

УДК 69.002.2

*Старчук В.Н., кандидат технічних наук, зав. відділу,  
ДП «НДІБК»*

*Старчук Т.В., Старчук Я.В., КНУБА. м. Київ  
03058, м. Київ, вул. Т. Яблонської, буд. 1, кв. 56  
тел.: 044-249-37-85  
e-mail: v.starchuk@bigmir.net*

## ДО ПИТАННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ І НАДІЙНОСТІ ФАСАДНИХ СИСТЕМ В СУЧАСНОМУ ЖИТЛОВОМУ БУДІВНИЦТВІ

Розглянуто ряд технічних рішень та дані пропозиції щодо підвищення довговічності і надійності сучасних фасадних систем.

**Ключові слова:** фасадні системи, довговічність, надійність, житлове будівництво.

З середини 90 – х років ХХ століття будівельними організаціями, підприємствами будівельної індустрії, проектними та науково-дослідними інститутами України ведеться постійна робота по удосконаленню проектів житлових будинків, впровадженню в будівництво нових будівельних технологій, обладнання, матеріалів і конструкцій європейського рівня. При цьому, особлива увага приділяється питанням довговічності і надійності фасадних систем, створенню енергоефективних житлових будинків з високими споживчими якостями (комфортні умови проживання, екологічність, економія енергетичних ресурсів, архітектурно-просторові рішення тощо) [1 -3]. За цей період при зведенні житлово - комунальних будівель випробувано більше 50 варіантів конструктивних рішень зовнішніх стін з використанням широкого кола личкувальних, теплоізоляційних та оздоблювальних матеріалів. Велика кількість рішень конструкцій зовнішньої стіни обумовлена складністю теплофізичних та економічних задач, формальним дотриманням при проектуванні нормативних документі, 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.

Введення в дію з 01.07.2013 р. нового нормативного документу [3] з більш високими вимогами щодо теплофізичних характеристик вимагає виконання досліджень та розробки нових конструктивних рішень щодо забезпечення приведенного термічного опору, довговічності та надійності нових фасадних систем.

При виконанні досліджень використані дані конструктивних, технічних рішень, характеристики будівельних матеріалів та виробів і результати експлуатації фасадних систем будинків, зведених будівельними організаціями, головним чином, ПАТ «ХК Київміськбуд» в м. Києві. В роботі використані методики техніко – економічного та SWOT-аналізу об'єктів будівництва.

Як свідчать виконані дослідження, в останні роки в Україні найбільше поширення отримали наступні фасадні системи.

1. Трьохшарові фасадні системи із скріпленою штукатуркою з тримальними внутрішніми збірними та монолітно – каркасними залізобетонними конструкціями, стінами із крупнорозмірних вібропресованих блоків, цегли, ніздрюватих бетонів, або поризованих багатошільових керамічних виробів. Теплоізоляційні плити (пінополістирольні, мінерало – або скловатні) кріплять з використанням полімерцементних клеїв та дюбелів з влаштуванням тонкошарової штукатурки з армуючою сіткою, ґрунтуючим та оздоблюючим покриттями. Основними недоліками таких систем є горючість пінополістиролу, недостатня якість штукатурних сумішей та утворення тріщин в штукатурному шарі через температурно – усадочні деформації.

2. Трьохшарові фасадні системи з вентильованими фасадами з такими ж, як і в вище наведеному випадку, тримальними стінами, теплоізоляційними полістирольними або

мінераловатними плитами, які укладають на металеві, закріплені в стінах, конструкції, а потім кріплять зовнішні армобетонні, азбестоцементні, керамічні, металеві, полімерні або інші плити різних розмірів. Між середнім теплоізоляційним та зовнішніми елементами влаштовують вентиляційний повітряний прошарок. Наряду з перевагами (можливість виконання робіт на протязі всього року, забезпечення відповідності опору теплопередачі, ремонтпридатність тощо) такі системи мають високу вартість.

3. Трьохшарові фасадні системи, внутрішній та зовнішній шар яких виконані із вібропресованих бетонних блоків, а середній – із пінополістирольних, мінерало – або скловолокнистих плит. Їх довговічність та надійність залежать від якості будівельних матеріалів та виробів, а, особливо, від якості будівельних робіт. Проблемними є контроль виконання будівельних та складність ремонтних робіт.

4. Трьохшарові фасадні системи з тримальним шаром із керамічної цегли, середнім шаром теплоізоляції із пінополістиролу або мінерало- чи скловатних плит та скріпленою штукатуркою або вентиляційним зовнішнім шаром. Недоліки – суттєві товщина, вага, трудомісткість, термін виконання робіт та вартість.

5. Фасадні системи на основі блоків з автоклавного газобетону нового покоління, внутрішніми та зовнішніми тонкошаровими штукатурками, ґрунтуючим та оздоблюючим покриттями. Такі системи мають ряд переваг і у зв'язку з нарощуванням обсягів вітчизняного виробництва якісного автоклавного газобетону – перспективні для широкого застосування.

6. Фасадні системи на основі блоків з поризованих багатошарових керамічних блоків нового покоління, внутрішньою теплоізоляцією із пінополістиролу або мінерало- чи скловатних плит та скріпленою штукатуркою або вентиляційним зовнішнім шаром. Недоліки – низька міцність, складність кріплення середнього теплоізоляційного та зовнішнього шарів.

7. Зовнішні стіни із силікатної цегли з щілинами, в які уклали пінополістирольні плити (так звана «колодцева кладка»), через наявність «містків холоду», неможливість контролю виконання теплоізоляційних та складність ремонтних робіт використовуються в обмежених обсягах.

8. Трьохшарові фасадні панелі на гнучких зв'язках з пінополістирольним утеплювачем виготовляли ЗЗБК ПАТ „ДБК №3”, ПАТ „ДБК №4” та ПАТ „ЗЗБК №1” по налагодженій технології уже близько 20 років і в умовах надійного захисту утеплювача – міцні, надійні і довговічні. До недоліків необхідно віднести „містки холоду”, проблеми гідроізоляції стиків панелей та недостатній рівень архітектурних рішень. Крім того, через складність забезпечення підвищених вимог теплоопору, такі конструкції зняті з виробництва.

Наведені в табл. 1 дані свідчать, що у впроваджених фасадних системах негативні фактори окремих елементів суттєво впливають на загальний термін надійної експлуатації і довговічність таких систем в цілому.

Фасадні системи з зовнішнім утепленням із пінополістирольних або мінераловатних плит, як свідчать результати науково-дослідних та виробничих випробувань забезпечують ефективно збереження тепла будівель та виключають утворення конденсату в стіні. Довговічність та надійність таких систем суттєво знижують помилки, які виникають при будівельних роботах, а саме:

- використання неякісних сумішей для штукатурних робіт;
- порушення технології виконання робіт (в т.ч. роботи при низьких температурах);
- залучення до виконання робіт працівників з недостатнім досвідом та кваліфікацією;
- недостатня міцність тримальної стінки та її відхилення від вертикальної площини;
- використання недовговічних поліпропіленових дюбелів та недостатня їх кількість.

Особливий недолік пінополістиролу – горючість, який посилюється помилками проектувальників та будівельників. Саме низька вогнестійкість, горіння при температурі полум'я до 1600°C (горить як напалм, капля полістиролу в повітрі не гасне, розповсюджуючи полум'я) з виділенням великої кількості отруйних газів, диму та тепла і не дозволяють використовувати пінополістирол для теплоізоляції будинків вище 9-ти поверхів. Тому використання пінополістиролу

## БУДІВЕЛЬНІ МАТЕРІАЛИ, ВИРОБИ ТА САНІТАРНА ТЕХНІКА

в Європейських країнах скорочується, а застарілі технології пропонуються країнам Східної Європи та СНД.

Декоративно-захисні покриття товщиною 6-7 мм площею до 20 тис. м<sup>2</sup> на 90-95% складаються із мінеральних компонентів (піску, цементу, наповнювачів), як свідчать розрахунки, під дією температурного і інших зовнішніх чинників постійно знаходяться в напружено-деформованому стані. Це обумовлює появу в покритті в місцях концентрації напруги мікротріщин та їх поступове розкриття і руйнування штукатурки.

**Таблиця 1**

Техніко – економічні показники довговічності та надійності фасадних систем з урахуванням впливу на них якості окремих складових

№ п/п	Найменування елементів фасадних систем	Основні причини зниження довговічності та надійності фасадних систем	Термін надійної експлуатації, роки	Ремонтопридатність
1	Тримальний шар: -залізобетонна панель; -із вібропресованих блоків; -із керамічної цегли; -із автоклавних блоків;	Не має Не має Не має Недостатня міцність для кріплення теплоізоляційного та зовнішнього шарів	> 100 > 100 > 100 50 - 100	Не потребує Не потребує Не потребує Обмежена
	-із керамічних блоків; -із силікатної цегли.	Те саме Не має	50 - 100 > 100	Обмежена Не потребує
2	Теплоізоляційні вироби: - автоклавний газобетон -пінополістирольні; -базальтоволоконністі; -скловолоконністі.	Температурно-вологі деформації Деструкція, горючість Деструкція, усадка Деструкція, усадка	100 40-80 40-60 40-60	Ремонтопридатні Те саме Те саме Те саме
3	Металеві елементи кріплення	Корозія металу, під впливом навколишнього середовища	20-50	При капітальному ремонті
4	Зовнішнє опорядження: -скріплена штукатурка;	Деструкція під дією атмосферних чинників	20-50	Ремонтопридатна Те саме
	-мінеральні плити;	Те саме	40-60	Те саме
	-металеві листи	Те саме	20-50	

Вентильовані фасадні системи із зовнішнім утепленням у зв'язку із значною вартістю використовуються в обмежених об'ємах, як правило, при оздобленні нижніх поверхів, влаштуванні фрагментів декоративних вертикальних та горизонтальних вставок, при зведенні адміністративних будівель, елітних житлових будинків і ін. Якісно виконані в будь-який період року вентильовані фасади забезпечують: захист утеплювача і стіни від впливу атмосферних чинників; висушування теплоізоляції; підвищення звукоізоляційних властивостей зовнішніх стін; архітектурну виразність будинків.

Проблемними є питання надійності і довговічності вентильованих фасадних систем у багатоповерхових, вище 3 поверхів, будинках з використанням для облицювання бетонних елементів розмірами 600(300) x 105 x 25(30) мм, які обумовлені рядом чинників, а саме:

- низька міцність, надійність та довговічність елементів кріплення, виготовлених із сталевого листа товщиною 1,0 і 0,7 мм з отворами. На висоті 40 м і більше під дією пульсуючих вітрових навантажень в цих елементах можуть накопичуватись тріщини від утомленості металу та обриви фасадного каменю;

- невисока, до 100 кг/м<sup>3</sup>, щільність та механічна міцність використаних волоконистих утеплювачів, які під дією потоків повітря, особливо на висоті 40 м і більше, можуть вивітрюватись.

В осінньо-зимовий періоді утеплювач буде зволожуватись та деформуватись, втрачаючи свої теплозахисні властивості;

- значна, до 50 кг/м<sup>2</sup>, власна маса бетонних каменів, недостатня їх міцність на згин, ударна міцність, що обумовлює накопичення мікротріщин при транспортуванні;

- дрібноштучні вироби утворюють 12-14 погонних метрів стиків на 1м<sup>2</sup> поверхні, через які під час дощу зволожується утеплювач;

- камені довжиною 600 мм мають, як правило, дугоподібну форму і можуть опиратись тільки в двох точках, що не є надійним;

- фасадні елементи на нижніх поверхах піддаються механічним пошкодженням.

Фасадні системи з утепленням в щілини в середині цегляної кладки з розрахованими, в залежності від властивостей утеплювача розмірами щілин мають значні “містки” холоду. При їх влаштуванні особлива увага повинна приділятися забезпеченню зв'язків між зовнішнім та внутрішнім (несучим) шаром цегли, а також якості виконання утеплення.

В останні роки у зв'язку з нарощуванням в Україні обсягів виробництва крупно розмірних блоків з автоклавного газобетону нового покоління, а також теплоізоляційно-конструкційних блоків із перлітобетонних, та ін. подібних крупнорозмірних виробів нами розроблені та впроваджуються одношарові фасадні системи для монолітно – каркасного і збірно – монолітного домобудування, дані про які наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Техніко – економічні показники одношарових фасадних систем (з теплоопором згідно вимог [3])

№ п/п	Конструкція зовнішньої стіни	Товщина, мм	Вага 1 м <sup>2</sup> , кг	Орієнтовна вартість матеріалів на 1м <sup>2</sup> стіни, грн.
1	<b>Самонесуча на один поверх</b>			
1.1	Блоки із автоклавного газобетону густиною 400 кг/м <sup>3</sup> , товщина 400...450 мм; штукатурка із внутрішньої сторони - 5 мм; оздоблення із зовнішньої сторони: - пофарбування – 1-2 мм - штукатурка декоративна – 5 - 10 мм.	407-457 415-465	200 210	600 -625 630 - 660
2	<b>Самонесучі на висоту до 9 поверхів</b>			
2.1	Блоки із автоклавного газобетону густиною 500 кг/м <sup>3</sup> , товщина 450...500 мм; штукатурка із внутрішньої сторони - 5 мм; оздоблення із зовнішньої сторони: - пофарбування – 1-2 мм - штукатурка декоративна – 5 - 10 мм.	457-507 465-515	250 260	650 - 675
2.2	Блоки із перлітобетону, густиною 500, 600 кг/м <sup>3</sup> ; товщина стіни 600 мм, штукатурка із внутрішньої та зовнішньої сторін – 20 мм	620	370	500 - 550

Технічні рішення фасадних систем з використанням блоків з автоклавного газобетону та перлітобетону мають незаперечну перевагу в порівнянні з рядом інших систем за рахунок зниження ваги стіни, високих теплоізоляційних властивостей, теплотехнічної однорідності, паропроникності, екологічності, а особливо, високої вогнестійкості. Надійність та довговічність

будинків із автоклавного газобетону доказана часом. В скандинавських та прибалтійських країнах, будівлі і із незахищеною зовнішньою поверхнею експлуатуються майже 80 років.

Беручи до уваги викладене розроблені та запропоновані нові конструктивні рішення та огорожувальна конструкція багатоповерхової будівлі [4]. У огорожувальній конструкції багатоповерхового будинку, яка складається з несучої частини конструкції, зовнішнього декоративно-личкувального, середнього теплоізоляційного і внутрішнього оздоблювального шарів, внутрішній і середній шари спираються на закріплені в стіні виступаючі рамки. Такі рамки розташовані по висоті будинку на нижньому поверсі, а вище - через один-дванадцять поверхів, на які укладають середній теплоізоляційний шар, який повністю окутує несучі конструкції багатоповерхового будинку, та виступає в місці несучого елемента на величину до 1200 мм з нахилом верхньої з атмосферостійким покриттям грані до горизонтальної площини під кутом від 5° до 20°. Теплоізоляційний шар скріплюють з покриттям тих поверхів, що не мають виступаючих рамок, арматурними елементами та клеєм. Виступаючі рамки виконують як продовження монолітних чи збірних, чи збірно-монолітних ненапружених, чи попередньо напружених плит покриття, або у вигляді металевих елементів. Теплоізоляційний шар, окутуючий виступ, додатково служить пожегобезпечним переходом. Арматурні елементи виготовляють із базальтопластика, склопластика, неіржавіючої або арматурної сталі, чи комбінованими із частини (до зовнішньої сторони стіни) неіржавіючої та привареної до неї частини (до внутрішньої сторони стіни) арматурної сталі, причому арматурна сталь має антикорозійне покриття. В примиканні нижнього теплоізоляційного шару до поверхні верхнього окутуючого теплоізоляційного блоку влаштовують пружні, компенсатори усадки, повзучості, тепло-, звуко- та гідроізолюючі вставки. Декоративно-захисне атмосферостійке покриття наносять на зовнішню поверхню стінової конструкції після завершення основного обсягу будівельно-монтажних робіт будівлі.

В табл. 3 наведені дані SWOT-аналізу виробництва та використання зовнішніх стінових панелей (ЗСП) та крупних блоків (КБ) з автоклавного газобетону нового покоління в сучасному житловому будівництві.

**Таблиця 3**

SWOT-аналіз виробництва та використання ЗСП та КБ з газобетонних виробів в житловому будівництві

<p style="text-align: center;"><b>Stengths (сильні сторони)</b></p> <p>Високі техніко-економічні характеристики, особливо довговічність і вогнестійкість, та комфортні умови проживання.</p> <p>Гнучка технологія дозволяє збирати ЗСТ та КБ широкої номенклатури повної або підвищеної заводської готовності при мінімальних затратах на переналадку виробництва.</p> <p>Висока якість ЗСТ та КБ, які виготовляють в заводських умовах., де високий технологічний рівень та контроль якості виробництва.</p> <p>Монтаж панелей можна вести на протязі всього року з залученням лише монтажника та крановщика. Підвищення продуктивності та безпеки праці, прискорення та зниження вартості будівництва.</p> <p>Зменшення навантаження на конструкції будівлі, спрощення конструкції стіни, збільшення корисної площі.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Weakneses (слабкі сторони)</b></p> <p>Необхідність використання якісних з достатньою паропроникністю та довговічністю полімермінеральних систем для зовнішнього опорядження.</p> <p>Організація збирання ЗСТ та КБ потребує додаткових капітальних вкладень та необхідність залучати працівників високої кваліфікації.</p> <p>Можливість пошкодження оздоблення ЗСТ та КБ при транспортних та монтажних операціях.</p> <p>На об'єкті будівництва необхідно виконувати стики між панелями високої якості, використовуючи якісні, довговічні матеріали.</p>
<p style="text-align: center;"><b>Opportunities (можливості)</b></p> <p>Широкі можливості архітектурно-декоративного оздоблення ЗСТ та КБ.</p> <p>Мінімізація затрат на об'єкті на підготовку внутрішньої поверхні до оздоблення, можливість виконання додаткового утеплення та інших робіт.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Threat (загрози)</b></p> <p>При транспортних та монтажних операціях може бути пошкоджене оздоблення виробів.</p>

Аналіз наведених даних свідчать про суттєві сильні сторони та можливості підвищення техніко-економічної ефективності житлового будівництва при розширенні обсягів виробництва та використання ЗСП та КБ з автоклавного газобетону нового покоління. Розрахунки підтверджують, що особливо важливими є гнучкість технології та можливість збирання таких великорозмірних виробів широкої номенклатури повної або підвищеної заводської готовності при мінімальних затратах на переналадку виробництва.

Таким чином, розглянуто технічні рішення фасадних систем, які найчастіше використовуються у сучасному житлово – комунальному будівництві. Показані основні переваги та недоліки таких систем та вплив на їх довговічність, надійність та ремонтпридатність.

Показана техніко – економічна ефективність розширення використання автоклавних газобетонних виробів нового покоління: блоків, зовнішніх стінових панелей та крупних блоків для підвищення довговічності і надійності будівель та споруд із них.

Використання крупно розмірних з високою точністю геометричних розмірів виробів з автоклавного газобетону, які склеюють розчином з товщиною шва менше 2-3 мм, дозволяє інтенсивно вести роботи з влаштування фасадів. Як свідчать розрахунки, коефіцієнт теплотехнічної однорідності таких фасадних систем високий і досягає значень 0,92-0,96.

Влаштована таким чином огорожувальна конструкція багатоповерхового будинку є довговічною, надійною, енергоефективною, економічною, багатофункціональною з високим коефіцієнтом теплотехнічної однорідності, архітектурно виразною, екологічно безпечною та обумовлює комфортні умови проживання.

У зв'язку з введенням в дію нового нормативного документа [4], необхідно продовжити дослідження із забезпечення підвищених значень тепло опору фасадних систем, їх довговічності та надійності, особливо з урахуванням температурно – усадочних деформацій, які є причиною напружено – деформованого стану та руйнування зовнішніх шарів таких фасадів.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Рунова Р.Ф., Гоц В.І, Старчук В.Н. та ін. Конструкційні матеріали нового покоління та технології їх впровадження у будівництво. - К.: ТОВ УВПК «ЕксОб», 2008. - 355 с.
2. Фаренюк Г.Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огорожувальних конструкцій: монографія.- К. 2009. 216 с.
3. Зміни № 1. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель.
4. Старчук В.Н, Фаренюк Г.Г., Старчук Т.В., Старчук Я.В. Огорожувальна конструкція багатоповерхової будівлі Патент №82730 від 12.08.2013 Бюлетень винаходів №15, 12.08.2013 р.

#### К ВОПРОСУ ДОВГОВЕЧНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ В СОВРЕМЕННОМ ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

© Старчук В.Н., Старчук Т.В., Старчук Я.В.

Рассмотрено ряд технических решений и даны предложения по повышению долговечности и надежности современных фасадных систем.

**Ключевые слова:** фасадные системы, долговечность, надежность, жилищное строительство.

#### DURABILITY AND RELIABILITY OF FACADE SYSTEMS IN PRESENT-DAY HOUSING CONSTRUCTION

© Starchuk V.N., Starchuk T.V., Starchuk J.V.

A number of technical solutions are considered and proposals for increasing the durability and reliability of modern facade systems are suggested.

**Keywords:** facade systems, durability, reliability, housing.