

Крім того, очікується тепло- і масообмін з поверхні плівки і часток зрошеної води. Випаровування на цих ділянках теплообмінника проходить згідно із закономірностями тепло- і масообміну з вільної поверхні води і не залежить від вологісних властивостей капілярно-пористої поверхні стінки [5]. Інтенсифікує цей процес горбиста поверхня випаровування: при співударянні з нею водоповітряна суміш взаємодіє практично в межевому шарі взаємообмінних середовищ.

Крім дії розгорнутої поверхні випаровування і її гігроскопічної структури на інтенсифікацію процесу, згідно з теорією А.В. Ликова [3] спостерігається явище руйнування пограничного шару плівки води локальними процесами випаровування.

Висновки. Розглянута фізична модель тепломасообміну не дає змоги скласти строгий математичний опис процесів перенесення в зв'язку з тим, що при обтіканні поверхонь складної геометричної форми виникають циркуляційні потоки, а на помірно зрошених капілярно-пористих поверхнях виникають різні за характером зони випаровування. Тому потрібно виконати комплексні експериментальні дослідження таких теплообмінників для отримання математичних залежностей та коефіцієнтів тепло- і масообміну, які залежать від визначальних факторів; подати їх у критеріальній формі з урахуванням показників ефективності, зручних для практичного використання.

1. Богословский В.Н. *Тепловой режим здания*. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с. 2. Богуславский Л.Д. *Снижение расхода энергии при работе систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха*. – М.: Стройиздат, 1982. 3. Лыков А.В. *Теория сушки*. – М.: Энергия, 1968. – 326 с. 4. Макаревич Т.Т. Гавриляк А.С. *Ефективність реконструкції систем мікроклімату пташників під час їх реконструкції // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”*. – 2004. – № 520. 5. Нестеренко А.В. *Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха*. – М.: Высш. шк., 1971. – 460 с. 6. Раяк М.Б. *Экспериментальное исследование пластинчатого теплообменника косвенного испарительного охлаждения с проволочным оребрением. НИИсантехники*. – В кн.: *Кондиционирование воздуха*. – М.: Госстройиздат, 1966. – № 18. – С. 50–70.

УДК 699.86

А.В. Мазурак, С.Ю. Терлига, О.Т. Мазурак
Львівський державний аграрний університет
кафедра технології та організації будівництва
80381, м. Дубляни, вул. В. Великого, 1

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СКРІПЛЕНОЇ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ФАСАДІВ

© Мазурак А.В., Терлига С.Ю., Мазурак О.Т., 2007

Розглянуто проблеми тріщиноутворення при утепленні фасадів мокрим способом. Пропонуються заходи щодо запобігання цим явищам.

The article deals with problems causing the destruction of warming systems and decoration (finishing) through the appearance of cracks. It should be noted – that measures are suggested as to the prevention (protection) of these phenomena.

Постановка проблеми. Перехід на нові нормативні значення опору теплопередачі зумовлюють заміну традиційних одношарових стінових конструкцій на багатошарові. Ці конструкції потребують не тільки використання ефективних несучих і утеплювальних матеріалів, а й розроблення принципів їхнього проектування і глибокого розуміння теплофізичних процесів, які активно впливають на функціонування самої конструкції та на створення у приміщеннях комфортних умов для проживання людей.

Використання багат шарових огорожувальних конструкцій з підвищеним значенням опору теплопередачі, зокрема стін, – справа нова і потребує уточнень низки нормативних положень, введення додаткових вимог, розроблення методичних матеріалів для проєктувальників – каталогів типових конструкцій і досконалих технологічних рішення, рекомендацій для вибору ефективних утеплювальних матеріалів, спрощених методів розрахунків опору паро- і повітропроникності огорожувальних конструкцій.

Одним із ефективних вирішень проблеми підвищення теплоізоляційної здатності огорожувальних конструкцій є додаткове утеплення стін за методом скріпленої теплоізоляції, яке полягає у прикріпленні спеціальним клеєм теплоізоляційних плит до поверхні фасаду, виконанні гідрозахисного армованого шару і нанесенні шару декоративного оздоблення.

Системи утеплення поділяють залежно від виду теплоізоляційного матеріалу і декоративної штукатурки. Однак послідовність виконання робіт і технологія для кожного виду матеріалів є практично однаковою [2, 3].

При монтажі систем утеплення важливе значення має кваліфікація персоналу: як свідчить будівельна практика, до 90 % виконуваних робіт є прихованими, тому необхідно ретельно контролювати дотримання вимог НТД на всіх етапах виконання робіт за допомогою здійснення авторського нагляду та застосування журналів ведення будівельно-монтажних робіт.

Необґрунтована заміна матеріалів, використання невідповідних елементів системи утеплення, відхилення від жорстких правил монтажу, непрофесіоналізм робітників і керівників підрядних організацій – все це призводить до пошкодження, а іноді і до повного руйнування систем утеплення і оздоблення фасаду. Зважаючи на сказане, проблема влаштування скріпленої теплоізоляції потребує ретельного вивчення, дослідження всіх особливостей влаштування і експлуатації, а також предметного аналізу причин пошкоджень і способів запобігання їм.

Експериментальні дослідження. Спираючись на досвід закордонних і вітчизняних виробників систем утеплення фасадів (“Ceresit”, “Ферозіт” та інших), на здійснені дослідження протягом 5,5 роки при виконанні робіт і експлуатації фасадів на об’єктах будівельної фірми “ТВД” міста Львова та області, можна зробити висновок, що проблема утеплення фасадів є актуальною та потребує вивчення та вдосконалення [1–3].

Дослідження виконувались: при утепленні фасадів “мокрим” способом всередині і ззовні приміщень, при використанні пінополістирольних, мінераловатних і комбінованих систем утеплення, а також при використанні груп матеріалів різних виробників (“Ceresit”, “Ферозіт”, “Caparol”, “Bolix”, “Quick-mix” тощо) .

Завданням цієї статті є аналіз результатів досліджень при влаштуванні та експлуатації систем утеплення та оздоблення фасадів “мокрим” способом, а також аналізування причин появи тріщин та відпрацювання методик усунення тріщин, подовження терміну експлуатації фасадів.

Робота, що здійснювалась під час виконання робіт з утеплення фасаду, ґрунтувалась на спостереженнях за технологічною послідовністю (зокрема дисципліною і культурою виробництва), умовами виконання робіт (температурно-вологісним режимом), аналізом використовуваних матеріалів, а також умовами експлуатації за призначенням оздобленої поверхні.

Аналіз появи тріщин на утепленій і оздобленій поверхні виявляє три основні причини: порушення технології виконання робіт – 60 %; використання неякісних матеріалів (матеріалів, що не відповідають декларованим властивостям згідно з сертифікатом відповідності) – 36 %; зміна умов експлуатації не за призначенням утепленої поверхні – 4 %.

Порушення технології виконання робіт в багатьох випадках (близько 40 %) зумовлено відсутністю у проєктній документації детального пророблення нетипових вузлів, які доволі часто застосовують на фасаді будинків, конструктивних вирішень гідрозахисту парапетів, цоколів, елементів, які виступають, косяків підвіконь тощо. Довільне визначення виконавцем деталей конструкції системи і техпроцесу її виконання звільняє його від відповідальності за наслідки.

Довгі розриви всіх шарів системи утеплення (два випадки) на всю висоту площини стіни, пройшли через температурні деформації будинку у місцях, де на системі утеплення відсутні завчасно спроектовані деформаційні шви.

Технологічні проблеми утеплення поверхонь (на 60 %) залежать від низької кваліфікації виконавців і культури виробництва у цій організації: перед наклеюванням теплоізоляційних плит не завжди очищався основа (видалення пилу, бруду, моху, водоростей тощо), або не оброблялась ґрунтовкою глибокого проникнення.

При приклеюванні теплоізоляційних плит у багатьох випадках для “економії” відбувалось нанесення розчинової суміші тільки у формі “коржів”, що особливо згубно (в трьох випадках) позначилось на приклеюванні мінераловатних плит.

Як показали експертні проби з поверхні фасаду, приклеювання теплоізоляційних плит без перев’язування (особливо на розі будинку), недостатня товщина чи різнотовщинність армувального шару були причинами тріщин зовнішніх покриттів.

Аналіз якості роботи виконавців показує, що навіть знехтування шліфуванням виступів пінополістирольних плит наждаковим папером, а також заповнення стиків між плитами не утеплювачем, а розчиною сумішшю, з часом приводить до появи тріщин в місцях виступів та западин армувального та гідрозахисного шарів, які добре видно при бічному (профільному) освітленні стіни ще на стадії виконання.

Як показує власний досвід і досвід інших виконавців, причиною коротких прямолінійних тріщин гідрозахисного та оздоблювального шарів системи (найчастіше довжиною 0,5–1,0 м) є одночасна відсутність кріплення (по периметру) плити утеплювача до основи та наявність зазору між плитами більше ніж 1 мм.

Неправильне закріплення плит механічними сполучними елементами, надмірне заглиблення “головки” кріпильного елемента спричиняло ущільнення структури теплоізоляційних плит, появу тимчасових напружень певного напрямку та подальшу його зміну з причини незворотної деформації плит. Водночас, занадто мілка посадка чи застосування механізмів ударної дії, при свердлінні отворів в основі, виготовленій з пористих або порожнистих матеріалів, приводила до того, що сполучний елемент не утримував плити належно, а виступ, який утворювався, значно послаблював армований шар.

Під час візуального огляду самої тріщини на фасаді (у чотирьох випадках окремих об’єктів) був відзначений розрив армувальної сітки, тобто не було виконано перекривання суміжних полотен на 100 мм. В трьох випадках була розірвана сітка, в двох з цих випадків застосовувалась сітка з щільністю менше за 150 г/м², в одному – не лугостійка, яка за три місяці практично розчинилась в клейовому розчині (невідповідні матеріали).

Причиною появи павутинних тріщин (у семи випадках) було неправильне виконання армованого шару: сітка не занурювалась в нанесений клейовий розчин, а була влаштована прямо на теплоізоляційні плити, що значно знизило площу адгезії клейового розчину до теплоізоляційних плит і привело до відшарування. Фрагменти фасаду покрилися тріщинами, спучилися, спостерігалось відривання ділянок армувального оздоблювального шару. Тріщини з’явилися і при використанні zdeформованої внаслідок неправильного (в зігнутому стані) зберігання армувальної сітки, що не дало будівельникам змогу рівномірно розмістити її в покритті (без натягу, послаблень, виступів та западин).

Роботи з утеплення фасаду виконуються переважно в літню пору року, коли спека, дощ чи вітер є звичним явищем. Тому нехтування виконавцями вимог до захисту свіжовиготовленого покриття від прямої дії сонця, вітру чи дощу, за допомогою захисних сіток, плівок тощо, призводить до передчасного пересихання покриття (особливо тонкошарових систем), його послаблення та появи граничних тимчасових напружень, які одразу або з часом можуть зруйнувати покриття.

У чотирьох випадках за відсутності захисту при температурі 20–28 °С за два дні після виконання робіт значна поверхня фасаду вкрилася павутинними тріщинами, а протягом тижня площа пошкодженої поверхні збільшилася вдвічі. В практиці будівництва ця проблема залишається дуже актуальною, адже, крім захисту поверхні, ряд виробників сухих сумішей рекомендують для забезпечення ранньої міцності покриття, додатково здійснювати його зволоження на протягом хоча б перших трьох діб.

У трьох випадках (за 4–8 місяців) зафіксоване відшарування окремими місцями декоративного шару через неналежне ущільнення акриловими герметиками щілин біля віконних і дверних прорізів. В одному із цих випадків герметик виявився неякісним і протягом одного місяця після виконання робіт став крихким і рихлим, навколо нього з'явилися тріщини.

Вдалось зафіксувати випадок відшарування декоративного шару через використання матеріалів з невідповідними значеннями паропроникності різних шарів системи утеплення. Так, оздоблення поверхні, утепленої мінераловатними плитами, з використанням матеріалів на акриловій основі, призвело до появи пухлин на структурному оздобленні фасаду. До появи пухлин призвело також передчасне нанесення декоративної акрилової штукатурки на недостатньо висушену основу. У разі застосування матеріалів на мінеральних в'язучих невідповідність величин паропроникності, відносного видовження, усадки, КТР, міцності, щільності матеріалів, привело до появи між шарами більших чи менших напружень і, як наслідок, – тріщин чи руйнувань покриття.

Приклад зміни умов експлуатації поверхні, що була утеплена мінераловатними плитами, призвела до руйнування системи утеплення протягом 2,5 року, коли виникла необхідність змінити горизонтальні відмітки і оздоблена поверхня почала контактувати з ґрунтом.

Аналізуючи результати досліджень, можна зробити висновок, що запобігання тріщиноутворенню є комплексним, залежить від проєктантів, організаторів виконання робіт і самих виконавців, вимагає високого професіоналізму, культури і дисципліни виробництва за умови збереження і послідовного виконання всіх технологічних ланцюжків.

1. ДБН В.2.6-22-2001 *Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей*. – К., 2001. – 49 с. (Введений в дію з січня 2002 р.). 2. Карапузов Є.К., Соха В.Г., Лівінський О.М. та ін. *Система скріпленої зовнішньої теплоізоляції “Ceresit”*: Посібник по проєктуванню, монтажу і експлуатації системи. – К.: МП Леся, 2005. – 280 с. 3. Карапузов Є.К., Соха В.Г., Остапченко Т.Є. *Матеріали і технології в сучасному будівництві: Підручник*. – К.: Вища освіта, 2006. – 495 с.