

Л. А. Циганенко
А. І. Жолобко

В статті розглянуто питання щодо розрахунку опорних кронштейнів сучасної системи вентиляюмого фасаду за допомогою двох методів розрахунку, та виявлення більш точного.

Ключові слова: ПкЛира-9,6, розрахункова схема, деформації, переміщення, напруження, класичний метод розрахунку, кронштейн.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Головною задачею сучасного будівництва є поєднання естетичного зовнішнього вигляду будинків з вимогами щодо його енергозбереження та довгострокової безремонтної експлуатації. Використання сучасних облицювальних систем з навісних фасадних конструкцій з вентиляюмим повітряним прошарком типу «РОНСОН» відповідає цим вимогам. З погляду будівельника й архітектора, зовнішні огорожуючі конструкції покликані виконувати безліч функцій, головною з яких є те, що вони являються захисним бар'єром між зовнішнім та внутрішнім середовищем, забезпечуючи сприятливий мікроклімат приміщення.

Навісні вентиляювані фасади, що з'явилися на українському ринку відносно недавно, і впевнено продовжують завойовувати популярність як у будівельників і архітекторів, так і серед замовників. Кількість будівель, «одягнених» в навісні фасади, нестримно зростає не лише у великих містах, але і в регіонах. Різноманітні способи монтажу навісних вентиляюваних фасадів дозволяють втілити в життя практично будь-які художньо-архітектурні рішення, а з іншого боку - поліпшити його теплотехнічні характеристики, при відключенні опалення взимку будинки з вентиляюваним фасадом охолоджуються в 5...6 разів повільніше

не утеплених будівель, а влітку зберігають в середині будинку прохолоду, дозволяючи відчутно заощаджувати цілий рік на опаленні та кондиціонуванні, захистити від шкідливих атмосферних впливів. Крім того, додаткові теплоізоляційні матеріали під обшивкою захищають несучу стіну від змінного замерзання й відтавання. Вирівнюються температурні коливання масиву стіни, що перешкоджає появі деформацій, особливо небажаних у великопанельному домобудівництві. Точка роси зрушується в зовнішній теплоізоляційний шар, внутрішня частина стіни не відволожується, і не потрібно додаткової пароізоляції. Важливою перевагою цих систем є відсутність проблем при експлуатації фасаду, адже вони не потребують фарбування та інших «косметичних» процедур. Дозволяють, при необхідності замінити один чи декілька елементів фасадної системи в найкоротші терміни без істотних фінансових витрат.

Формулювання мети статті. Але існують питання, щодо проектування несучих елементів даних систем. Навісна фасадна система складається з кронштейнів, які кріпляться безпосередньо до стіни і профілів, що встановлюються на кронштейни, до яких за допомогою спеціальних елементів кріпиться облицювальний матеріал з утеплювачем.

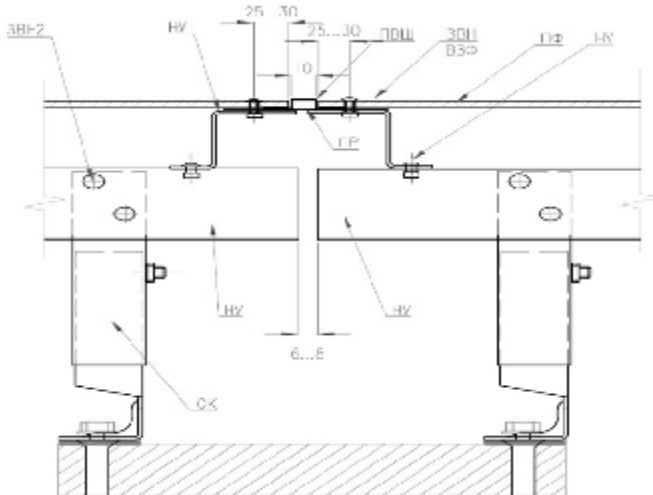


Рис.1 Кріплення облицювальних плит в зоні вертикального температурного шва

ОК - опорний кронштейн

НУ - універсальна направляюча

ПР - стрічка EPDM

ПФ - панель фасаду

ЗВН2 - раклепка витяжна для кріплення каркасу

ПВШ - планка вертикального шву

Кронштейни являють собою головний несучий елемент, що відповідає за роботу всієї сис-

теми взагалі. Існуючі проблеми роботи кронштейнів та вертикальних направляючих показали, що в класичних розрахунках, існують допущення, які не враховують реальну роботу цих елементів як несучих елементів. Це пов'язано з тим, що в класичній теорії розрахунку стержньовий елемент розглядається як нерозрізний стержень з усіма допущеннями, які приймаються в теорії. В реальності, несучий стержень навісної системи (кронштейн) працює як тонкостінний стержень, робота якого значно може відрізнятись від існуючих допущень, які приймаються в розрахунках класичних теорій. Тому постала необхідність дослідження роботи несучих елементів фасадної навісної системи як тонкостінного стержня.

Мета і завдання дослідження: дослідити роботу несучих стержньових елементів каркасної фасадної навісної системи з вентиляючим зазором «Ронсон» за умови їх дійсної роботи, як тонкостінних стержнів.

Для досягнення зазначеної мети поставлені наступні задачі:

1. провести розрахунок несучих стержньових елементів каркасної фасадної навісної системи з вентиляючим зазором за допомогою програмного комплексу, Лира-9,6.

2. провести розрахунок несучих стержньових елементів каркасної фасадної навісної системи з вентиляючим зазором за існуючою класичною методикою розрахунку несучих стержньових елементів каркасної фасадної системи, що розроблена ЦНИИСК м. Москва.

3. порівняти отримані результати розрахунок за класичною теорією та на ПК Лира-9,6

Виклад основного матеріалу. Відповідно до рекомендацій «Фасадні термоізоляційні системи з повітряним зазором» Москва, 2004, дана вертикальна направляюча (ВН) працює як нерозрізна двічі статично невизначена балка, рядові кронштейни умовно приймаємо, як шарнірно рухомі опори, а опорний як шарнірно нерухома опора. Для визначення зусиль ВН необхідно скласти додаткові рівняння, - рівняння спільності деформацій. Ці рівняння одержуємо із розгляду основної системи.

Основною системою методу сил називають таку геометрично незмінну й статично визначену систему, що виходить із заданої статично невизначеної системи усуненням зайвих зв'язків і заміною їх зусиллями. Ці зусилля в зайвих зв'язках називають зайвими невідомими, або невідомими. методу сил і позначають X_1, X_2, \dots, X_n .

В подальшому розрахунок заданої системи замінюється розрахунком основної системи. Для

того, щоб така заміна була еквівалентна, необхідно й досить, щоб в основній системі переміщення по напрямку відкинутих зв'язків, були відсутні.

Для визначення цих переміщень розкладемо все навантаження в основній системі на окремо діючі зайві невідомі й задане навантаження. Тоді переміщення в напрямку зайвого невідомого X_1 буде дорівнювати сумі переміщень: Δ_{11} - від сили X_1 , Δ_{12} - від сили X_2 , Δ_{1p} - від заданого навантаження.

$$\Delta_{11} + \Delta_{12} + \Delta_{1p} = 0 \quad (1)$$

Аналогічно для переміщення в напрямку X_2 :

$$\Delta_{21} + \Delta_{22} + \Delta_{2p} = 0 \quad (2)$$

Для того, щоб виразити рівняння (1) та (2) у явному виді через зайві невідомі, представимо кожне з переміщень Δ_k від зайвих невідомих як добуток одиничного переміщення δ_{ik} на величину відповідного невідомого X_k :

$$\Delta_{11} = \delta_{11} X_1, \Delta_{12} = \delta_{12} X_2,$$

$$\Delta_{21} = \delta_{21} X_1, \Delta_{22} = \delta_{22} X_2,$$

Тепер рівняння (1), (2) здобувають такий вид:

$$\delta_{11} X_1 + \delta_{12} X_2 + \Delta_{1p} = 0$$

$$\delta_{21} X_1 + \delta_{22} X_2 + \Delta_{2p} = 0 \quad (3)$$

Ці рівняння виражають умову спільності деформацій і називаються канонічними рівняннями методу сил.

Таким чином, для визначення двох невідомих сил X_1, X_2 ми отримали два рівняння (3).

Коефіцієнти даної системи вираховуємо способом Верещагіна:

$$\delta_{11} = \sum \int \bar{M}_1 \bar{M}_1 ds$$

$$\delta_{12(21)} = \sum \int \bar{M}_1 \bar{M}_2 ds; \quad \delta_{22} = \sum \int \bar{M}_2 \bar{M}_2 ds;$$

$$\Delta_{1p} = \sum \int \bar{M}_1 M_p ds \quad \Delta_{2p} = \sum \int \bar{M}_2 M_p ds$$

Зауважимо, що переміщення δ_{21} та δ_{32} не визначалося, тому що на основі терми про взаємність переміщень $\delta_{21} = \delta_{12}$. За результатами отримуємо величини зусиль у вертикальних направляючих ВН та кронштейнах.

На ПК Лира-9,6 було змодельовано просторову розрахункову схему навісної фасадної системи, як це показано на рисунку 2.

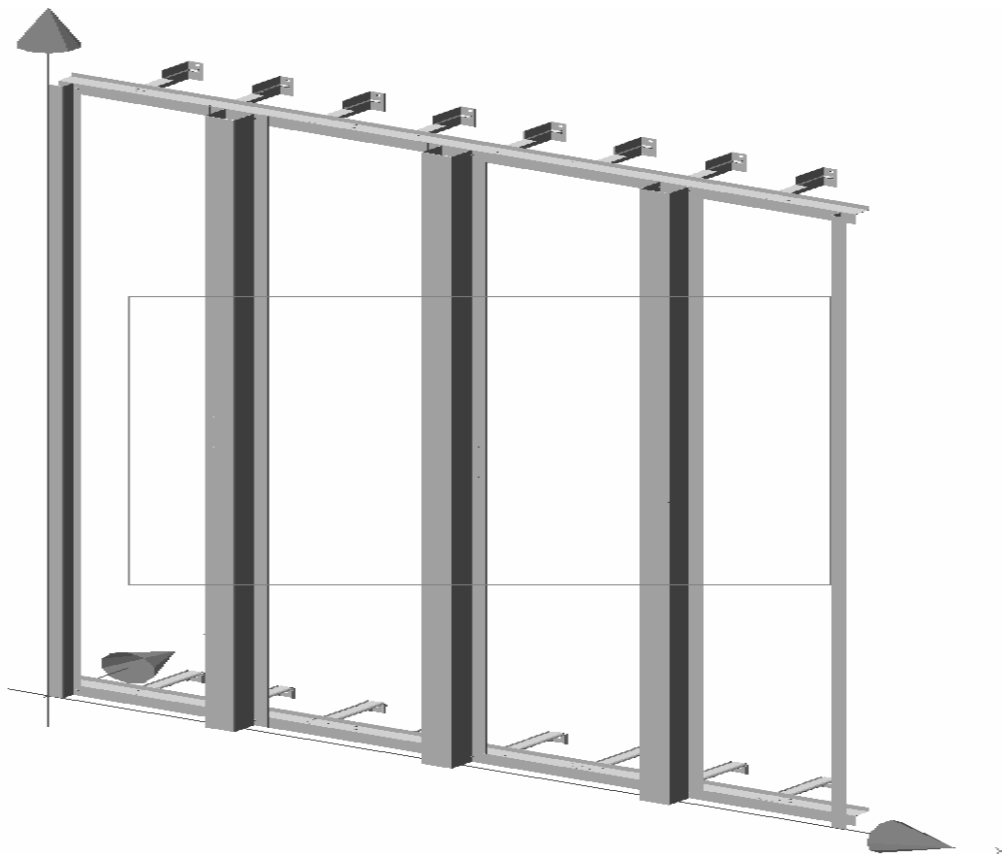


Рис 2. Просторова розрахункова схема навісної фасадної системи

Конструктивні елементи розрахункової схеми розбиті на пластинчасті кінцеві елементи (КЕ). Для вертикальних і горизонтальних направляючих прийняті КЕ у вигляді пластин розмірами 5x5мм. і товщиною 1,2 мм., для кронштейнів - 5x5мм і товщиною 2мм. При закріпленні кронштейнів враховувалася податливість терморозривних прокладок. Конструкція була розрахована на три типи завантаження: власна вага, вага облицювання та гололідне навантаження. Кронштейни та вертикальні направляючі було змодельовано пластинчастими елементами. Гранично допустимі горизонтальні навантаження визначалися для фіксованих вертикальних навантажень для облицювання асбоцементною плитою з кам'яною крихтою в діапазоні, що відповідає п'яти гололідним районам. Допустимі прогини елементів системи становлять 1/250 від прольоту згідно ДБН В.1.2.-2:2006 «Навантаження та впливи».

Висновки з проведених досліджень. Під час розрахунку за класичною теорією, відповідно

до рекомендацій «Фасадні термоізоляційні системи з повітряним зазором» ЦНИИСК 2004, ми отримали напруження у вертикальних направляючих на 10% більші ніж при розрахунку цієї системи в комплексі ПК Ліра.

Різниця виникла тому що класична теорія розглядає дану систему як звичайний стержень, дві геометричні характеристики якого першого порядку, якими ми нехтуємо, і третя другого від якої ми відштовхуємось під час знаходження зусиль.

А вертикальні направляючі являються тонкостінними стержнями у якого всі три геометричні характеристики різного порядку що суттєво впливає на роботу даної конструкції і на розподілення в ній напружень.

Розрахунок на ПК Ліра дає можливість врахувати дані особливості цих конструкцій, а також сумісну роботу всіх елементів каркасу. Різниця в використанні несучої міцності конструкції становить 5,5% .

Таблиця 1: Аналіз отриманих результатів

Метод кінцевих елементів	Класичний метод	Відхилення, %	Метод кінцевих елементів	Класичний метод
Максимальні напруження МПа			Використання міцності матеріалу у %	
143,8	156,74	10	71,4	65,8

Отже, обидва розрахунки можна використовувати, але на будівлях з більшим рівнем відповідальності; приближенні до критичних значень напруг в конструкціях; для економії матеріа-

лів(коштів) пропонується проводити розрахунки за запропонованою методикою, методом кінцевих елементів, що є більш точною.

Список використаної літератури:

1. ДБН В.2.2-15-2005 -- Житлові будинки
2. МГСН 3.01-01. -- Жилые здания.
3. ДБН В.2.6-165:2011 -- Алюмінієві конструкції
4. ДБН В.2.6-163:2010 -- Сталеві конструкції
5. ДБН В.2.6-31:2006 -- Теплоізоляція будівель
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 -- Будівельна кліматологія
7. ДБН Д.2.2-13-99. -- Захист будівельних конструкцій від корозії
8. ДБН В.1.1-7-2002 -- Пожежна безпека будівель та споруд.
9. Рекомендации по проверке и учету воздухопроницаемости наружных ограждающих конструкций жилых зданий. ЦНИИЭП жилища, Москва, 1983 г.
10. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве системы с вентилируемым воздушным зазором «Краспан». Правительство Москвы. Москомархитектура, Москва, 2001 г.

Циганенко Л.А., Жолобок А.І. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ

В статье рассмотрен вопрос относительно расчета опорного кронштейна современной системы вентилируемого фасада при помощи 2 методов расчета и определения более точного

Ключевые слова: Пк Лира-9,6, расчетная схема, деформации, перемещения, напряжения, классический метод расчета, кронштейн.

Tsiganenko L., Zholobko A. INVESTIGATION OF THE LOAD-BEARING ELEMENTS HINGED FACADE SYSTEM

The paper considers the issue of calculating the support brackets ventilated facade of a modern system using two calculation methods, and more accurate detection.

Ventilated facades that appeared on the Ukrainian market recently, and surely continue to gain popularity as builders and architects, and among customers. Number of buildings "dressed" in the attachments pane, rapidly growing not only in big cities but also in the regions.

Existing problems of brackets and vertical guides showed that the classical calculations are assumptions that do not take into account the real work of these elements as a load-bearing elements. This is due to the fact that in the classical theory calculation rod element is considered as a continuous rod with all the assumptions that are made in the theory. In reality, bearing rod hanging system (bracket) is a thin-walled core work which may differ significantly from current assumptions adopted in the calculation of the classical theories. Therefore, the need arose to study the work of bearing elements hanging facade system as a thin-walled rod. To achieve this goal the following objectives:

1 to calculate the bearing rod elements frame front hanging system ventilated gap by using the complex Lira-9.6.

2 to calculate the bearing rod elements front frame hanging system ventilated gap existing classical method for calculating the bearing rod elements frame facade system developed TSNYYYSK m. Moscow. 3 compare the results calculated by the classical theory and on the PC Lira-9.6

During the calculation of the classical theory, as recommended by "Facade insulation systems with air gap" TSNYYYSK 2004, we got the tension in vertical guides to 10% larger than the calculation of the system in the complex of LIRA. Calculation PC Lira enables to take into account the features of these data structures, as well as the joint operation of all elements of the frame. The difference in use bearing structural strength this 5.5%.

Keywords: Lira-9,6, design scheme, strain, displacement, voltage, classic method of calculation bracket.

Дата надходження в редакцію: 15.10.14 р.

Рецензент: к.т.н., професор Шмуклер В.С.