

УДК 69.002.2

*Старчук В.Н., кандидат технічних наук, ДП «НДІБК»,
Старчук Т.В., керівник відділу,
ТОВ НВПФ «Будіндсервіс»,
Старчук Я.В., науковий співробітник, КНУБА, м. Київ*

ПИТАННЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ТА ІНДУСТРІАЛІЗАЦІЇ ВЛАШТУВАННЯ ЗОВНІШНІХ СТІН В СУЧАСНОМУ ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

Створення економічних енергоефективних житлових будинків з високими споживчими якостями потребує особливої уваги та зусиль у вирішенні питань інтенсифікації влаштування зовнішніх огорожуючих конструкцій, нарощування обсягів виробництва за рахунок використання крупнорозмірних будівельних виробів, а також конструкцій з високим ступенем заводської готовності та індустріалізації житлового будівництва.

З середини 90-х років ХХ століття в житловому будівництві України випробувано більше 50 варіантів конструктивних рішень зовнішніх стін з використанням широкого кола личкувальних, теплоізоляційних та оздоблювальних матеріалів. Значна кількість рішень конструкцій зовнішньої стіни обумовлена складністю теплофізичних та економічних задач, формальним дотриманням вимог нормативних документів при проектуванні, які не регламентують ряд чинників, а також погонею за уявною економією. Були більш чи менш вдалі рішення, які удосконалювали; ввозили із зарубіжних країн і випробовували нові фасадні системи, кожна з яких наряду з перевагами мала недоліки. В той же час, недостатня увага приділялась використанню крупнорозмірних виробів та індустріалізації влаштування фасадних систем [1-3].

Як відомо, при проектуванні і оптимізації конструкції зовнішніх стін повинні бути враховані 17 основних економічних, технічних та екологічних вимог, зокрема: міцність, надійність, довговічність, морозостійкість, тепловий захист, звукоізоляція, екологічна і пожежна безпека, паропроникнення, архітектурна виразність і ін.

Задачею досліджень являлось виконання техніко-економічного аналізу конструкцій зовнішніх стін багатопверхових житлових будинків, збудованих в останнє десятиліття в м. Києві та оптимізація пропозицій таких рішень для економічного індустріального житлового будівництва.

У роботі опрацьовані фактично використані матеріали конструкції зовнішніх стін ряду багатопверхових житлових будинків, зведених в м. Києві, в т. ч. доступного житла.

Аналіз наведених в табл. 1 даних свідчить про суттєві обсяги використання в конструкціях зовнішніх стін дрібноштучних виробів: бетонних каменів, силікатної, керамічної та клінкерної цегли. Використання таких виробів потребує значних трудовитрат як при муруванні, так і при штукатурних роботах. Такі вироби мають значну густину, що потребує більшої товщини стін та збільшує навантаження на фундаменти і несучі конструкції будівлі, а відповідно, їх вартість.

При муруванні зовнішніх стін з використанням крупнорозмірних блоків, особливо з великою точністю геометричних розмірів, суттєво зменшуються трудовитрати та потреба великої кількості кваліфікованих майстрів, прискорюється будівництво житла.

Важливо відмітити позитивні зміни в тенденції конструювання зовнішніх стін у зв'язку з введенням в експлуатацію в Україні останніми роками нових підприємств та організації виробництва ефективних якісних будівельних виробів та конструкцій, в т.ч. автоклавного газобетону, що дозволяє влаштовувати стіни меншої товщини та збільшувати житлову площу приміщень.

Продовжуючи роботи з оптимізації конструкції зовнішніх стін в 2011 р., було розроблено для житлового будинку № 8А житлового масиву «Позняки-2» шість варіантів конструкцій з

використанням сучасних виробів, після детального техніко-економічного аналізу яких для подальших розрахунків вибрали 2 варіанти (див. рис.; для порівняння наведено проектне рішення).

По першому варіанту пропонується конструкція стіни із керамзитопіщаних блоків товщиною 250 мм, пінополістирольний утеплювач – 120 мм та зовнішня скріплююча штукатурка – 5 мм. Загальна товщина стіни складає 375 мм, а вага – 370 кг/м². Багатошарова конструкція влаштована з використанням різних за фізико-механічними характеристиками матеріалів, технологічно складна.

Основою другого варіанту є автоклавні газобетонні блоки: стіна має товщину 375 мм, в т.ч. 370 мм – газобетон і 5 мм – скріплююча штукатурка.

Аналіз наведених даних свідчить, що вартість 1 м² фасаду варіантів 1 та 2 (з розрахунку на будинок) на 14% і 25% менша порівняно з цегляною кладкою з утеплювачем. З урахуванням можливості продажу додатково 0,27 м² житлової площі на 1 п.м. фасаду, можна стверджувати, що варіант 2 має суттєву перевагу в порівнянні з проектним рішенням та вигідніший за варіант 1.

Варіанти 1 та 2 суттєво відрізняються між собою за технічними показниками: конструкцією та якістю матеріалів; технологією влаштування тощо. Незаперечною перевагою має технічне рішення стіни з використанням автоклавного газобетону. При цьому, досягнуто зниження ваги стіни будинку в 2,4 рази, а в порівнянні з проектним варіантом – у 4,2 рази, або на 3100 тн і 7400 тн по будинку відповідно, а також вартості фундаменту та каркасу споруди. Економічний ефект в сумі складає близько 20 млн. грн.

Надійність та довговічність будинків із автоклавного газобетону доведена часом. В скандинавських та прибалтійських країнах будівлі із автоклавного газобетону навіть із незахищеною зовнішньою поверхнею нараховують 75 років. Довговічність теплоізоляції з пінополістиролу та скріпленої штукатурки значно менша.

Високі теплоізоляційні властивості, теплотехнічна однорідність, паропроникність та екологічні властивості автоклавного газобетону обумовлюють комфортні умови проживання в будинках із таких матеріалів. Особливо необхідно відмітити високу вогнестійкість автоклавного газобетону, виготовленого із природних негорючих мінеральних матеріалів.

Можливість широкого впровадження теплоефективних теплоізоляційних та конструкційно-теплоізоляційних виробів із автоклавного газобетону для огорожуючих конструкцій з'явилась лише в останні два роки. У цей період введено в експлуатацію підприємства з найсучаснішим технологічним обладнанням в містах Обухів, Березань, Бровари, Дніпропетровськ, Куп'янськ, Нова Каховка, Харків, які на німецькому технологічному обладнанні можуть випускати 2 млн. м³ високоякісних з високою точністю геометричних розмірів автоклавних газобетонних блоків. Крім того, ведеться модернізація технологічних ліній на діючих заводах в містах Житомир, Чернігів, Харків, Суми, Рівне, Білгород-Дністровський і ін.. з загальною потужністю не менше 4 млн. м³ для близько 11 млн. м² житла.

При муруванні стін із газобетонних блоків підвищується продуктивність праці робітників-будівельників у 3-4 рази порівняно з цегляною кладкою. Блоки із автоклавного газобетону легко піддаються обробці як на підприємствах будіндустрії, так і на будівельних майданчиках. Виконаними розрахунками встановлено, що автоклавний газобетон за показниками ціна-якість є одним із кращих, а з урахуванням низьких енергозатрат на його виробництво – найперспективніший теплоізоляційно-конструкційний і теплоізоляційний матеріал широкого застосування, особливо у будівництві доступного житла.

Аналізуючи недоліки пінополістиролу, відмічаємо основний – його горючість. Саме низька вогнестійкість, горіння з виділенням великої кількості отруйних газів, диму та тепла з температурою полум'я до 1600 °С (горить як напалм, крапля полістиролу в повітрі не гасне, розповсюджуючи полум'я) не дозволяють використовувати пінополістирол для теплоізоляції будинків вище 9-ти поверхів.

SWOT-аналіз виробництва трьохшарових панелей для зовнішніх конструкцій житлових будинків свідчить про наявність як позитивних, так і негативних факторів їх використання (табл. 3).

Комплексна їх оцінка свідчить про доцільність удосконалення конструкції «безшовної» технології влаштування фасадів, яка включає: виготовлення з важкого бетону в заводських умовах та монтаж одношарових панелей товщиною 100-120 мм; влаштування зовнішніх вентиляваних, або із скріпленою штукатуркою систем утеплення. При будівництві доступного житла доцільно виконувати фасадні роботи паралельно з монтажем інженерних мереж, внутрішнім оздобленням та іншими роботами, що дозволяє вести будівництво високими темпами та вирішувати проблеми енергоефективного якісного домобудування.

Впровадження фасадів без швів є оптимальним для ряду випадків та дозволяє:

- забезпечити високий термічний опір зовнішніх стін;
- ефективно виконувати ремонтно-відновлювальні роботи;
- закрити міжпанельні стики, виключити попадання в них вологи та промерзання;
- забезпечити різні архітектурні рішення та багату кольорову гаму фасадів.

Виконана оцінка повітропроникності та температурних факторів конструкцій встановила наступне: особливо важливим для зовнішніх, в т.ч. багатошарових огорожуючих конструкцій, є забезпечення достатнього значення коефіцієнту повітропроникності. В житловому будинку стіни, перекриття над холодними підвалами та покриття постійно піддаються дії атмосферного тиску, зокрема тиску парів (парціальний тиск), а також тиску самого повітря, маса якого різна при різних його температурах. У найбільш холодну п'ятиденку з розрахунковою температурою зовнішнього повітря для Київської області $-22\text{ }^{\circ}\text{C}$ при відносній вологості 82%, парціальний тиск дорівнює 68-72 Па. Водночас, у приміщенні при $+18\text{ }^{\circ}\text{C}$ і вологості 60%, відповідно, тиск буде рівним 1244-1251 Па (при комфортній температурі $+22\text{ }^{\circ}\text{C}$, тиск дорівнює 1585-1590 Па), тобто у вісімнадцять разів більший, ніж зовнішній. У літній період, як відомо, перепад тиску діє здебільшого навпаки – ззовні в середину. Якщо взимку напрямок потоку парів зволожує матеріали стіни до значень їх сорбційної вологості, то в літній – з більш високою температурою – сприяє випаровуванню накопиченої вологи і видаленню її з конструкції.

Обстеження введених в експлуатацію житлових будинків в 2001-2005 роках на ж.м. Позняки та Осокорки в м. Києві, свідчить, що неутеплені міжповерхові перекриття та зовнішні конструкції будинку значно охолоджуються. Ізотерма нульових температур у період найбільш холодної п'ятиденки (у розрахунку і на практиці) через захисний шар цегли зміщується у товщу шару утеплювача. При цьому температура внутрішньої поверхні зовнішнього шару цегляної стіни знижується до мінусового значення. Тому міжповерхові залізобетонні перекриття переохолоджуються, виникає глибинне промерзання. Вимірювання свідчать, у будівлях із монолітним каркасом температура дільниць перекриттів біля зовнішніх стін може знижуватись до значень, менших від температури точки роси $+10,12\text{ }^{\circ}\text{C}$, що спричиняє конденсацію вологи, зволоження бетону конструкцій та розвиток грибку. У результаті теплообміну між поверхнями конструкцій з різними температурами утворюються конвективні потоки внутрішнього повітря і виникають дискомфортні умови для проживання людей.

Розрахунками показано, що при переохолодженні несучих конструкцій житлового будинку висотою 73,5 м (двадцять п'ять поверхів) різниця у висоті несучих конструкцій зовнішнього охолодженого і внутрішнього утепленого рядів від температурних деформацій може становити 25 мм і обумовлювати напружено-деформований стан та утворення тріщин в конструктивних елементах будинку. Тому необхідні якісні рішення, будівельні матеріали і технології для зменшення різниці температур та напружено-деформативного стану таких конструкцій.

Таким чином, при оптимізації конструкції та влаштуванні зовнішньої стіни особливо важливо забезпечити:

- обґрунтовані, якісні рішення, будівельні вироби, технології та матеріали;
- розширити використання якісних з високою точністю геометричних розмірів крупнорозмірних будівельних виробів, особливо автоклавного газобетону.

БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

Доцільність використання трьохшарових панелей має бути підтверджена в кожному конкретному випадку відповідними техніко-економічними розрахунками.

Розвиток інноваційних технологій потребує постійної роботи з оптимізації конструкції зовнішньої стіни, особливо для виконання програм доступного та соціального житлового будівництва.

Таблиця 1 - Техніко-економічні показники конструкції зовнішніх стін багатоповерхових будинків

№ п/п	Перелік елементів (від зовнішнього до внутрішнього) стіни і їх товщина, мм	Товщина стіни, мм	Вага 1 м ² стіни, кг	Різниця площі, м ² /м.п.	Відносна вартість 1 м ² , %
1.	Силікатна цегла, 125 Повітряний прошарок, 20 Пінобетон, 350 Штукатурка, 20	510	410	0	100
2.	Клінкерна цегла, 120 Повітряний прошарок, 20 Пінобетон, 300 Штукатурка, 20	460	382	0,050	125
3.	Бетонний камінь, 105 Газобетон, 300 Штукатурка, 20	425	360	0,085	162
4.	Керамічна цегла, 145 Газобетон, 300 Штукатурка, 5	450	360	0,060	165
5.	Вент.фасад «Інтерстоун» 32 Повітряний прошарок, 20 Утеплювач, 100 Керамічна цегла, 250 Штукатурка, 20	422	480	0,088	198
6.	Вент.фасад «Мінеріт» 10 Повітряний прошарок, 20 Утеплювач, 100 Керамічна цегла, 250 Штукатурка, 20	400	458	0,110	213
7.	Штукатурка «Драйвіт», 20 Утеплювач, 100 Керамічна цегла, 250 Штукатурка, 20	390	468	0,120	172
8.	Штукатурка «Бауміт», 10 Утеплювач, 100 Керамічна цегла, 250 Штукатурка, 20	380	458	0,130	145
9.	Декоративне покриття, 5 Газобетон, 400 Штукатурка, 5	410	220	0,100	115
10.	Декоративне покриття, 5 Газобетон, 350 Штукатурка, 20	375	190	0,135	110

Схематичний переріз конструкції зовнішньої стіни ж.б. №8А ж.м. «Позняки-2»

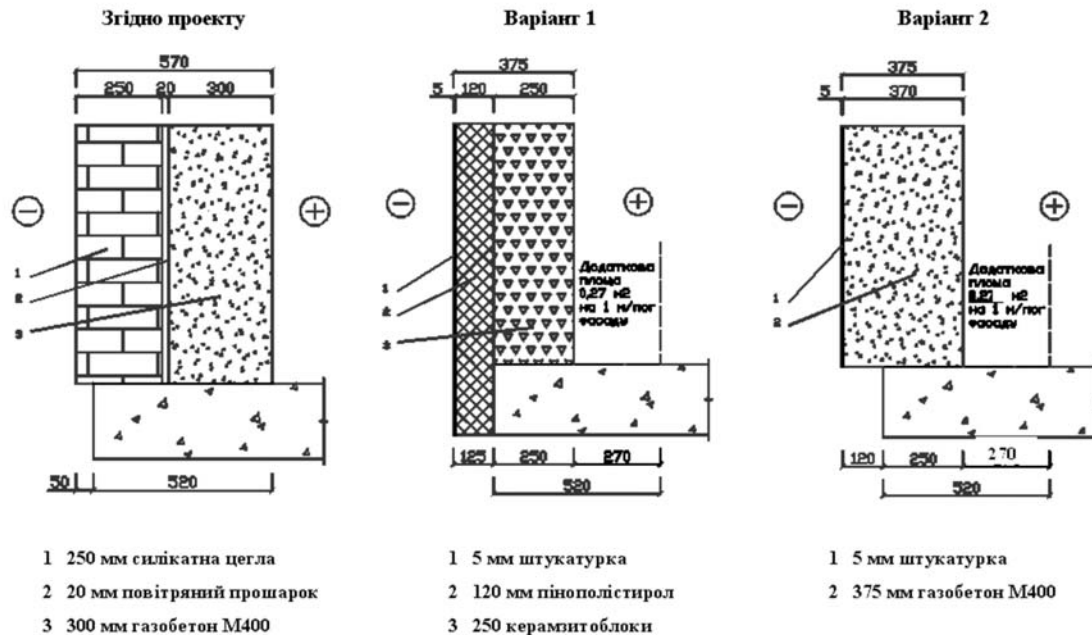


Рисунок 1 - Схематичний переріз конструкції зовнішньої стіни ж.б. №8А ж.м. «Позняки-2»

Таблиця 2 – Порівняння показників конструкції стіни ж.б. №8а ж.м. «Позняки-2»

№ п/п	Найменування показників	Згідно проекту	Варіант 1	Варіант 2
1	Кількість шарів, шт	3	3	2
2	Кількість технологічних операцій	6	9	6
3	Вага 1 м ² стіни, кг	580	370	160
4	Властивості теплоізоляційного матеріалу			
4.1	Міцність на стиск, МПа	2,5	0,1	2,5
4.2	Теплопровідність, Вт/ м К	0,113-0,160	0,038-0,043	0,113-0,160
4.3	Довговічність по НТД, років	100	50	100
4.4	Вогнестійкість	Не горить	Горить	Не горить
4.5	Паропроникність	Висока	Повітро-непроникний	Висока
4.6	Біологічна стійкість	Стійкий	Нестійкий	Стійкий
4.7	Радіаційна активність при нормованому $f \leq 1$	Низька, $f < 0,22$	$f \leq 1$	Низька, $f < 0,22$
4.8	Екологічність	Екологічно чистий	Задовільна,	Екологічно чистий

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ Б В.2.6-35:2008 Конструкції будинків і споруд. Конструкції зовнішніх стін з фасадною теплоізоляцією та опорядженням індустріальними елементами з вентилятованим повітряним прошарком. Загальні технічні умови.

2. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожуючих конструкцій: монографія.- К. 2009. 216 с.

3. Григоровский П.Е., Франивский А.А. Технические решения стен многоэтажных зданий из ячеистобетонных изделий автоклавного твердения. НИИСП Киев, 2011 187 с.