами:  $b = 300\text{мм}$ ,  $h = 300\text{мм}$ , бетон класу С20/25; арматура класу А400С; захисний шар бетону  $a' = a = 50\text{мм}$ . В стиснутій зоні запроєктовані  $2\text{Ø}8$  А400С, в розтягнутій  $4\text{Ø}14$  А400С. Поперечне армування виконане у вигляді хомутів з арматури  $\text{Ø}6$  А240С.

Прийнята схема випробування дослідних зразків, яка б моделювала реальні умови роботи, приведена на рисунку 3 та являє собою балку складену з двох фрагментів колон об'єднаних болтовим з'єднанням у прольоті на рівні нижнього поясу за допомогою запроєктованих закладних деталей. За результатами розрахунків болтового з'єднання прийнято 2 болти діаметром 24 мм.

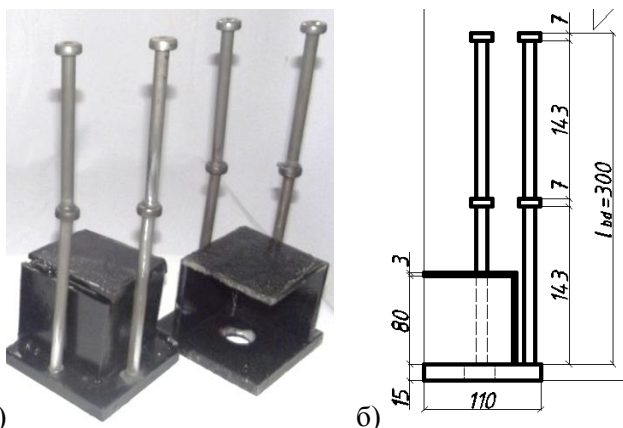


Рис. 2. Загальний вигляд (а) та розміри (б) запропонованих закладних деталей

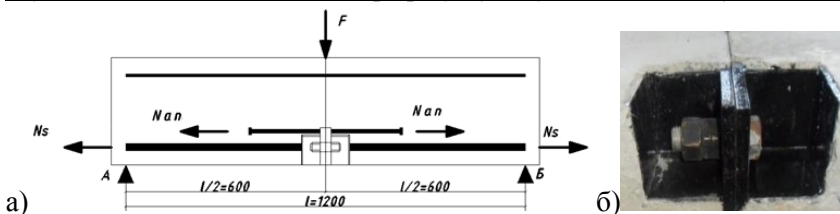


Рис. 3 - Схема випробування дослідних зразків (а), загальний вигляд болтового з'єднання фрагментів колон (б)

Фактичні деформації в анкерних стрижнях фіксувалися за допомогою електротензорезисторів з базою 20мм на паперовій основі.

За результатами визначення фізико-механічних характеристик арматурної сталі, згідно [5], арматура  $\varnothing 14$  A400С мала межу текучості  $R_{yn} = 402$  МПа, а  $\varnothing 6$  A240 -  $R_{yn} = 285,4$  МПа.

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

Міцність бетону визначалась у згідно [6] шляхом випробування на стиск стандартних бетонних кубиків та призм. За результатами випробувань: нормативна кубикова міцність  $\bar{\sigma}_{b k}^n = 21,7$  МПа; нормативна призмova міцність бетону на стиск  $\bar{\sigma}_{b pr}^n$  (клас бетону В) = 19, 83 МПа.

На рисунку 4 приведений загальний вигляд дослідних зразків прийнятих до випробування.



Рис. 4 - Загальний вигляд дослідних зразків прийнятих до випробування.

Навантаження прикладалося ступенями, що дорівнювало 1/10 – 1/20 від руйнуючого з 3...5 хвилинною витримкою, протягом яких знімались показники з електротензорезисторів, записувались показники прогиномірів, проводився огляд зразків, фіксувалась

поява тріщин. Прогини конструкції відносно горизонтальної осі вимірювалися за допомогою прогиноміра годинникового типу ПАО-6. На рисунку 5 зображений дослідний зразок в процесі випробування.



Рис. 5 - Дослідний зразок в процесі випробування

У якості граничного стану за несучою здатністю було прийнято стан, коли значення поздовжніх деформацій гнучких анкерів досягали межі текучості. На рисунку 6 приведений графік росту поздовжніх деформацій анкерних стрижнів.

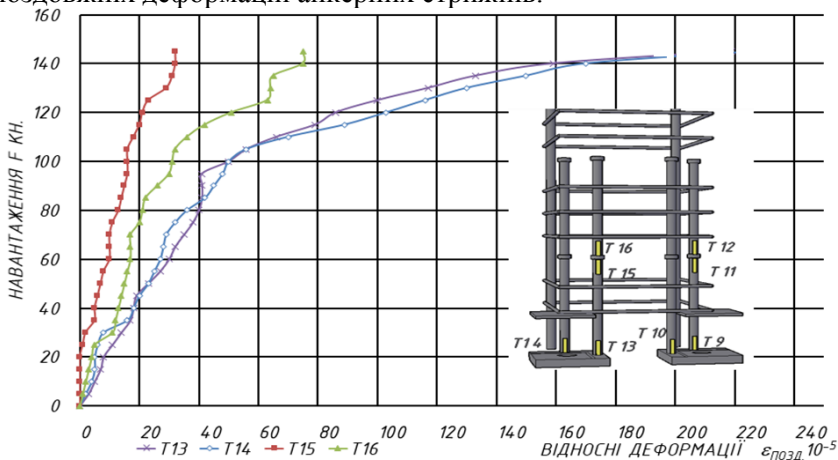


Рис. 6 - Графік росту поздовжніх деформацій анкерних стрижнів

Аналіз графіків поздовжніх деформацій вказує на те, що найбільші напруження виникають в місцях приварювання анкерних стрижнів до пластин кріплення. Максимальні значення поздовжніх

деформацій при досягненні межі текучості становили  $\varepsilon_{\text{ноз}} = 195 \cdot 10^{-5}$  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, згідно з 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%.

**Висновки.** 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 в тілі бетону. Руйнування дослідних зразків відбувалося внаслідок досягнення анкерними стрижнями межі текучості, при цьому резерв несучої здатності у порівнянні з теоретичними розрахунками становить 9%.

1. Peikko group. Каталог «Башмаки колонн НРКМ, РРКМ, РЕС». – Санкт-Петербург: - 20 с.

2. Europäische Technische Zulassung ETA-03/0041, 30 Seiten einschliesslich 7 Anhänge, EOTZ, 2003.

3. ДБН В.2.6-163:2010 Конструкції будинків і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. - Київ, Мінрегіонбуд, 2010: -296 с.

4. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. – Київ, Мінрегіонбуд, 2011: - 71 с.

5. ГОСТ 12004-81 Сталь арматурная. Методы испытаний на растяжения. – М.: Стройиздат, 1986. – 14 с.

6. ДСТУ Б В.2.7-217:2009 Методи визначення призмової міцності, модуля пружності і коефіцієнта Пуассона. – Київ, Мінрегіонбуд, 2010: - 16 с.