

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЦНОСТІ І ЖОРСТКОСТІ ПІДРІЗОК В МОНОЛІТНИХ СТІНАХ З ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ ВІЗЛІВ

¹⁾Державне підприємство «Державний науково-дослідний інститут
будівельних конструкцій (НДІБК)», Київ

²⁾ТОВ «РУШ», Дніпропетровськ, Україна

Найбільш поширеною в сучасному будівництві України є фасадна теплоізоляція стін з опорядженням тонкошаровою штукатуркою. Така система забезпечує найбільший за значенням коефіцієнт термічної однорідності для основаного поля стіни. Проблема значних тепловитрат (кут, прорізи віконних та дверних отворів, стик міжповерхового перекриття) може бути вирішеною за рахунок запропонованого авторамиспособу підрізки стін ззовні з розташуванням в неї додаткового шару утеплювача. Ефект підвищення теплозахисних показників встановлено, невирішеним залишається питання забезпечення міцності стику та жорсткості остову будівлі з урахуванням зменшення перетину несучих стін. В роботі наведено результати розрахунків напружень та надані рекомендації по армуванню послаблених перетинів.

Постановка проблеми, мета дослідження. Найбільш поширеною в сучасному будівництві України є фасадна теплоізоляція стін з опорядженням тонкошаровою штукатуркою. Така система забезпечує найбільший за значенням коефіцієнт термічної однорідності для основаного поля стіни. Проблема значних тепловитрат (кут, прорізи віконних та дверних отворів, стик міжповерхового перекриття) може бути вирішеною за рахунок запропонованого авторами [1] способу підрізки стін ззовні з розташуванням в неї додаткового шару утеплювача. Ефект підвищення теплозахисних показників встановлено невирішеним є питання забезпечення міцності стику та жорсткості остову будівлі з урахуванням зменшення перетину несучих стін.

Цегляна неармована стіна перевіряється згідно п. 11.6.2. ДБН В.2.6–162 [2] за граничним станом при втраті несучої здатності для розрахункових умов. Приймавши відстань між осями несучих стін 6 м, висоту поверху 3,3 м, а кількість поверхів від 1-го до 14-ти, була виконана перевірка. Розрахункова величина вертикального навантаження, прикладеного до стіни з кам'яної кладки N_{Ed} повинна бути менше або дорівнювати розрахунковій величині вертикальної міцності стіни N_{Rd} так, щоб виконувалась вимога $N_{Ed} < N_{Rd}$.

За результатами розрахунків міцності кладки для конструктивного рішення зовнішніх кутів з підрізкою ділянки кладки встановлена величина можливої підрізки. Для цегляних стін товщиною 250 мм, 380 мм та 510 мм вона становить відповідно 55 мм, 120 мм та 120 мм. Зниження несучої спроможності у порівнянні з варіантом без підрізки становить до 20% для всіх варіантів, при цьому несуча спроможність у всіх випадках забезпечується.

Для конструктивного рішення стику міжповерхового перекриття з підрізкою ділянки кладки товщиною 250 мм, 380 мм та 510 мм величина підрізки становить відповідно 55 мм, 120 мм та 120 мм. Зниження несучої спроможності становить до 40%, до 20% та до 14% відповідно.

Міцність запропонованих рішень для кутів та віконних отворів є достатньою, потрібне тільки конструктивне армування для всіх товщин стін. У місцях міжповерхових перекриттів запропоноване обмеження поверховості будинків для стін товщиною 250 мм – не більш 5-ти; 380 мм – не більш 9-ти; 510 мм – не більш 11-ти поверхів. Потрібне додаткове армування сіткою з проволочи В500 (ВрІ) Ø4 з розміром комірки 40x40 мм для товщини до 380 мм, та Ø5 – для 510 мм.

Для найбільш поширеного будівництва багатоповерхових будівель з монолітного залізобетону потрібна додаткова перевірка, що і стало метою даного дослідження

Розв'язання проблеми. З метою визначення надійності прийнятих конструктивних рішень енергозберігаючих з'єднань з утеплення віконних прорізів з зовнішнім утепленням в стіні, додатковому утепленню в рівні плити перекриття \ і кута будівлі з монолітного залізобетону виконані перевірені розрахунки несучих зовнішніх стін для 16-ти поверхової будівлі з монолітного залізобетону з довільним плануванням. При порівняльних розрахунках каркаса виконувався розрахунок 2-х каркасів будівлі: 1 – без запропонованих енергозберігаючих з'єднань (схема 1); 2 – з урахуванням прийнятих конструктивних рішень по утепленню віконних прорізів з зовнішньої підрізкою в стіні, підрізкою в рівні плити перекриття і кута будівлі (схема 2).

Розрахунки напружено-деформованого стану основних несучих конструкцій 16-ти поверхової будівлі для схем 1 і 2 виконані методом кінцевих елементів, реалізованому в програмному комплексі «Ліра-Windows» версії 9.6 [3].

Геометричні розміри конструктивних елементів будівлі:

- зовнішні і внутрішні стіни прийняті товщиною 250 мм з бетону класу С20/25;
- міжповерхові перекриття і плита покриття прийняті товщиною 200 мм з бетону класу С20/25;
- розміри віконних прорізів прийняті згідно розроблених рішень при розробці енергозберігаючих вузлових з'єднань 1510 мм x 1510 мм;

- підрізування у рівні перекриттів і в кутах будинку прийняті згідно розроблених рішень при розробці енергозберігаючих вузлових з'єднань 100 мм.

У розрахунковій схемі приймалися такі види завантажень:

1) постійні навантаження – власна вага конструкцій каркасу будівлі, а також вагу конструкцій підлоги, покрівлі, перегородок, утеплення та штукатурки зовнішніх стін.

1*) модальний аналіз конструкцій каркасу будівлі для схеми 1 і 2.

2) снігове навантаження на покриття будівлі.

3) тимчасові навантаження на перекриття і покриття будівлі.

4) вітрові навантаження уздовж глобальної осі X.

5) вітрові навантаження уздовж глобальної осі Y.

Розрахункові поєднання зусиль (напруг) від завантажень. В елементах конструкцій з урахуванням прийнятих конструктивних рішень енергозберігаючих з'єднань виявилось наступне.

Периметр віконних прорізів.

Аналіз зміни напружень в розглянутих перетинах по (100 мм) свідчить (рис. 1) про наступне:

- в горизонтальних і вертикальних перетинах відбувається перерозподіл напружень поздовжніх сил N_y і N_x – збільшення напружень на 24...55,3% і 33,9...73% відповідно, при цьому відзначається збільшення до 40% відносних змін напруг із збільшенням висоти;

- про зниження поперечних сил Q_x та місцевих згинальних моментів M_x на величину до 101,3% і 100,0% відповідно через появу ексцентриситетів зворотного знака.

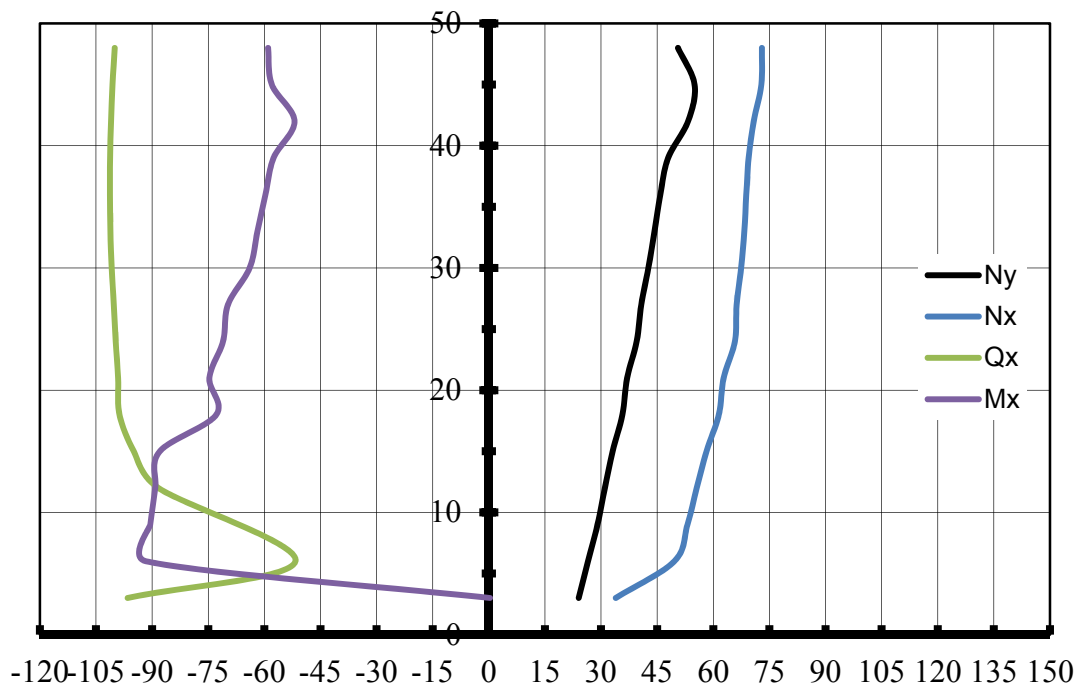


Рис. 1. Відносна зміна напруги в місцях підрізування по периметру віконних прорізів для схеми 2 залежно від висоти

Перетини в рівні перекриття.

Аналіз зміни свідчить про наступне:

- в горизонтальних перетинах відбувається перерозподіл напружень поздовжніх сил N_y – збільшення напружень на 113,9...138%, при цьому наголошується, що до відм. +39.0 м значення відносних змін мають приблизно однакову величину (100%), а з відм. +39.0 м по відм. +45.00 м напруги збільшуються ще на величину до 25%;

- у вертикальних перетинах відбувається перерозподіл напружень поздовжніх сил N_x – збільшення напружень на 2...188,5%, при цьому відзначається зниження відносної величини зміни напружень зі збільшенням висоти;

- про зниження поперечних сил q_x та місцевих згинальних моментів M_x на величину до 101,8% та 139% відповідно через появу ексцентриситетів зворотного знака.

Кути будинку.

Зміни напружень в розглянутих перетинах в з зовнішньою підрізкою (100 мм) свідчать про наступне:

- в горизонтальних перетинах відбувається перерозподіл напружень поздовжніх сил N_y – збільшення напружень на 11,1...74%, при цьому наголошується, що до відм. +45.0 м значення відносних змін мають приблизно однакову величину (33%), а на відм. + 48.0 м напруги збільшуються ще на величину до 41%;

- у вертикальних перетинах відбувається перерозподіл (концентрація) напружень поздовжніх сил N_x і поперечних сил Q_x – значне збільшення напружень на 40...610%, при цьому відзначається приріст відносної величини зміни напружень зі збільшенням висоти;

- про зниження згинальних моментів M_x на величину 21,1...56,4% через появу ексцентриситетів зворотного знака.

Результати розрахунку армування.

Периметр віконних прорізів.

Зафіксовано зниження коефіцієнтів використання для схеми 2 на 1÷70% з найбільшим зниженням в рівні цоколя, яке відбувається через перерозподіл напружень. При цьому несуча здатність і експлуатаційна придатність з урахуванням прийнятого для схеми 1 армування забезпечується.

Перетини в рівні перекриття.

Аналіз результатів розрахунку армування в розглянутих перетинах в рівні перекриття з зовнішньою підрізкою(100 мм) свідчить про зниження коефіцієнтів використання для схеми 2 на 30...80% до відм. +33.00 м і збільшення з відм. +33.00 м до відм. + 48.00 м на величину до 15% з найбільшим збільшенням в рівні перекриття на відм. +42.00 м, при цьому несуча здатність і експлуатаційна придатність з урахуванням прийнятого для схеми 1 армування забезпечується з максимальним $K_{вик} = 0,94$.

Для забезпечення міцності розглянутих ділянок і жорсткості будівлі в цілому рекомендується установка додаткових каркасів згідно зі схемою, наприклад, для перекриття армування показаної на рис. 2. Крім цього рекомендується не виконувати підрізування в рівні перекриття на відм. + 0.00 м, а так само обмежити підрізування до величини $\delta_{\text{п}} = 50$ мм з відм. + 39.00 м (після 12-го поверху).

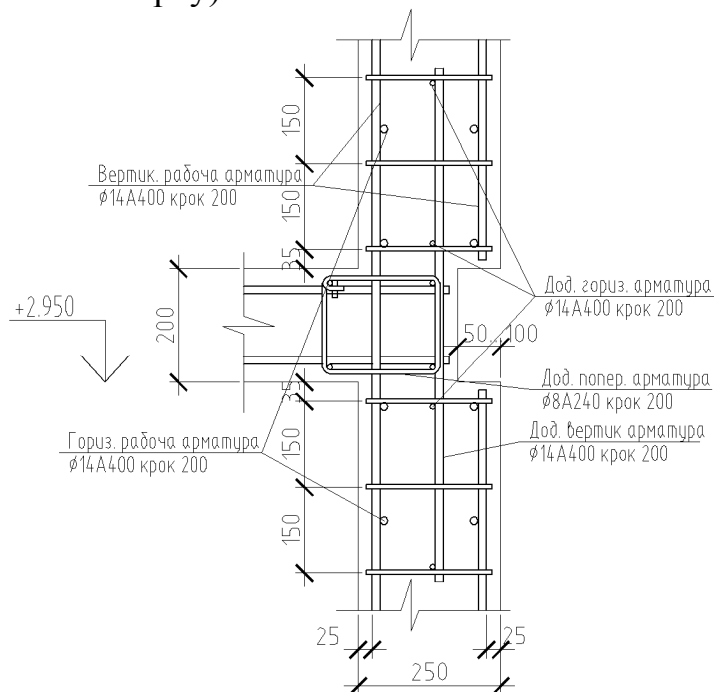


Рис. 2. Схема армування вузла в місцях підрізування в рівні перекриттів для схеми 2

Висновки.

1. У місцях підрізування по периметру віконних прорізів несуча здатність забезпечена, виконано аналіз зміни напруг і розроблені типові рішення по конструюванню вузла.

2. У місцях підрізування в рівні перекриттів відзначається збільшення напружень N_x і N_y на 120...180%, при цьому несуча здатність забезпечується з максимальним $K_{\text{вик}} = 0,94$, розроблені конструктивні заходи та обмеження щодо застосування даного типу енергозберігаючого з'єднання.

3. У місцях підрізування в кутах будинку відзначається істотне збільшення (концентрація) напружень N_x і Q_x до 600% в рівні перекриття, що зажадало для забезпечення несучої здатності введення конструктивних заходів та обмежень щодо застосування даного типу енергозберігаючого з'єднання.

Література

1. Спосіб утеплення кута стіни з поглибленням з зовнішнього боку. Патент України на корисну модель № 80039. У 2012 13522 від 13.05.2013. Бюл. № 9. (Прищенко А.М., Прищенко М.Г., Тимофеев М.В.).
2. ДБН В.2.6-162:2010. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Нормыпроектирования. – К.: МинстройУкраины. – 2010.
3. Программный комплекс ЛИРА-САПР 2013. Учебноепособие / Городецкий А.С. (ред.). - Киев-Москва: Электронноеиздание, 2013. 376 с.
4. ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. Нормыпроектирования. – К.: МинстройУкраины. – 2006.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ И ЖЕСТКОСТИ ПОДРЕЗОК В МОНОЛИТНЫХ СТЕНАХ С ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ УЗЛОВ

Н. В. Тимофеев, А. Н. Прищенко

Наиболее распространенной в современном строительстве Украины является фасадная теплоизоляция стен с отделкой тонкослойной штукатуркой. Такая система обеспечивает наибольший по значению коэффициент термической однородности для основанного поля стены. Проблема значительных теплопотерь (угол, проемы оконных и дверных проемов, стык межэтажного перекрытия) может быть решена за счет предложенного авторами способа подрезки стен снаружи с расположением в ней дополнительного слоя утеплителя. Эффект повышения теплозащитных показателей установлено, нерешенным остается вопрос обеспечения прочности стыка и жесткости остова здания с учетом уменьшения сечения несущих стен. В работе приведены результаты расчетов напряжений и даны рекомендации по армированию ослабленных сечений.

PROVIDING OF THE STRENGTH AND STIFFNESS OF UNDERCUT IN MONOLITHIC WALLS WITH ENERGY EFFICIENT DESIGN OF ITS UNITS

M. Tymofieiev, A. Pryschenko

The most common in modern construction in Ukraine is insulated exterior walls decorated with thin-layer plaster. This system provides the greatest value for the coefficient of thermal uniformity for field-based wall. The problem of significant heat loss (corner openings of windows and doorways, the joint intermediate floors) can be solved by the proposed method trimming the outside wall with the location it an extra layer of insulation. The effect of increasing thermal protection parameters established unresolved issue of joint strength and stiffness of the core of the building with the reduction in cross section bearing walls. The results of calculations of stresses and recommendations for reinforcement of weakened sections.