

Постернак О.С., студент, групи ПЦБ-481,
 Інженерно-будівельного інституту
 Постернак І.М., канд.техн.наук, доцент,
 Одеська державна академія будівництва та архітектури

ПІДСИЛЕННЯ ПРИСТАВНОЇ ДЕРЕВ'ЯНОЇ КРОКВ'ЯНОЇ СИСТЕМИ ЗА УМОВ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ ФОНОВОЇ ЗАБУДОВИ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ МІСТА ОДЕСИ

Містобудівна реконструкція – це цілеспрямована діяльність зі зміни раніше сформованої містобудівної структури, що обумовлена потребами розвитку та вдосконалення.

Реконструкція стала одним з магістральних напрямків в області будівництва, і об'єми її неухильно зростають.

Переважає більшість будівель фонові за будови центрального району м. Одеси, які потребують реконструкції, – це малоповерхові (в 3-4 поверхи) будівлі, зі стінами з каменю вапняку-черепашнику і скатними горищними дахами різноманітної конструкції, несуча частина яких – кроквяна система – виконана з деревини [1]. Роботи з реконструкції повинні здійснюватись на базі індивідуального підходу до кожного з можливих об'єктів із збереженням сформованої архітектурної забудови, характерної для центральної частини м. Одеси.

Реконструкція горищних дахів будівель фонові за будови пов'язана з трьома основними напрямками: ремонт у зв'язку з руйнуванням окремих елементів – підсилення конструкцій; зміна кута нахилу покрівлі у зв'язку зі зміною покрівельного матеріалу; а також перебудова горищного поверху у мансардний.

Підсилення елементів кроквяної системи може виконуватись такими способами:

- 1) нарощування крокв при зміні кута нахилу (виконується за допомогою додаткових кроквяних ніг, що з'єднуються з існуючими за допомогою стояків);
- 2) підсилення системи ригелями або введенням додаткового ригелю;
- 3) підсилення підкосами;
- 4) додаткові проміжні крокви (між існуючими) із підсиленням прогона підкосами;
- 5) підсилення кроквяних ніг нарощуванням (дошки, металеві протези, сталеві профілі);
- 6) заміна пошкодженої деревини протезами [2,3].

Розглянемо варіанти підсилення (1...5) для приставних кроквяних систем та визначимо найбільш раціональний при збільшенні розрахункового навантаження (наприклад в 2 рази, тобто $q_2=2q_1$).

1. При необхідності зміни кута нахилу покрівлі, щоб уникнути повної заміни всієї кроквяної системи, виконують підсилення кроквяних ніг за допомогою додаткових, що з'єднуються за допомогою стояків з існуючими. Цей спосіб розглянемо в сенсі підсилення кроквяної ноги за рахунок перетворення її конструкції з балки на ферму, а зміну кута нахилу розглянемо як побічний ефект. В такому випадку прямокутний переріз перетворюється на складний, що складається з двох прямокутних.

2. Підсилення системи ригелями або введенням додаткового ригелю: ригель сприймає розпір, надає додаткову жорсткість, але не зменшує розрахункового прольоту кроквяної ноги, і не збільшує несучої здатності крокв. Якщо в системі вводиться додатковий ригель, то він сприймає частину розпору, що не сприйняв існуючий.

3. Підкіс надає системі додаткової жорсткості та його можна вважати додатковою опорою для кроквяної ноги. Тоді вона перетворюється на двопролітну нерозрізну балку.

Якщо підкіс введено у конструктивну систему таким чином, що кроквяна нога спирається на нього посередині свого прольоту, тобто $l_2 = l_1/2$, тоді:

$$M_1 = \frac{q_1 l_1^2}{8} \quad (1)$$

$$M_{\max, 2} = \frac{q_2 l_2^2}{8} \quad (2)$$

$$M_1 = M_2 \quad (3)$$

$$\frac{q_1 l_1^2}{8} = \frac{q_2 l_2^2}{8} \quad (4)$$

Після підстановки $q_2=2q_1$ в (4) отримуємо $q_2 = 4q_1$. Отже, при введенні підкосу так, що $l_2 = l_1/2$ навантаження можна збільшити в 4 рази.

4. Введення додаткових проміжних крокв між існуючими дозволяє кроквяній системі сприймати більші навантаження, крім того, надається додаткова жорсткість усієї кроквяній системі в поздовжньому напрямку за рахунок підкосів.

При введенні додаткових кроквяних ніг такого ж перерізу, як і існуючі, навантаження на них розподіляється порівну, тобто якщо кількість кроквяних ніг збільшується в 2 рази, то навантаження на одну пару кроквяних ніг відповідно зменшується в 2 рази.

До реконструкції, в такому випадку, прогін служить для жорсткості у поздовжньому напрямку, а також для сприйняття незначних зусиль при виникненні ексцентриситету при спиранні крокв через прогін на стояки. При додаванні нових крокв вони верхньою частиною спираються лише на прогін, тобто передають частину навантаження на нього, і тоді прогін вже працює як нерозрізна багатопролітна балка з зосередженими навантаженнями. Далі вводять підкоси, які слугують додатковими опорами для прогону. Якщо підкоси кріпити до прогону у місцях обпирання кроквяних ніг, то вертикальна складова навантаження від них буде передаватись через підкіс безпосередньо на стіну, і згинаючий момент у прогоні не виникне.

5. Підсилення кроквяних ніг нарощуванням збільшує несучу здатність підсилюваних елементів за рахунок збільшення їх перерізу.

При збільшенні навантаження у 2 рази, згинаючий момент також збільшується в 2 рази, отже і потрібний момент опору перерізу має бути в 2 рази більший:

$$W_2 = 2W_1 \quad (5)$$

$$W_2 = 2 \frac{b_1 h_1^2}{6} \quad (6)$$

Тобто переріз повинен мати розміри $2b_1 \times h_1$ або $b_1 \times h_1 \sqrt{2}$.

Цей спосіб цікавий тим, що можливо збільшити розміри перерізу місцево, тобто лише на ділянці дії максимальних зусиль (зазвичай всередині прольоту в зоні дії максимальних згинаючих моментів).

Якщо виходити з умови, що розміри перерізу існуючих крокв задовольняють умови міцності та жорсткості, то нарощування перерізу має сенс лише на тій ділянці, де згинаючий момент від нового навантаження більший, ніж максимальний згинаючий момент від існуючого:

$$M_{2x} = M_{1x, \max} \quad (7)$$

$$M_{1x, \max} = \frac{q_1 l_1^2}{8} \quad (8)$$

$$M_{2x} = \frac{q_2 l_1 x}{2} - \frac{q_2 x^2}{2} \quad (9)$$

$$M_{2x} = \frac{2q_1 l_1 x}{2} - \frac{2q_1 x^2}{2} = q_1 (l_1 x - x^2) \quad (10)$$

$$l_1 x - x^2 - \frac{l_1^2}{8} = 0 \quad (11)$$

$$x = 0,146 l_1 \quad (12)$$

$$a = l_1 - 2x = 0,708 l_1 \quad (13)$$

Отже, на ділянці довжиною $a = 0,708 l_1$ переріз повинен мати розмір $2b_1 \times h_1$ або $b_1 \times h_1 \sqrt{2}$.

Висновок: розглянуто способи підсилення приставної дерев'яної кроквяної системи будівель фонові забудови центру Одеси за умов реконструкції. На основі порівняння визначено, що введення підкосів є найбільш раціональним варіантом підсилення трикутної кроквяної системи без підкосів і затяжок. Для більш складних систем раціональним є нарощування перерізу на ділянці довжини. Усі варіанти підсилення кроквяних ніг вимагають урахування зусиль також у стояках, зазвичай розміри їх перерізу приймаються конструктивно з запасом несучої здатності.

Список використаних джерел:

1. Постернак С.О, Коцюрубенко О.М. Інженерна архітектура житлових будівель історичної забудови міста Одеси // Реставрація, реконструкція, урбоєкологія RUR-2010: зб. наук. праць № 7-8 [щорічник ПУВНХ ICOMOS]. – Одеса: Вид-во «Optimum». – с.87-96.
2. Posternak I.M., Posternak S.A. Posternak O.S. *Technical research and development: collective monograph* / International Science Group. – Boston (USA): Primedia eLaunch, 2021. 616 (Section 8. Innovative technologies: 8.3. CSTC T-PPR: organizational measures technologies of enhancing energy efficiency of reconstruction buildings historical building of Odessa. P. 270–274. DOI- 10.46299/ISG.2021.MONO.TECH.I
3. Вахненко П.Ф. Реконструкція будівель і споруд агропромислового комплексу / П.Ф. Вахненко, В.П. Вахненко, Є.В. Клименко та ін.; за ред. П.Ф. Вахненка. – К. : Урожай, 1994. – 296с.