

УДК 693.224

М.В. Теслюк, Т.К. Гунда, А.П. Сорочак, канд. техн. наук, доц.

Тернопільський національний технічний університет ім. І.Пулюя, Україна

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ТИПУ ПЕРЕВ'ЯЗКИ НА НДС ЦЕГЛЯНОЇ КЛАДКИ В МІСЦІ СТИКУ СТІН

M. Tesliuk, T. Gunda, A. Sorochak, Ph.D., Assoc. Prof.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE BANDING TYPE ON STRESS-STRAIN STATE OF BRICKWORK AT THE PLACE OF THE WALL JOINT

У практиці будівництва дуже широко розповсюджені конструкції із цегли та їхні елементи. Їх руйнування найчастіше виникає від зрізу кладки, її розколювання чи зминання. Основними причинами таких видів руйнування є значні місцеві навантаження внаслідок перевантаження окремих ділянок стін та нерівномірне осідання фундаментів, що може бути викликане зволоженістю підземної частини будівлі чи помилками в розрахунку фундаментів.

Виникнення значних нерівномірних деформацій основи є чинником утворення складного напружено-деформованого стану конструктивних систем будівель і споруд, тріщин, місцевих та загальних руйнувань конструкцій. Особливо це стосується залізобетонних і кам'яних будівель з жорсткими конструктивними системами, при цьому більш уразливими є конструкції з кам'яної кладки [1]. Очевидно, що перебування у такому стані, а також розвиток дефектів і пошкоджень веде до зниження міцності конструкцій.

Неоднорідність кладки викликає складність при визначенні її напружено-деформованого стану. Отже, моделювання роботи цегляної кладки з метою дослідження її НДС та подальшого порівняння з експериментальними даними є актуальним.

Оскільки несучі стіни мають бути з'єднані між собою у місцях перетину таким чином, щоб між ними була забезпечена передача необхідних вертикальних і горизонтальних навантажень, при їх сполученні обов'язково використовується перев'язка [2].

Недоліком розрахунку кам'яної кладки на зріз за перев'язаними перерізами згідно чинних норм є неврахування системи перев'язки, якою виконана кладка. При цьому, площа зрізу визначається досить приблизно. [3]

Теоретичну міцність цегляної кладки можна визначити за формулою Л.І. Оніщика. Теоретичну несучу здатність кладки на зріз визначають за формулою чинних норм [2]

$$Q = R_{sq} A_{HT},$$

де R_{sq} — розрахунковий опір зрізу, коли руйнування відбувається по цеглі;

A_{HT} — розрахункова площа перерізу, яка визначається за виключенням площі швів та приймається наближено $A_{HT} \approx 0,5A$.

Для дослідження міцності цегляних стін на зріз не доцільно було використовувати послаблені види перев'язки (трирядну, багаторядну), оскільки чинні норми дозволяють виконувати стики стін лише з ланцюжковою перев'язкою. Тому в роботі прийняті для аналізу три варіанти перев'язки стику стін: однорядна (ланцюжкова) – утворюється чергуванням ложкових та тичкових рядів (при перетині стін тичковий ряд пропускають через іншу суміжну стіну); трирядна посилена перев'язка – утворюється чергуванням трьох тичкових рядів та одного ложкового; п'ятирядна посилена – матиме ложковий

ряд через п'ять тичкових рядів. Останні два варіанти були запропоновані та апробовані авторами у роботі [3].

Дослідження НДС цегляної кладки виконані методом скінченних елементів (МСЕ) за допомогою ПК ЛІРА-САПР 2015, що дало можливість визначити поля розподілу напружень і порівняти їх з відомими літературними джерелами.

Цегляна кладка – монолітне неоднорідне пружно-пластичне тіло, яке складається із цегли та розчину. Особливістю роботи кладки є наявність складного напруженого стану цегли та розчину, що викликане неоднорідністю укладання розчину, відмінністю деформаційних властивостей цегли та розчину, наявністю вертикальних швів у кладці, неоднорідністю та дефектами самої цегли [3].

В роботі моделювали Т-подібний стик двох стін товщиною 380 мм. Довжина фрагментів стін, що включені в розрахунок, складала 2,5 м в кожен бік від місця стику, висота фрагменту – 3 м. При моделюванні цегляної кладки використовували об'ємні призматичні нелінійні скінченні елементи типу 236.

Використано регулярну сітку скінченних елементів. Розмір скінченних елементів вздовж осі Z задавався кратним висоті цегли з розчином для коректного моделювання стику. Стінки закріплювали по нижній грані вздовж осі Z.

Під час розрахунку враховували власну вагу кладки ($\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$). Можливу нерівномірність деформацій основи моделювали шляхом прикладання еквівалентного навантаження на поперечну стіну. Навантаження прикладали як рівномірно розподілене на вузли та елементи по верхній грані. Для нелінійного моделювання використано кусково-лінійне представлення закону деформування матеріалу з [3].

Для врахування різних варіантів перев'язки в місці стику стін було видалено зв'язок між суміжними скінченними елементами в неперев'язних рядах кладки шляхом введення подвійної нумерації вузлів, що відповідає виключенню з роботи вертикальних швів розчину та повністю відповідає вимогам чинних норм [2] щодо розрахунку.

В результаті виконання розрахунку моделей отримували деформації кладки та розподіл головних напружень в матеріалі стін. Розрахунок виконували кроково-ітераційним методом, прикладаючи кожне завантаження за 20 рівномірних кроків.

Встановлено, що однорядний (ланцюжковий) тип перев'язки характеризується найменшою несучою здатністю кладки. Для трирядного посиленого типу перев'язки отримана несуча здатність, що на 32% вища за однорядний. Для п'ятирядного посиленого типу перев'язки несуча здатність стику стін виявилася на 26% вищою за однорядний. Деяке зниження несучої здатності п'ятирядного типу перев'язки порівняно з трирядним можна пояснити більшим значенням згинаючого моменту в тичкових рядах, що викликає більші напруження.

Враховуючи отримані результати, можемо рекомендувати для забезпечення міцності перерізів на зріз використання трирядної посиленої перев'язки стику стін (утвореної чергуванням трьох тичкових рядів та одного ложкового), оскільки несуча здатність на зріз за результатами моделювання для цього типу найвища.

Література

1. Хохлін, Д.О. Випробування цегляних балок-стінок послідовною дією вертикальних та горизонтальних сил / Д.О. Хохлін, К.В. Попок // Наука та будівництво. – №2 (12). – 2017. – С. 40-45.
2. Розрахунок і конструювання кам'яних та армокам'яних конструкцій будівель та споруд: ДСТУ Б В.2.6-207:2015. – [Чинний від 2016-04-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2015. – 356 с.
3. Клименко, Є.В. Зріз кам'яних конструкцій: монографія / Є.В. Клименко, О.С. Чернева. – Одеса: Видавництво «Чорномор'я», 2010. – 173 с.