

Из рис. 6 следует, что при существующих нормативных поэлементных требованиях к сопротивлению теплопередаче ограждающих конструкций экономически наиболее эффективна стратегия №3, которая позволяет при коэффициентах остекления 0,2 – 0,4 снизить затраты на 30 – 50% по сравнению со стратегией №1 (рекомендована ДБН).

**Выводы.** При наличии финансовых и других ограничений рациональной стратегией повышения теплоизолирующей способности наружных вертикальных ограждений существующих зданий возможно проводить в два этапа. В первую очередь следует утеплять стены (как минимум до эквивалентного базового значения сопротивления теплопередачи вертикальной оболочки здания) без замены окон, что позволит снизить затраты ориентировочно на 30 – 50%. На данном этапе сопротивление стен теплопередаче выше нормативных требований, а окон – ниже. Во вторую очередь, в процессе эксплуатации здания после первого этапа, по мере снижения цен на энергосберегающие окна и повышения их теплоизолирующей способности, следует поменять окна. Это позволит

выйти на более высокие перспективные требования по энергосбережению с минимальными затратами ресурсов.

### ЛИТЕРАТУРА:

1. Дудар І. Н. Дослідження теплофізичних характеристик утеплення конструкцій будівель та споруд / І. Н. Дудар, С. В. Риндюк // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. – 2013. – Вип. 4. – с. 100-103.
2. Савицкий Н. В. Анализ теплопотерь жилых зданий различной этажности / Н. В. Савицкий, Н. А. Котов // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – 2014. - № 5. – с. 4-7.
3. ДБН В.2.6-31:2006. Теплова ізоляція будівель / зі Зміною № 1 від 1 липня 2013 року. – К. : Мінбуд України, 2006.
4. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий / Актуализированная редакция (СП 50.13330.2012). – М. : Минрегион России, 2012.
5. Таблица теплопроводности стеклопакетов. – Режим доступа: <https://sites.google.com/site/9325246/tablica-teploprovodnost>
6. Агеева Г. М. Аналіз конструктивних рішень утеплення житлового будинку // Енергосбережение. Энергетика. Энергоаудит. – 2013. - № 11 – с. 30-34.

УДК 69.059.38

**Шаповал С.В., Шаповал В.В.**

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетові*

### ОБГРУНТУВАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЗВЕДЕННЯ НАДБУДОВИ БУДІВЕЛЬ ІЗ ПОКРАЩЕНИМИ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

**Вступ.** Актуальність теми представленої науково-дослідної роботи «Обґрунтування застосування сучасних технологічних рішень зведення надбудови будівель із покращеними енергозберігаючими характеристиками» обумовлена необхідністю розробки нових енергозберігаючих будівельних систем для містобудівельних комплексів, а також забезпечення населення житлом. При цьому перевага надається технологіям, де найважливішими факторами є зменшені терміни будівництва, низька вартість і трудомісткість робіт.

Забезпечення громадян житлом в Україні, і в Харкові зокрема, залишається дуже гострою соціально-економічною проблемою. До того ж, все важче вирішувати задачу оновлення та реконструкції існуючого житлового фонду, який знаходиться в незадовільному стані. Згідно даних Головного управління статистики в Харківській області понад 10 тис. м<sup>2</sup> загальної площі будинків складають аварійний житловий фонд [1].

Згідно із Законом України № 524-V від 22.12.2006 р. «Про комплексну рекон-

струкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду» державна політика спрямована на підтримку реалізації прав громадян України на житло, а також на проведення комплексної реконструкції і забудови території кварталів [2]. Реалізація державної програми «Доступне житло» гальмується через високу собівартість будівельних робіт і вартість будівельних матеріалів. Проектні та будівельні організації недостатньо проінформовані про нові будівельні технології та матеріали. В той же час є розробки, які дозволяють значно зменшити матеріальні, трудові та грошові витрати у масовому будівництві при високих якісних і експлуатаційних показниках. Тому проблема вибору ефективних матеріалів і конструкцій для будівництва нового житла і реконструкції існуючого житлового фонду є актуальною.

Надбудова будинків є найефективнішим засобом розширеного відновлення житлового фонду, оскільки вона не вимагає збільшення земельної ділянки і дозволяє реалізувати повністю несучу здатність конструкцій споруд. Зведення додаткових поверхів дозволяє отримати значний ефект: зменшити витрати тепла і розмір комунальних платежів; покращити мікроклімат в квартирах; отримати додаткове комфортне житло; збільшити термін використання будинків; раціонально використовувати енергоресурси. Порушення нормативних термінів капітального ремонту призвело до того, що питомі витрати палива в житловому секторі більші, ніж в країнах з аналогічними кліматичними умовами у декілька разів. Значна частка енергоресурсів втрачається при споживанні в житлових будинках. Такий стан пов'язаний із низькими теплозахисними властивостями зовнішнього огороження (стін, вікон, покрівель, перекриття над підвалинами) будівель, дефектами мереж опалення, вентиляції та гарячого водопостачання. Низький рівень теплозахисту огорожуючих конструкцій спричиняє перевитрати енергії на опалення будівлі.

Щоб споруда або будівля стабільно зберігали усі характеристики свого функ-

ціонального призначення протягом тривалого часу потрібно вірно визначитися із вибором матеріалів і конструкцій, враховуючи фактори впливу навколишнього середовища. Перш за все це відноситься до конструктивних матеріалів огорожуючих конструкцій. Основні технічні рішення при зведенні надбудови споруд полягають у зведенні несучих стін переважно із цегли, улаштуванні збірного перекриття або монолітного настилу із застосуванням риб'ячого профнастилу по металевим балкам.

Аналіз літературних джерел дозволив установити, що конструкції з цегли, деревини і бетонних блоків не забезпечують ефективність і економічність будівництва, що призводить до значного збільшення товщини і ваги будівель. З іншого боку, використання в конструкціях пінополістиролу, мінеральної вати та інших теплоізоляційних матеріалів призводить до скорочення терміну експлуатації будівель, негативним впливом цих матеріалів на людину та навколишнє середовище.

**Мета роботи** – обґрунтування вибору конструкцій та матеріалів для зведення надбудови при реконструкції забудови м. Харкова.

**Завдання наукової роботи:**

- порівняти фізико-механічні властивості традиційних матеріалів і легких сталевих конструкцій;
- порівняти економічні показники технологій.

**Результати дослідження.** Конструктивне рішення поверху, що надбудовується, приймається із урахуванням результатів обстеження. Відомі конструктивні схеми основані на використанні легких конструкцій: зі тонкостінного профілю, дерева, комбінацій різних матеріалів із прокатом і т. ін.

В табл. 1 приведено порівняльний аналіз матеріалів для огорожуючих конструкцій, показники для ЛСТК прийняті на прикладі панелі 3×6 м, в якості утеплювача прийняті напівжорсткі плити ROCKWOOL із щільністю 100 кг/м<sup>3</sup>.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз огорожуючих конструкцій

№	Склад конструкції	Загальна товщина, мм	$R_o$ м <sup>2</sup> ·°C/Вт;	Трудовитр. люд.-год. на 1 м <sup>2</sup> стіни	Вартість, грн. на 1 м <sup>2</sup> стіни
		Загальна вага, кг на 1 м <sup>2</sup> стіни			
1	Цегла лицьова, 120мм; утеплювач, 160мм; цегла, 250мм; штукатурка, 10мм	540	4,85	6	377
		700			
2	Плитка облицювальна; утеплювач 90мм; бетон 300мм	400	4.75	7	405
		202.0			
3	Конструкція ЛСТК ЦСП 10мм, утеплювач, 150мм, сталевий термопро- філь, ГКЛ 2 шари 25мм	185	4.01	3	369
		65.6			

Нормативні вимоги до матеріалів, які застосовуються при зведенні огорожуючих стін адміністративних будівель,  $R_o=3,05$  м<sup>2</sup>·°C/Вт, а при зведенні житлових будинків  $R_o=3,79$  м<sup>2</sup>·°C/Вт. При найменших витратах матеріалів термопанель задовольняє вимогам з опору теплопередачі, має невисоку вартість, а за трудовитратами значно виграє серед інших варіантів конструкцій. Перевага віддається легким конструктивним елементам тому, що вони не потребують зміцнення несучих конструкцій, дозволяють виконувати роботу без підйомних кранів, забезпечують високі характеристики помешкань (значне збільшення корисної площі). Таким чином, використання легких конструкцій дозволяє зменшити собівартість робіт, витрати часу і матеріалів [3-5].

Каркас конструкцій складається з термопрофілів, високі теплотехнічні показники яких досягаються шляхом перфорування стінок профілів. До того ж, термопрофілі легкі, мають точні розміри, зберігають свою форму і є стійкими в умовах навколишнього середовища. Основними елементами термопанелі є вертикальні несучі стійки із поперечним перетином ТС (або ТУ). Жорсткість термопрофільного каркаса забезпечується будівельними плитами, які покривають каркас з обох боків, а за необхідності також установлюються під плити діагональні зв'язки із сталеві

смужки. Для обшивки панелі використовуються гіпсоволокнисті аркуші. Між обшивкою знаходиться теплоізолюючий шар із мінераловатних плит на основі базальтового волокна товщиною 150, 175 і 200 мм, щільністю не менш 35 кг/м<sup>3</sup> [6].

До кліматичних умов г. Харкова найбільше підходить конструкція термопанелі, яка базується на стоїчних профілях шириною 175 мм. Для зовнішнього облицювання термопанелей можна використовувати різні фасадні матеріали: сталь, деревину, скло, камінь, штукатурку і т.п. Суттєвих обмежень термопрофільна стіна не висуває і до внутрішнього облицювання. В якості вітрозахисної плити зовнішнього боку каркаса використовують 9 мм атмосферостійку гіпсову плиту. Можна також використовувати інші матеріали: 12 або 25 мм пориста ДВП; 6,5 або 9 мм фанера; 12 мм бітулітова плита.

Для кріплення облицювальних плит вибираються відповідні засоби.

Теплоізоляційним матеріалом, що вкладається в термопрофільний каркас, може бути мінеральна або скловата. Властивості утеплювачів приведені в табл. 2.

Застосування мінеральної вати збільшує пожежну безпечність будинку. Кам'яні волокна розтоплюються приблизно 120 хвилин при температурі вище 1000 °C, в той час, як алюміній розтоплюється приблизно 9 хвилин при температурі до

800 °С, а стійкість сталі слабшає вже через 7 хвилин. Деревина, гума та пластикові матеріали загоряються при значно нижчій температурі вже через 3 – 5 хвилин. Тому згідно з СНиП 2.01.02.-85 (Противопожарные нормы) вогнестійкість огороджуючих конструкцій надбудови можна забезпечити використанням мінеральної вати.

Таблиця 2 – Властивості утеплювачів

Властивості	Isover KL-A	Paroc A-IL	Stroprock
Щільність, кг/м <sup>3</sup>	20	35	30
Питома теплопровідність, Вт/м·К	0,037	0,037	0,042
Вогнестійкість	Не горить	Не горить	Не горить
Водопоглинення після 2-х годин занурення у воду, %	≤ 3	≤ 1	≤ 1

В недостатньо ізольованих зовнішніх захисних конструкціях конденсується волога. Утеплюючи мінеральною ватою, запобігаємо конденсуванню водяної пари і усуваємо причину зволоження елементів даної конструкції. При використанні пінопласту волога накопичується в захисній конструкції. Мінеральна вата гідрофобна, вона не вбирає вологи з повітря і не пропускає води.

Мінеральна вата, як волокнистий матеріал, досконало захищає від шуму, знижує його рівень на 20 %. Якісна ізоляція заощаджує вживання енергії, завдяки чому сприяє зниженню вмісту CO<sub>2</sub> (двоокису вуглецю). Мінеральна вата як продукт натуральний, неорганічний, отримуваний в результаті плавлення мінеральних порід (головним чином базальту) є екологічним теплоізоляційним матеріалом. Вона хімічно нейтральна, тобто не діє на інші будівельні матеріали, не чутлива на їх

дію, наприклад, консервувальних або просочувальних засобів. Позитивною є також біологічна стійкість матеріалу, що не створює умови для розвитку мікроорганізмів, не гниє і не піддається знищенню комахами, хробаками та гризунами.

Вироби з мінеральної вати легко нарізається гострим ножом, досконало заповнюють заданий простір. Можливе повноцінне використання відходів.

Диференційні механічні властивості мінеральної вати дозволяють її застосовувати для різних конструкцій. Вона не змінює розмірів і не втрачає своїх властивостей в межах передбачених зовнішніх впливів. Завдяки натуральним виробам можна заощадити на обігріві та зберегти навколишнє середовище[7,8].

Роботи по зведенню стін із термопанелей можна вести навіть при низьких температурах без застосування кранового обладнання.

Стіни з термопанелей можна збирати з окремих деталей (термопрофілі, мінеральна вата і т. ін.) на будівельному майданчику або з готових елементів. Панельний спосіб зведення стін з готових термопанелей найбільш доцільний. Але в деяких випадках, коли виконуються складні кути в криволінійних частинах будівлі та в балконних конструкціях застосовують детальний метод.

Панелі мають малу вагу і не потребують потужного вантажопідйомного обладнання. Для ущільнення швів між панелями застосовуються гумові трубчасті прокладки фінського виробництва Saumakarhukaista SK-20 или Vallykaista VK-20 (або мінеральна вата), які закріплюються на елементах і покриваються вітрозахисною плитою. Шви вітрозахисної плити ущільнюються мастикою Sikaflex A1. Пароупорну плівку в термопанелі вкладають на заводі. Вона повинна виступати на 200 мм за межі панелі щоб з'єднати пароупори стін, стелі, підлоги клієнкою стрічкою Isover Saumausteippi и Paroc Saumausteippi ST або іншими матеріалами. В якості пароупора застосовується 0,2 мм поліетиленова плівка LPDE за фінським стандартом SFS 4225 із захистом від ультрафіолетового випромінювання. При будівництві

детальним методом паро упорну плівку спочатку приклеюють стрічкою до верхньої поверхні пояса а потім притискають до термопрофільного каркаса. Остаточне кріплення виконують разом із кріпленням плит внутрішнього облицювання. Шви пароупорної плівки та інші з'єднання виконуються із достатньою нахльосткою (наприклад, для вертикальних швів 600 мм). Шви ущільнюються стрічкою або притисканням між двома щільними поверхнями.

Межа вогнестійкості конструкції відповідає марці RE 45, а клас пожежної безпеки КО (45). Мінеральна вата, що використовується як утеплювач, характеризується низькою теплопровідністю, дозволяє зменшити витрати на опалення більше ніж у 5 разів. Конструкція термопанелі дозволяє отримати звукоізоляцію від повітряного шуму більше 60 дБ між відсіками.

Вага 1 стінової панелі складає 40-53 кг при товщині 154-204 мм, а з облицюванням із традиційних матеріалів 300 - 1055 кг. Цей фактор дозволяє суттєво зменшити витрати на транспортування та вантажопідйомні операції. Зменшена товщина термопанелі у порівнянні із традиційними стіновими матеріалами дозволяє отримувати до 7 % додаткової площі будівлі.

Метал, утеплювач, зовнішнє та внутрішнє облицювання стінових термопанелів утилізуються на 100 %, не ушкоджуються термітами, грибками, пліснявою та іншими мікроорганізмами. Вони неорганічні та хімічно пасивні, не впитують і не виділяють у повітря хімікати. «Канадське товариство астматиків» (Asthma Society of Canada) признало повітря в помешканнях із легких металоконструкцій найбільш підходящими для астматиків і людей, які чутливі до алергії.

Додатковою важливою перевагою цієї технології з точки зору захисту навколишнього середовища є можливість рециркуляції металоконструкцій необмежено разів у майбутньому.

Жорсткий бетонний каркас будівлі та панелі, які легко відносяться ударною хвилею, наче спеціально створені для зменшення негативного впливу взривної хвилі. Крім того, термопанелі не утворюють завалів, які важко розбирати.

Діючими нормами передбачено, що перевіряються на сейсмостійкість тільки будівлі та споруди, що розташовані на майданчиках із сейсмічністю не менше 7 балів.

При вибухових процесах речовини миттєво перетворюються з виділенням значної енергії. У наслідку вибуху речовина, яка заповнювала певний об'єм, перетворюється, як правило, в сильно нагрітий і стиснутий газ. У наслідку вибуху рух навколишнього середовища проявляється у вигляді ударної хвилі, яка розповсюджується зі швидкістю близькою до звукової. Ударна хвиля є основним знищуючим фактором вибуху. Застосування термопанелей забезпечує, і навіть посилює захист людини від шкідливих і небезпечних впливів.

В залежності від функціонального призначення об'єкта будівництва вартість 1 м<sup>2</sup> стіни складає 240 – 440 грн. Завдяки малій вазі конструкцій можна не посилювати фундаменти реконструйованого будинку. Зменшуються витрати бетону на 50 – 80 %, трудовитрати на 40 – 70 %, в наслідок чого знижується вартість будівельних робіт.

Використання легких металевих конструкцій вирішує питання завантаження потужностей українських підприємств. Металургійна промисловість нашої країни експортує 75 % металу, і лише 25% використовується в господарстві України. Це призводить до розвалу металургійної промисловості країни. В усіх західних країнах будівельна індустрія є головним споживачем металопрокату. В Україні дуже мало поширена технологія застосування металу. При поширенні технології застосування термопанелей вирішується проблема зміцнення металургійного комплексу країни, створення додаткових робочих місць.

### Висновки

Реалізація державної програми «Доступне житло» можлива лише при зниженні собівартості будівельних робіт і вартості будівельних матеріалів. Легкі сталеві конструкції дозволяють значно зменшити матеріальні, трудові та грошові витрати у будівництві при високих якісних і експлуатаційних показниках. Вирішення

проблеми реконструкції малоповерхових будівель дозволить значно покращити рівень забезпечення житлом різних верств населення. У сучасних умовах реконструкція існуючого житлового фонду є основним резервом енергозбереження.

Використання легких металевих конструкцій вирішує питання завантаження потужностей українських підприємств. Завдяки впровадженню технології легких сталевих конструкцій можна вирішити важливі проблеми сьогодення:

- забезпечення житлом городян;
- економічні вимоги енергозабезпечення;
- архітектурне перетворення будівель.

**ЛІТЕРАТУРА:**

1. Про Генеральну схему планування території України: Закон України № 3059-III від 07 лютого 2002 р. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>.
2. Про концепцію сталого розвитку населених пунктів: Постанова Верховної Ради України від 24 грудня 1999 р. № 1359-XIV. [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>.
3. Жмарин Е.Н. Технология будущего - строительство облегченных зданий и сооружений с применением термопрофилей и легких балок // Стройпрофиль.- 2004.- №5(35).- С. 83.
4. Попова Е.Н. Термопрофиль в легких стальных строительных конструкциях. – СПб: СПбГПУ, 2006.
5. Building Private Houses With Steel Purlin Frames. [Електронний ресурс] // Режим доступу: [http://www.steelline.com.au/product/structure\\_frame/c-purlins-200-st](http://www.steelline.com.au/product/structure_frame/c-purlins-200-st).
6. Ватин Н.И., Кузьменко Д.В. «Инженерные решения ограждающих конструкций на базе термопанелей» // VII Международная конференция «Научно-технические проблемы прогнозирования надежности и долговечности конструкций и методы их решения» (RELMAS-2008).
7. Реконструкция крыш Санкт-Петербурга на основе легких стальных тонкостенных конструкций и антиобледенительной системы / Н.И. Ватин, В.В. Володин, Е.А. Золотарева, К.В. Петров, Е.Н. Жмарин // Инженерно - строительный журнал, № 2, 2010. СПб, 2009.- С. 59-64.
8. ВСН 58-88( р. ) «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий, объектов коммунального и социально - культурного назначения».

УДК 72.01

**Дементьев В.В., Михеев Ю.М., Янговская Е.Л.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖИЛОГО ДОМА С УСТРОЙСТВОМ ПОДВАЛА**

По сравнению с задачей перемещения существующих зданий на новый участок, расположенный иногда даже на значительном расстоянии, задача простого заглубления фундаментов здания не является сколько-нибудь сложной.

В истории реконструкции известны случаи, когда здания не только перемещались, но и снабжались новыми фундаментами. Однако, за очень редким исключением, конструктивные схемы таких зданий имели вертикальные несущие конструкции в виде монолитных каменных пластин – «продольные несущие стены»

либо «поперечные несущие стены». Такие конструктивные схемы зданий дают возможность разрабатывать простые технологические карты для поочередного выполнения заглубляемых элементов фундамента без создания опасности потери несущей способности всей существующей системы фундаментов в целом.

Заказ, полученный группой сотрудников кафедры «Архитектурных конструкций», имел несколько особенностей, которые в принципе не мешали проектированию реконструкции, но по мере разработки проекта ставили перед проектировщиками