

УДК 624.087.7:624.012.3

МОДЕРНИЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ГНУЧКИХ АНКЕРІВ З ВИСАДЖЕНИМИ ГОЛОВКАМИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЇ МИТТЄВОГО ЗВАРЮВАННЯ.

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ГИБКИХ АНКЕРОВ С ВЫСАЖЕННЫМИ ГОЛОВКАМИ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ МГНОВЕННОЙ СВАРКИ.

FLXIBLE ANCHORS STRUETURES MODERNIZATION WITH THE LANDED HEADS FOR INSTANTANEOUS WELDINGING TECHNOLOGY.

Семко О.В., д.т.н., проф., Малюшицький О.В., к.т.н., Ярема Ю.І. студент, Зейб М.В. студент (Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка)

Семко О.В., д.т.н., проф., Малюшицкий О.В., к.т.н., Ярема Ю.И. студент, Зейб М.В. студент (Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка)

Semko O.V., doctor of technical sciences, professor, Malyushickiy O.V. candidate of technical sciences, Yarema Y.I. student, Zeib M.V. student (Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk)

Наведені основні результати досліджень недоліків конструкції анкера та запропоновані рекомендації щодо їх усунення.

Приведены основные результаты исследований недостатков конструкции анкера и предложены рекомендации относительно их устранения.

The basic research results of anchor construction defects and disadvantages removal recommendations are offered.

Ключові слова:

Конструкція, анкер, модернізація, економія.

Конструкция, анкер, модернизация, экономия.

Construction, anchor, modernization, economy.

Вступ. У сучасному будівництві поряд з основними вимогами до будівельних конструкцій та матеріалів, такими як: міцність, надійність,

довговічність, висуваються підвищені вимоги щодо їх раціонального використання та економії. Саме ці вимоги є рушійними силами науково – технічного прогресу у галузі будівництва. Завдяки ним з'являються нові види конструкцій, матеріалів, способів та методів будівництва, набувають поширення нові технологічні рішення. Дедалі меншою стає трудомісткість будівельного виробництва.

Аналіз останніх досліджень Будь-яке будівництво пов'язане з процесом монтажу – зборкою будівель та споруд з готових конструкцій та елементів. Поєднання цих конструкцій та елементів здійснюється, здебільшого, за допомогою закладних деталей. Які у більшості випадків складаються з окремих пластин (плоских елементів), та приварених до них прямих (рис. 1а), або зігнутих анкерних стрижнів (рис. 1б).

Виготовлення закладних деталей вимагає значних матеріальних та трудових ресурсів. Це й підготовка окремих частин до зварювання, безпосередньо процес зварювання, який в свою чергу вимагає високої кваліфікації виконавців, контроль якості зварних швів, та інше[3].

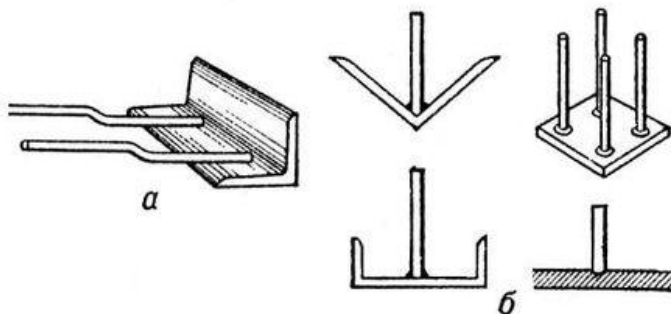


Рис. 1. Загальний вигляд закладних деталей

На сьогоднішній день на ринку будівництва існує технологія миттєвого зварювання[1]. Процес приварювання складається з кількох етапів та здійснюється в автоматичному режимі, що виключає можливість впливу людського фактора на якість зварювання. Зварювальна ванна формується під керамічним кільцем, яке виконує роль флюсу. Шпильку разом з керамічним кільцем закладають в пістолет, після чого кінець шпильки поміщають до заготовки та подають напругу. Електрична дуга – електричний розряд між шпилькою та заготовкою, викликає плавлення металу, а за рахунок керамічного кільця шпилька автоматично занурюється в розплавлений метал [2].

Вище вказана технологія передбачає використання гнучких анкерів з підсиленням у вигляді висаджених головок, діаметр яких варіюється від 10мм до 25мм. В деяких випадках широти номенклатури не вистачає, що призводить до перевитрат сталі або нераціонального використання будівельних матеріалів. Тому залишається актуальним питання пошуку

шляхів модернізації існуючого асортименту. Дослідженнями гнучких анкерів з висадженими головками займалися аспіранти ПолтНТУ, в роботах [2-3] на чолі з доктором технічних наук, професором Семко О.В.

Постановка мети і задач досліджень. Розробка рекомендацій, щодо модернізації та оптимізації конструкції анкерних стрижнів для технології миттєвого зварювання при виготовленні закладних деталей.

Результати досліджень. Вказані вище недоліки видно з прикладу розрахунку закладної деталі, зображеної на рис.2. Представлена закладна деталь у загальному випадку на яку діє сила F з ексцентриситетом.

Несуча здатність приведеної закладної деталі залежить від несучої здатності окремих анкерних стрижнів, підбір яких ведеться згідно [4-5] та становить:

$$A_{an} = \frac{1.1 \sqrt{N_{an}^2 + \left(\frac{Q_{an}}{\varphi \cdot \varphi_1} \right)^2}}{f_{yk}} = \frac{1.1 \sqrt{100^2 + \left(\frac{35}{0.46 \cdot 0.86} \right)^2}}{350} = 4.54 \text{ см}^2, \quad (1)$$

де A_{an} – площа поперечного перерізу нормальних анкерів найбільш напруженого ряду;

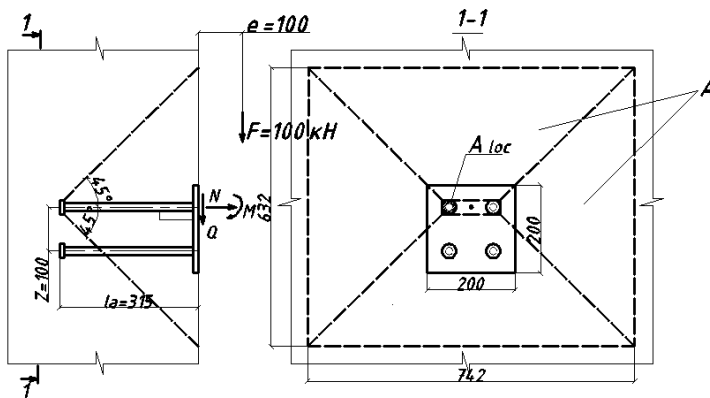


Рис. 2. Розрахункова схема закладної деталі, на яку сила діє з ексцентриситетом N_{an} – найбільше зусилля розтягу в одному ряду нормальних анкерів;

$$N_{an} = \frac{M}{Z} = \frac{10}{0.1} = 100 \text{ кН}, \quad (2)$$

Q_{an} – найбільше зусилля зсуву, яке припадає на один ряд нормальних анкерів

$$Q_{an} = \frac{F - 0.3N'_{an}}{n_{an}} = \frac{100 - 0.3 \cdot 100}{2} = 35 \text{ кН}, \quad (3)$$

N'_{an} – найбільше зусилля стиску в одному ряду нормальних анкерів;

$$N'_{an} = \frac{M}{Z} = -\frac{100}{0.1} = 100кН, \quad (4)$$

Z – відстань між крайніми рядами анкерів; n_{an} – число рядів анкерів уздовж напрямку поперечної сили;

φ – коефіцієнт, який визначається для анкерних стрижнів діаметром 8-25 мм для важкого бетону класу С25/30 по формулі:

$$\varphi = \frac{4.75\sqrt[3]{f_{cd}}}{(1+0.15A_{an1})\sqrt{f_{yk}}} \bar{\beta} = \frac{4.75\sqrt[3]{17}}{(1+0.15 \cdot 2.83)\sqrt{350}} \cdot 1 = 0.46, \quad (5)$$

де f_{cd} – розрахункове значення міцності бетону на стиск в МПа ,

f_{yk} – розрахункове значення міцності сталі в МПа; A_{an1} – площа поперечного перерізу найбільш напруженого нормального анкера діаметром 19мм, в $см^2$;

$\bar{\beta}$ – коефіцієнт, який приймається рівним для важкого бетону –1;

φ_1 – коефіцієнт, який визначається за формулою:

$$\varphi_1 = \frac{1}{\sqrt{1+\omega}} = \frac{1}{\sqrt{1+0.86}} = 0.73, \quad (6)$$

Коефіцієнт ω приймається рівним:

$$\omega = 0,6 \frac{F}{Q_{an}} = 0.3 \frac{100}{35} = 0.86, \quad (7)$$

Виконуємо перевірку:

$$A_{an1} \geq A_{an.loc} \rightarrow 2.83см^2 > 2.27см^2, \quad (8)$$

де $A_{an.loc}$ – необхідна площа поперечного перерізу найбільш напруженого нормального анкера.

$$A_{an.loc} = \frac{A_{an}}{n_{an}} = \frac{4.54}{2} = 2.27см^2; \quad (9)$$

Отже, міцність анкера забезпечена.

Розрахунок закладної деталі передбачає перевірку міцності бетону на виколівання за наступною умовою:

$$N_{an} \leq \varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot A \cdot f_{ctd}, \quad (10)$$

де A – площа проєкції на площину в $мм^2$, нормальну до анкерів, поверхні виколівання, яка починається від висаджених голок під кутом 45° до осей анкерів; площі висаджених головок, розміщених на поверхні виколівання, не враховуються (рис2);

f_{ctd} – розрахункове значення міцності бетону на осьовий розтяг ;

φ_2 – коефіцієнт, який приймається рівним: для важких бетонів – 0,5;

φ_3 – коефіцієнт, який приймається рівним –1.

$$\varphi_2 \cdot \varphi_3 \cdot A \cdot f_{ctd} = 0.5 \cdot 1 \cdot 468184 \cdot 12 \cdot 1.2 = 281.13 \text{кН}, \quad (11)$$

Виконуємо перевірку:

$$22,5 \text{кН} < 281,13 \text{кН}.$$

Отже, міцність бетону забезпечена.

Оскільки анкерні стрижні мають на кінцях підсилення у вигляді висаджених головок, то бетон під цими головками перевірять на зминання за умови:

$$N_{loc} \leq \varphi_b \beta_b f_{cd} A_{loc}, \quad (12)$$

де $N_{loc} = N_{an1}$; A_{loc} – площа бетону під висадженою головкою;

$$\varphi \cdot \beta_b \cdot f_{cd} \cdot A_{loc} = 0.5 \cdot 2.5 \cdot 17 \cdot 1.33 = 25.83 \text{кН}, \quad (13)$$

Виконуємо перевірку: $50 \text{кН} > 25.83 \text{кН}$;

Отже, міцність бетону на зминання не забезпечена.

Для забезпечення міцності бетону на зминання необхідно або збільшити кількість нормальних анкерів у ряді, оскільки сортамент не дозволяє підібрати потрібний переріз, або підвищити клас бетону з С25/30 до С45/50, що в умовах реального будівництва не можливо. Збільшення анкерів у ряді потягне за собою додаткові витрати сталі, що є економічно не вигідним. Можливим шляхом вирішення даного питання є збільшення площі поперечного перерізу зони підсилення анкерного стрижня. Варіантом збільшення площі може бути використання металевої шайби під висадженою головкою (Рис. 6). У вказаному прикладі розрахунку закладної деталі достатньо використати шайбу діаметром 38мм і умова міцності бетону на зминання буде виконана.

Коли зусилля на закладну деталь діє без ексцентриситету, то вона працює на зсув (Рис. 3).

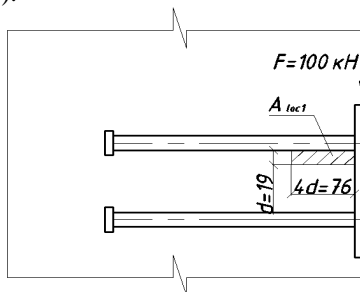


Рис. 3. Розрахункова схема закладної деталі, на яку сила діє без ексцентриситету

В такому випадку розрахунок передбачає перевірку міцності бетону на зминання під анкерним стрижнем, яка виконується з умови:

$$Q \leq \Psi \cdot f_{cd.loc} \cdot A_{loc1}, \quad (14)$$

де Ψ – коефіцієнт приймаємо рівним при рівномірному розподіленні місцевого навантаження на площі зминання – 1,0;

$$\Psi \cdot f_{cd.loc} \cdot A_{loc1} = 1 \cdot 23.36 \cdot 1444 = 33.74 \text{ кН}, \quad (15)$$

Дослідження показують, що напруження в бетоні під анкерним стрижнем мають згасаючий характер, і повністю зникають на відстані 4 діаметрів [6](Рис. 3). Чисельне моделювання підтверджує даний факт (Рис. 4). Умовно приймається прямокутна зона зминання згідно з [5].

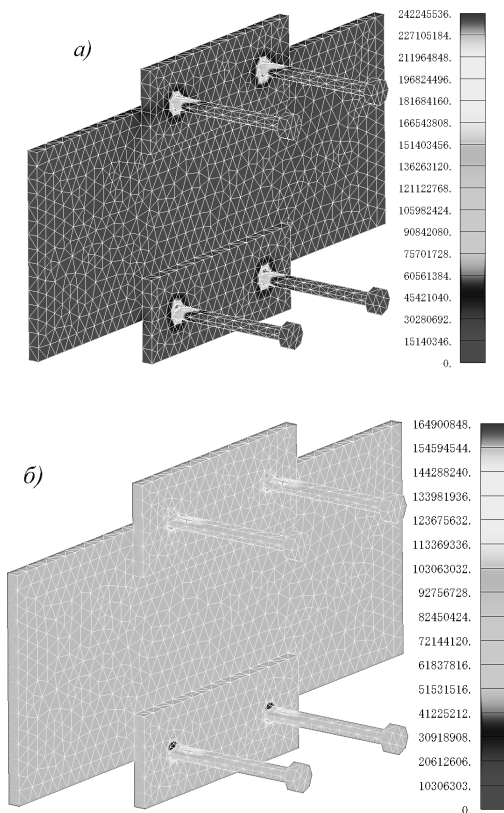


Рис. 4. Розподіл а) дотичних та б) нормальних напружень по поверхні закладної деталі

A_{loc1} – площа зминання (Рис. 5); d – діаметр анкера в мм;

$$A_{loc1} = 4 \cdot d^2 = 4 \cdot 19^2 = 1444 \text{ мм}^2, \quad (16)$$

Q – поперечна сила від місцевого навантаження;

$$Q = \frac{F}{n_{an}} = \frac{100}{2} = 50 \text{ кН}, \quad (17)$$

$f_{cd.loc}$ – розрахунковий опір бетону на зминання, визначаємо за формулою:

$$f_{cd.loc} = \alpha \cdot \varphi_b \cdot f_{cd} = 0.95 \cdot 1.44 \cdot 17 = 23.36 \text{ МПа}, \quad (18)$$

де $\alpha = 13,5 \cdot f_{ctd} / f_{cd} = 13,5 \cdot 1,2 / 17 = 0,95$ – для бетону класу С25/30;

$$\varphi_b = \sqrt[3]{A_{loc2} / A_{loc1}} = \sqrt[3]{4332 / 1444} = 1.44, \quad (19)$$

A_{loc2} – розрахункова площа зминання, яка включає ділянку, симетричну по відношенню до площі зминання (Рис. 5);

$$A_{loc2} = d^2 \cdot 4 \cdot 3 = 19^2 \cdot 4 \cdot 3 = 4332 \text{ мм}^2, \quad (20)$$

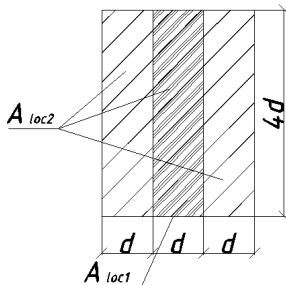


Рис. 5. Визначення розрахункової площі A_{loc2} при розрахунку на місцеве стискування

Перевіряємо: $50 \text{ кН} > 33,74 \text{ кН}$;

Отже, умова не виконується.

Для забезпечення міцності бетону на зминання необхідно: збільшити площу поперечного перерізу анкера або підвищити клас бетону з С25/30 до С45/50, як вище було сказано це не можливо, або підсилити зону зминання поперечною арматурою. У якості перспективного варіанта підсилення може бути використана муфта, яка встановлюється на довжину чотирьох діаметрів від основи анкера, тим паче, технологія дозволяє виконати зварювання так щоб муфта і анкер працювали разом (рис. ба).

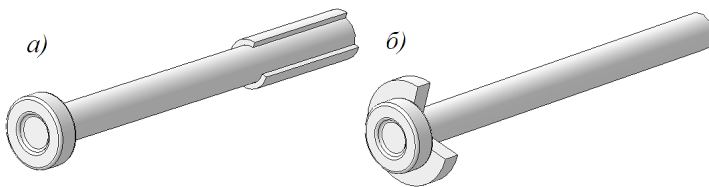


Рис. 6. Конструкції модернізованих гнучких анкерів з висадженими головками

Висновки. В більшості випадків конструкції модернізованих гнучких анкерів з висадженими головками дозволяють посилити режим економії, не збільшуючи при цьому затрати праці. Так, при використанні шайби економія металу становить 40%, порівняно з варіантом збільшення анкерів у ряді. Встановлення муфти дає можливість заощадити 31% металу, порівняно з варіантом збільшення поперечного перерізу анкера та 45%, в порівнянні з використанням поперечної арматури в якості підсилення.

1. Дарієнко В.В., Гудзь С.А. Дослідження сталі залізобетонних балок з гнучкими анкерами // Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. Випуск №19. Полтава: ПолтНТУ, 2007. – с.121-129

2. Семко О.В., Гудзь С.А., Дарієнко В.В. Експериментальні дослідження одно пролітних сталезалізобетонних балок із гнучкими анкерами системи “Nelson” // Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. Випуск №20. Полтава: ПолтНТУ, 2007. – с.89-94

3. Семко О.В., Дарієнко В.В., Білярчик В.Р. Результати проведення експериментальних досліджень гнучких анкерів на зріз // Строительство, материалведение, машиностроение // Сб. научн. трудов. Вып. 43, – Днепропетровск, ПГАСА, 2007. - 626с. – С.499-504

4. Конструкції будинків та споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : ДБН В.2.6-98 : - К.: Мінрегіонбуд України, 2011. -17-21с

5. СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции: Нормы проектирования / Госстрой СССР. – М.: ЦИИПП Госстрой СССР, 1985. – 99с.

6. Салійчук Л.В. Робота в бетоні трубчастого замоноличеного анкера при поперечному навантаженні / Л.В. Салійчук. – К.: Будівельні конструкції. – Вип. 59. Книга – 1, 2003. – 279 – 287 с.