

*В. В. Чернявський, к.т.н., доцент,
О. Б. Борисенко, аспірант, В. С. Юдіна, студент
Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка*

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНОГО ВИРІШЕННЯ ТА ТЕМПЕРАТУРНО-ВОЛОГІСНОГО РЕЖИМУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ МАНСАРДИ

У статті наведені результати натурних обстежень та оцінки температурно-вологісного режиму покриття мансардного поверху житлового будинку та пропозиції щодо подальшої експлуатації.

Ключові слова: мансарда, конструктивне вирішення покриття, температурно-вологісний режим, вентильований повітряний прошарок.

В статье приведены результаты натурных обследований и оценки температурно-влажностного режима покрытия мансардного этажа жилого дома и предложения относительно последующей эксплуатации.

Ключевые слова: мансарда, конструктивное решение покрытия, температурно-влажностный режим, вентилируемая воздушная прослойка.

The article present the result of model researches and estimation of the temperature and moisture mode of coverage of mansard floor of dwelling-house and suggestions of subsequent exploitation.

Key words: mansard, constructive decision of coverage, temperature and moisture mode, ventilated air layer.

Постановка проблеми. В умовах зростаючого дефіциту землі під забудову, високої щільності будівництва і зношеності більшої частини дахів старих п'ятиповерхових будинків усе більшої актуальності набуває зведення над уже існуючими будівлями так званих мансардних поверхів.

При зведенні мансарди покриттю приділяється значно більша увага, ніж при будівництві звичайних житлових будинків із горищами, що функціонально не використовуються. Адже в мансардному поверсі покриття відіграє вирішальну роль у створенні сприятливого мікроклімату для мешкання людей. Саме тому важливо не тільки правильно підібрати покрівельний матеріал, але й зробити своєрідний «покрівельний пиріг», що поєднує утеплювач, паро- і гідроізоляцію, а також вентиляцію.

Внутрішньою частиною такого «пирога» є утеплювач, при виборі якого необхідно враховувати щільність, теплопровідність, паропроникність, стійкість до агресивного навколишнього середовища та пожежобезпечність, визначальними є і кліматичні умови місцевості, де здійснюється будівництво.

При цьому варто пам'ятати, що при однаковій теплоізоляційній здатності стін і покрівлі втрати тепла через останню завжди будуть більші. Це обумовлено значним перепадом температур між зовнішньою та внутрішньою поверхнями покриття мансарди. Крім того, вологовміст теплого повітря зазвичай вище, ніж холодного, тому конденсат на стелі верхнього поверху може утворюватися при більш високих температурах, ніж на внутрішній поверхні стіни.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Поняття мансарди коротко визначається будівельними нормами [1], згідно з якими мансарда – поверх у горищному просторі, фасад якого повністю або частково утворений поверхнею (поверхнями) похилої чи ламаної покрівлі.

Приклади централізованого зведення мансард уже є в м. Києві, Одесі, Полтаві, Черкасах, де мерія в 2006 році прийняла рішення про організоване зведення мансард для 30-ти п'ятиповерхових будинків, та в інших містах. Але, як показав аналіз, помилки при проектуванні, монтажі й виборі матеріалів призводять до промерзання покриття в місцях теплопровідних включень, появи конденсату, вологи на окремих поверхнях, протікання під час відлиги й, отже, втрати теплозахисних властивостей утеплювача, вогкості в приміщенні [4]. Сюди ж належить і мансардний поверх 10-поверхової житлової будівлі (рис. 1) в м. Суми по вул. Новомістенській, 1/2, запроектованої у 2004 році ОАО «Промпроект» КП «Управління генеральним планом м. Суми», експлуатаційним яком якому й присвячені нижченаведені результати дослідження.



Рисунок 1 – Загальний вигляд житлової будівлі

Виділення не розв'язаних раніше проблем. Конструкція покриття, як і інші конструкції будівлі, повинна забезпечувати високий рівень надійності. У процесі експлуатації цього будинку в холодний період року (грудень) на поверхні стелі мансарди з'явилися мокрі плями, інтенсивність яких збільшувалася. Їх поява засвідчила стан відмови конструкції зберігати задані експлуатаційні якості, в першу чергу температурно-вологісний режим. Втрата покриттям головної складової надійності конструкції – її безвідмовності – поставила проблему встановлення причини відмови. І це тим більш важливо, що пов'язана з безвідмовністю друга складова надійності – довговічність запроектованої дерев'яної основи покриття – в таких вологісних умовах експлуатації не буде реалізована в часі.

Формулювання мети та завдань досліджень. Метою роботи є експертиза проектного рішення за заявкою замовника проекту через низку відмов при експлуатації мансарди. Для її реалізації були визначені завдання:

1. Провести нормативну експертизу проектного вирішення, натурні обстеження та перевірні розрахунки покриття мансардного поверху житлового будинку.
2. Дослідити температурно-вологісний режим покриття мансарди з метою оцінювання його безвентиляційного режиму експлуатації.
3. Розробити проектні пропозиції щодо можливої подальшої безаварійної експлуатації мансардного поверху.

Виклад основного матеріалу. Дах будівлі, загальний вигляд якої наведений на рис. 1, виконано двоскатним (рис. 2). Конструкція покриття будівлі влаштована по дерев'яних кроквах із висотою перерізу 150 мм. У проміжках між кроквами вкладено 150 мм мінераловатних плит утеплювача щільністю 50 кг/м³. Ухил покрівлі складає 7 градусів.



Рисунок 2 – Загальний вигляд даху будівлі

Більшу частину килима покрівлі виконано з металочерепиці, вкладеної по брусках лат 50 x 50 мм із кроком 350 мм. По верхньому обрізу крокв та утеплювачу влаштовано вітрогідрозахист із плівки ПВХ. Підшивку крокв виконано по шару пароізоляції з плівки ПВХ із лат дошками 100 x 15 мм із кроком 300 мм та гіпсокартонних листів товщиною 12 мм.

Покрівлю в зоні водовідводу (3 м від краю парапету) влаштовано з водоізоляційного килима з шару «Техноеласта ЕКП» із гравійною посипкою та двох шарів «Техноеласта ЕПП» по плитах USB товщиною 16 мм.

Для утворення розжолобка на відстань 500 мм від парапету влаштовано зворотний ухил покриття з кутом нахилу 14 градусів. Водоприймальні воронки облаштовано у вертикальних стінах підвищень.

Для запобігання замоканню на стику між основною частиною покрівлі (металочерепиця) та зоною розжолобка (рулонне покриття) влаштовано напускання цих поверхонь на 300 мм. Стик додатково зачеканений герметиком (рис. 3).

Таким чином, конструкція покриття запроектована закритою, невентильованою, з претензіями на герметичність підпокрівельного простору. В той же час використання в покритті плит USB як підоснови покрівлі та металочерепиці в якості покрівлі вимагає утворення вентильованих повітряних прошарків між ними й утеплювачем [5].

По верхній поверхні крокв і утеплювача в зоні покрівлі з металочерепиці розміщується вітрогідробар'єр, а в зоні покрівлі з водоізоляційного килима його роль виконує плита USB разом із килимом. Незрозумілим залишається шлях відведення води з гідробар'єра, якщо він укладений під латами. Навіть у випадку його напуску на покрівельний килим у зоні напускання двох типів покрівель руху вологи перешкоджає герметик стиків.

Для оцінювання виконання вимог норм проектування до конструктивних елементів горищних дахів залежно від класу даху і типу покрівлі згідно з нормативним документом [3, п. 3.1] визначені класифікаційні ознаки запроектованого даху; конструктивна схема даху має такий вигляд: ГД-1 – ФВ – ВВ – ОП6 – ПКг5.

За нормами [3, п. 3.28] для наявних у конструктивній схемі даху перших трьох ознак ГД-1 – ФВ – ВВ рекомендовано [3, табл. 5] основу під покрівлю влаштовувати по залізобетонних або металевих кроквяних конструкціях – тип ОП 2.

Таким чином, використання дерев'яних крокв у запропонованому проектному вирішенні (рис. 3) не є обґрунтованим для класу даху ГД-1 і суперечить вимогам норм, що підтверджується і табл. 2 обов'язкового

додатка 3 [3]. Використання в якості конструктивних елементів основи під покрівлю дерев'яних крокв вимагає такого конструктивного вирішення покриття, яке забезпечувало б недопущення їх зволоження в процесі експлуатації. Оскільки зволоження все ж відбувається, встановлюємо його причину за методом виключення. Так, при даному конструктивному вирішенні на елементи даху можливий вплив метеорологічного, сорбційного (гігроскопічного) та конденсаційного видів вологи. Щодо метеорологічної вологи, то випадків протікання з причини негерметичностей покрівлі чи вузлів примикань покрівлі до стін при натурному обстеженні не виявлено. Вплив сорбційної вологи враховано при проектуванні умовами експлуатації конструкції. Утворення вологи шляхом її конденсації з водяної пари можливе як на поверхні стелі, так і в товщі конструкції.

Щоб забезпечити захист конструкцій даху й утеплювача від впливу конденсаційної вологи, в проекті передбачена пароізоляція по низу крокв.

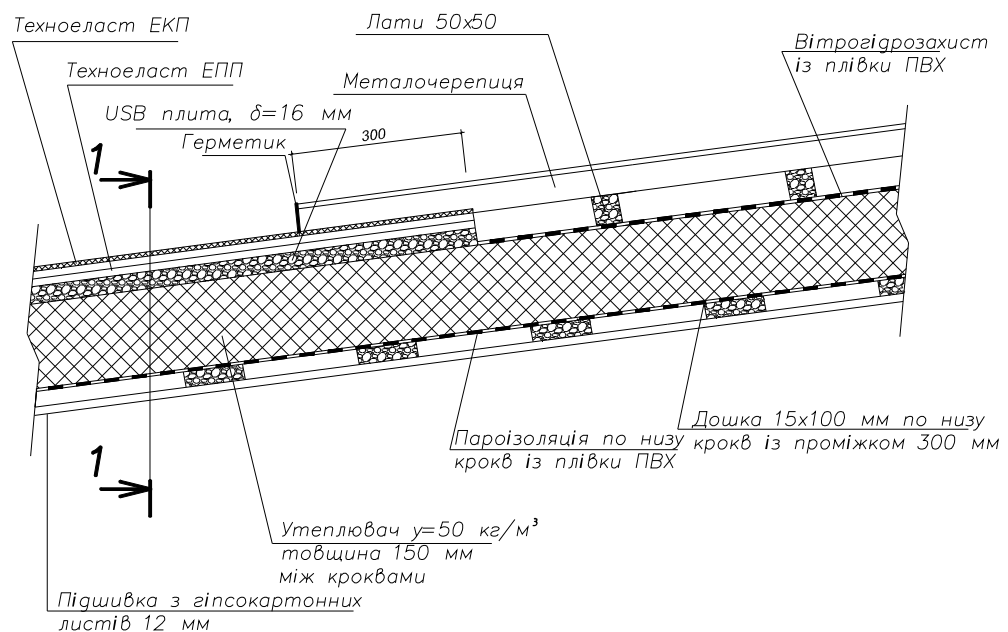


Рисунок 3 – Розрахункова схема існуючої огороджувальної конструкції покриття мансардного поверху

Для оцінювання можливої конденсації вологи на поверхні стелі проведено теплотехнічні розрахунки мансардного поверху та аналіз температурного режиму покриття.

Мінімальний опір теплопередачі конструкції $R_{\Sigma} = 3,71 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$, що має місце в перерізі 1-1, перевищує мінімально необхідний [2] опір теплопередачі $R_{g \text{ min}} = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$. Мінімальна температура стелі, отримана в перерізі 1-1, дорівнює $\tau_{\epsilon} = 19,14^{\circ}\text{C}$, що вище температури точки роси $t_p = 10,69^{\circ}\text{C}$ при розрахункових температурно-вологісних параметрах внутрішнього повітря. Одержана нерівність $\tau_{\epsilon} > t_p$ свідчить, що при виконанні проектного рішення поява конденсату на поверхні стелі неможлива і виникнення мокрих плям не може бути наслідком температурних перепадів (при рівномірному розміщенні утеплювача та щільному його приляганні до поверхні крокв). Їх появу в цьому випадку можливо пояснити тільки негативним температурно-вологісним режимом у конструкції покриття.

а)

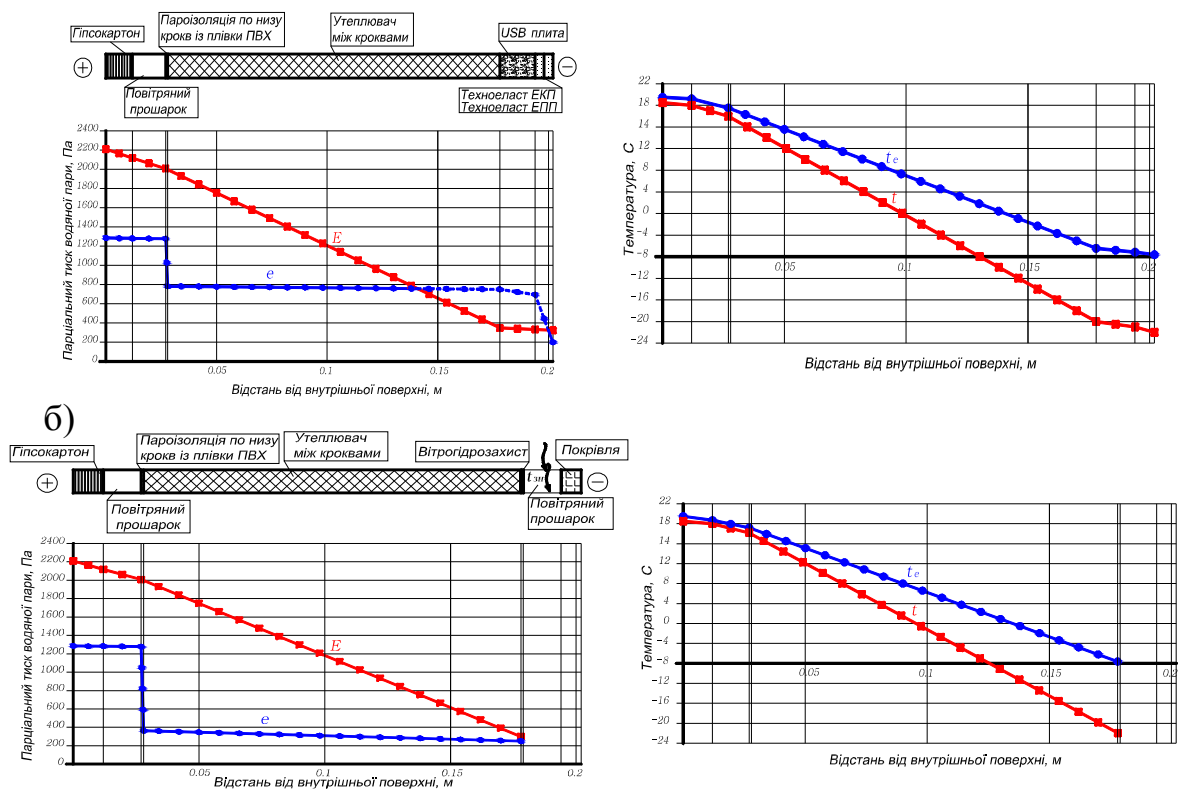


Рисунок 4 – Схема температурно-вологісного режиму конструкції покриття:
 а) в перерізі 1-1 (рис. 3); б) при утворенні над утеплювачем
 вентилязованого повітряного прошарку

На рис. 4, а наведені результати розрахунку температурно-вологісного режиму покриття мансарди у вигляді графіків розподілу дійсного парціального тиску водяної пари «e» і парціального тиску насиченої водяної пари «E» по товщі конструкції покриття й супутніх їм графіків розподілу температури t для розрахунку теплопровідності та температури t_e для розрахунку конденсації. Оскільки графіки «e» і «E» перетинаються, маємо випадок $e(x)=E(x)$, коли в товщі утеплювача відбувається конденсація та накопичення вологи.

Аналіз проектного рішення покриття в перерізі 1-1 засвідчує негативність температурно-вологісного режиму конструкції. Під час експлуатації будівлі відбуваються процеси конденсації, а відсутність вентиляції утеплювача призводить до накопичення вологи в його товщі та інших конструкціях.

Облаштування вентилязованого повітряного прошарку над утеплювачем ліквідує процес конденсації, а вентиляція утеплювача дозволить нормалізувати його теплотехнічні характеристики та підвищити довговічність дерев'яних конструкцій даху і надійність покриття в цілому (див. рис. 4, б).

Висновок. Отже, визначено найбільш суттєві дефекти конструктивного рішення покриття мансардного поверху, а саме:

- використання дерев'яних крокв у запропонованому проектному рішенні не є обґрунтованим і суперечить нормам проектування [3];
- відсутність вентиляції суміщеного покриття;
- недостатній ухил покриття під металочерепицю;
- стан конструкцій суміщеної покрівлі мансарди непридатний для нормальної експлуатації – стан 3.

З метою подальшої безаварійної експлуатації рекомендується виконати реконструкцію покриття мансардного поверху зі збільшенням його ухилу та

переведенням його з категорії невентильованого у категорію вентильованого (між утеплювачем і самою покрівлею запроектовано повітряний прошарок товщиною 40 – 60 мм). Вільна циркуляція повітря здійснюється через отвори діаметром 100 мм у парапетах, облаштованих із кроком 1 м у просторі між кроквами.

Література

1. ДБН В.2.2-15-2005. Будівлі і споруди. Житлові будівлі. – К., Мінбудархітектури України, 2005. – 36 с.
2. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. – К.: Мінбудархітектури України, 2006. – 71 с.
3. ДБН В.2.6-16-95 Конструкції будинків і споруд. Покриття будинків і споруд. Том 1. Проектування. – К.: Мінбудархітектури України, 1998. – 140 с.
4. Слюсаренко Ю.С. Методические основы оценки эксплуатационных характеристик конструкций зданий и сооружений / Ю.С. Слюсаренко, Г.Г. Фаренюк, В.П. Глуховский // Строительство, материаловедение, машиностроение. – 2003. – Вып. 25. – С. 68 – 73.
5. Методические рекомендации по повышению теплотехнических показателей ограждающих конструкций по стадии их проектирования и изготовления / Г.Г. Фаренюк, В.П. Хоменко, А.И. Могилат, В.В. Чернявский // К.: НИИСК, 1987. – 30 с.

Надійшла до редакції 15.03. 2010

*© В.В. Чернявський,
О.Б. Борисенко, В.С. Юдіна*