

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

УДК 693.5

**СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ
ФАСАДІВ**

А. В. Мазурак, О. Т. Мазурак, В. М.Калітовський

Розглянуто конструктивно-технологічні особливості виконання процесів утеплення фасадів, а також переваги і недоліки різних технологій їх виконання. Вивчаються проблеми виникнення й пропонуються заходи запобігання негативних явищ під час виконання і експлуатації утеплених поверхонь.

Рассмотрены конструктивно-технологические особенности выполнения процессов утепления фасадов, а также преимущества и недостатки различных технологий их выполнения. Изучаются проблемы возникновения и предлагаются меры предотвращения негативных явлений во время выполнения и эксплуатации утепленных поверхностей.

The article dealt constructively – the technological features of the process of warming of facades, as well as advantages and disadvantages of different technologies for their implementation. A study of the problem and proposes measures to prevent negative phenomena in the implementation and operation of heated surfaces.

Постановка проблеми. Сучасні темпи розвитку людської цивілізації разом зі зростаючими темпами виробництва призвели до різкого підвищення споживання і підняття вартості всіх видів енергії, тому перед будівельниками постає потреба використання енергоефективних конструкцій і технологій, які б мали достатню несучу здатність, великий тепловий опір і були довговічними та екологічно безпечними.

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

Таким чином, пошук оптимальних підходів до цієї проблеми триває. Безперечним та життєво необхідним в усіх підходах до модернізації будівель і споруд, які не відповідають новим нормативним показникам опору теплопередачі, є їх утеплення. Проблема залишається лише в розробці та впровадженні ефективних утеплювальних систем для додаткового утеплення захисних конструкцій будівель і споруд.

В світовій будівельній практиці використовуються такі утеплювальні системи:

- система з суцільною теплоізоляцією без порожнин (утеплення стін за методом скріпленої теплоізоляції та торкретування по шару теплоізоляційного матеріалу);
- система «теплих» штукатурок (виконаних мокрим процесом);
- система із захисним декоративним екраном та вентиляційним повітряним простором;
- система з облицюванням цеглою або іншими дрібноштучними матеріалами та прошарком із ефективного утеплювача.

Зрозуміло, що кожна з цих систем має свої переваги та недоліки, а також найбільш раціональну сферу застосування. Тому впровадження цих технічних рішень в будівельну практику України має бути всебічно обґрунтованим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Система утеплення з суцільною теплоізоляцією стін без порожнин. Технічне рішення цієї системи передбачає клейове або механічне закріплення утеплювача до існуючої стіни за допомогою анкерів, дюбелів і дротяних каркасів з наступним покриттям захисними шарами. Як утеплювачі використовуються матеріали, наприклад, пінополістирольні та мінераловатні плити. Залежно від штукатурного шару застосовуються два види систем кріплення - жорстке кріплення до стіни за допомогою анкерів і гнучке кріплення за допомогою шарнірних або пересувних кронштейнів (рис. 1)

Для нанесення декоративно-захисного покриття використовуються цементно-піщані або полімерцементні штукатурні суміші. Ця система застосовується в Україні декілька років, тому потребує детального вивчення процес експлуатації в кліматичних умовах нашої країни. Більш того, до цього часу не проведено коректних випробувань, які б визначили їх спроможність запобігати попаданню вологи в утеплювач протягом періоду експлуатації. Тому будівельники при використанні цієї утеплювальної системи повинні знати її недоліки [1, 2,3].

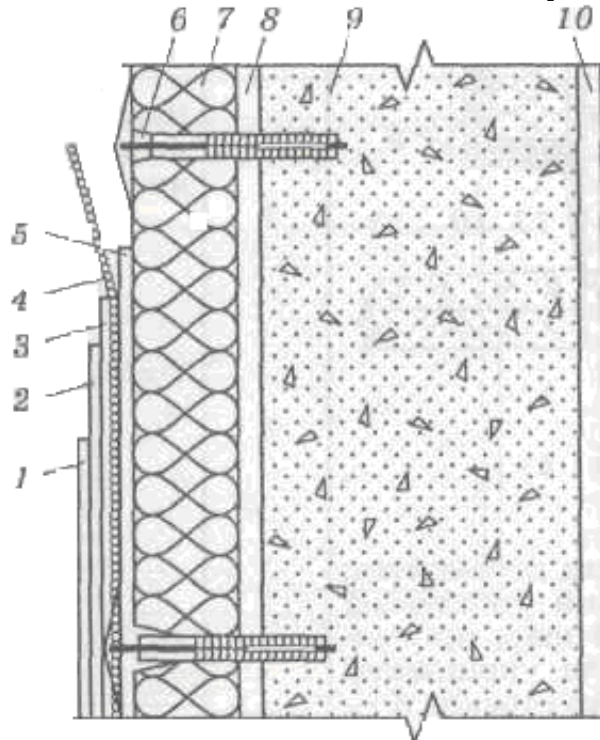


Рис. 1. Схема закріплення теплоізоляції на поверхні зовнішньої стінової конструкції: 1-шар декоративно-захисного розчину; 2-ґрунтовка; 3-шар гідрозахисного штукатурного розчину; 4-склосітка; 5-другий шар гідрозахисного штукатурного розчину; 6-кріпильний елемент (дюбель); 7-плитний утеплювач; 8-шар клейового розчину; 9-зовнішня стінова конструкція; 10- шар штукатурки усередині будинку

До суттєвих недоліків слід віднести:

- розтріскування та розшарування покриття, проникнення вологи, промерзання та спучування внаслідок нерівномірності температурно-вологісних деформацій основної стіни та покрівельного шару, теплообмінні процеси у самому покритті та неправильне застосування кріплення залежно від товщини покрівельного шару;
- зниження теплоізоляційних якостей утеплювача за рахунок проникнення і накопичення вологи при застосуванні цементно-піщаних штукатурок та порушення річного балансу накопичення вологи внаслідок недостатнього сумарного рівня паропроникнення при застосуванні багатшарового покриття з полімерцементних штукатурок.

Система утеплення із захисним декоративним екраном та вентиляційним повітряним простором (навісний вентиляований фасад). Навісний вентиляований фасад – це є система, яка складається з матеріалів облицювання (касет, листових матеріалів, керамічних чи штучних каменів) і несучої підоблицювальної конструкції. Система включає три елементи: шар теплоізоляційного матеріалу, закріплений до стіни зовнішній захисний екран з повітряним прошарком та систему кріплення у вигляді кронштейнів і профілів з корозійностійких металів. Ця система більш досконала і позбавлена недоліків, властивих утеплювальній системі з оштукатуренням по шару теплоізоляційного матеріалу. З експлуатаційної й екологічної точок зору вентиляований фасад – оптимальний теплозахист, оскільки будинок “дихає”, завдяки безперешкодній дифузії водяної пари. У такому приміщенні завжди здоровий мікроклімат (рис. 2).

Головною перешкодою для використання зазначеної системи при модернізації будівель і споруд, безумовно, є її вартість, що коливається в межах 50-100 у.о за 1 м² утеплення. Це

зумовлено тим, що більшість цих систем – закордонного виробництва.

Технічно доцільним для утеплення малоповерхових будівель і споруд (до 5-ти поверхів) є застосування системи з **облицюванням цеглою і розташованим всередині ефективним утеплювачем**. Така система пропонується для широкого впровадження при модернізації 5-поверхового типового житла в Україні та за її межами. В цій утеплювальній системі як утеплювач використовується ніздрюватий бетон з товщиною шару 15-20 см, щільністю $g = 250-300 \text{ кг/м}^3$, що забезпечує термічний опір стіни, який відповідає новим нормативним показникам опору теплопередачі захисних конструкцій [4, 5].

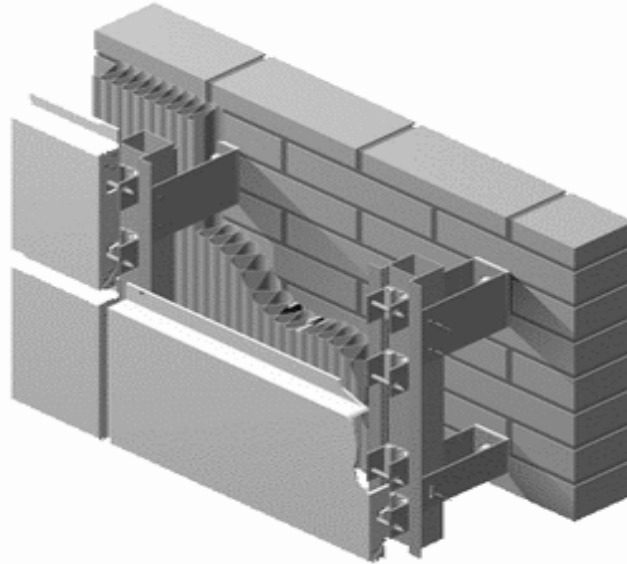


Рис. 2. Конструкція вентиляованого фасаду

Недоліком даної системи є збільшення поперечного перерізу стіни і забезпечення елементів кріплення утеплювача і обшивки.

Покращити теплотехнічні характеристики будівлі можна за допомогою **«теплих» штукатурок**. В її склад входять теплоізоляційний наповнювач (перліт, вермикуліт, мікросфера а також гранули пінополістиролу, піноскла, мінеральної вати тощо), в'язучий матеріал (цемент, гіпс) і добавки. Рекомендована товщина нанесення – 50 мм всередині та ззовні приміщення. Після підготовки поверхні штукатурні розчини наносяться шарами за допомогою класичних інструментів. Після видалення штукатурних маяків, місця їх кріплень також мають бути закриті шаром штукатурки. Нанесення кожного подальшого шару проводять мінімум через 3-4 години після нанесення попереднього, а декоративний шар – не менше, ніж через 2 доби при нормальних температурно-вологісних умовах.

Беззаперечною перевагою таких штукатурок є ефективність теплоізоляційних якостей при правильному використанні, технологічність під час виконання (1 робітник-штукатур в зміну може нанести до 150 м^2). Правильний підбір суміші і оздоблення поверхні може забезпечити «дихання» стіни (водяні пари виводяться назовні, не маючи можливості конденсуватися в стіні)

Недоліками даної системи є: необхідність двостороннього тинькування для забезпечення належного теплового опору, відповідно збільшення вартості м^2 утепленої стіни; неправильне замішування компонентів (збільшення вмісту в'язучого або води, додавання піску тощо), збільшення об'ємної ваги, неоднорідність консистенції; використання готових сухих сумішей достатньої якості, проте високої ціни, що обмежує широке використання.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Опираючись на досвід закордонних і вітчизняних виробників системи утеплення фасадів («Ceresit», «Ферозіт» «Optiros» торгових марок „Серпо” та „Vetonit” і інших) та проведенні досліджень протягом 6 років при виконанні робіт і експлуатації фасадів на об'єктах будівельної фірми «ТВД», лабораторних умовах ЛНАУ і Львівського регіонального науково-технічного центру ДерждорНДІ, а також великій

кількості утеплених фасадів в місті Львові та області, можна зробити висновок, що проблема утеплення фасадів є актуальною та потребує вивчення та вдосконалення [2, 3, 4].

Дослідження проводились при утепленні фасадів всередині і зовні приміщень, при використанні пінополістирольних, мінераловатних і комбінованих систем утеплення, а також використанні систем матеріалів різних виробників («Ceresit», «Ферозіт», «Сарапол», «Volix», «Quick-mix», «Ортірос» та інших)

Формування цілей статті. Завданням даної статті є аналіз результатів досліджень при влаштуванні і експлуатації утеплення та оздоблення фасадів, а також відпрацювання пропозицій щодо обґрунтування виникнення появи тріщин та відпрацювання методики усунення тріщин, подовження терміну експлуатації фасадів.

Виклад основного матеріалу. Робота, що проводилась під час утеплення фасаду, базувалась на спостереженнях за технологічною послідовністю (в тому числі дисципліною і культурою виробництва), умовами виконання робіт (температурно-вологісним режимом), аналізом використовуваних матеріалів, а також умовами експлуатації за призначенням оздобленої поверхні.

Одним із ефективних і найбільш поширених вирішень проблеми підвищення теплоізоляційної здатності існуючих захисних конструкцій є додаткове утеплення стін за методом скріпленої теплоізоляції, яке полягає у прикріпленні спеціальним клеєм теплоізоляційних плит до поверхні фасаду, захисті поверхні тонкошаровими композиціями, армованими склосіткою, 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, 4].

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.

Аналіз процесів появи тріщин на утепленій і оздобленій поверхні умовно можна розділити на три напрямки, що обумовлені такими причинами: порушенням технології виконання робіт - 60 %; використанням неякісних матеріалів (матеріалів, що не відповідають декларованим властивостям згідно із сертифікатом відповідності) – 36 %; зміна умов експлуатації не за призначенням утепленої поверхні – 4 %.

Порушення технології виконання робіт в багатьох випадках (близько 40 % від обумовлених випадків, що пошкоджені тріщинами) обумовлена відсутністю у проектній документації детального пророблення нетипових вузлів, які досить часто застосовують на фасаді будинку, конструктивних рішень гідрозахисту парапетів, цоколів, елементів, які виступають, косяків підвіконь тощо, визначення видів і кількості механічних кріпильних елементів на 1 м² дає волю виконавцю і не підвищує його відповідальності.

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

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

При приклеюванні теплоізоляційних плит у багатьох випадках помилково відбувалось нанесення розчинової суміші тільки у формі «коржів», що особливо згубно (в трьох випадках) відбулось на приклеюванні мінераловатних плит.

Як показали експертні проби з поверхні фасаду приклеювання теплоізоляційних плит без перев'язування (особливо на розі будинку) і недостатнє влаштування товщини армувального шару були причинами тріщин зовнішніх покриттів.

Проведений аналіз роботи виконавців показує, що навіть ігнорування шліфування виступів пінополістирольних плит наждаковим папером, а також заповнення стиків між плитами розчиновою сумішшю з часом призвів до появи тріщин, нерівностей на поверхні, що добре проявляється при бічному освітленні стіни.

Як показує власний досвід і досвід інших виконавців причиною коротких розривів армувально-оздоблювального шару системи (частіше за все довжиною 0,5...1 м) є відсутність

кріплення утеплювальної плити до несучої стіни при наявності в місці розриву зазору між плитами більше 1 мм. Тому недопустиме заповнення таких зазорів клеєним розчином.

Неправильне закріплення плит механічними сполучними елементами, надмірне заглиблення «голівки» сполучного елемента спричиняли ущільнення структури теплоізоляційних плит. Водночас занадто мілка посадка призводила до того, що сполучний елемент не утримував плити належним чином, а опуклість, що утворювалась, залишалася помітною й ослаблювала армований шар.

При візуальному огляді самої тріщини на фасаді (у чотирьох випадках окремих об'єктів) був відсутній розрив армувальної сітки, тобто не був зроблений нахльст суміжних полотен хоча б на 100 мм. В (трьох випадках) була розірвана сітка, в двох з цих випадків сітка була щільністю менше 150 г/м², в одному не лугостійка, за три місяці практично розчинилась в клеєвому розчині (неякісні матеріали).

Причиною появи павутинних тріщин (у семи випадках) стало неправильне армування теплоізоляційних плит: сітка не занурювалась в нанесений клеєвий розчин, а була влаштована прямо на теплоізоляційні плити, що значно знижує площу адгезії клеєного розчину до теплоізоляційних плит і призвело до відшарування. Фрагменти фасаду покрилися тріщинами, спучилися, пройшов процес відривання ділянок армувального оздоблювального шару.

Роботи з утеплення фасаду виконуються в основному в літню теплу пору, це потребує захисту маскитними сітками, плівками поверхні фасаду при виконанні робіт від пересихання під дією вітру чи підвищеної температури. В чотирьох випадках при відсутності захисту при температурі 20-28°C за два дні після виконання робіт значна поверхня фасаду вкрилася павутинними тріщинами, а протягом тижня площа поверхні збільшилася вдвічі. В практиці будівництва ця проблема залишається дуже актуальною, адже крім захисту поверхні ряд виробників сухих сумішей рекомендують проводити зволоження протягом хоча б перших трьох діб.

У чотирьох випадках (за 10 місяців) зафіксоване відшарування окремими місцями декоративного шару через неналежне ущільнення акриловими герметиками щілин у віконних і дверних прорізах. В одному із цих випадків герметик виявився неякісним 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, що утеплена мінераловатними плитами акриловими оздоблювальними шарами привезло до появи пухлин структурного оздоблення на поверхні фасаду.

Приклад зміни умов експлуатації поверхні, що була утеплена мінераловатними плитами призвела до руйнування системи утеплення протягом 3 років, коли виникла необхідність змінити горизонтальні відмітки і оздоблена поверхня почала контактувати з ґрунтом.

Запобігти ряду негативних явищ, які виникають при виконанні суцільної теплоізоляції тонкошаровими композиціями, може система суцільної теплоізоляції без порожнин торкретуванням по шару теплоізоляційного матеріалу (рис. 3). Технологічна послідовність виконання ряду процесів запропонованої технології аналогічна, показаним вище, за винятком процесів армування і торкретування.

Торкретування – це бетонування конструкцій методом нанесення цемент-гарматою на поверхню конструкції одного чи кількох шарів цементно-піщаного розчину. Вибір складу торкрет-бетонної суміші, в тому числі заповнювачів, води і будь-яких добавок або армувального волокна, повинен забезпечувати всі технологічні властивості і експлуатаційні характеристики, задані для свіжовкладеного і затверділого торкрет-бетону.

Процес торкретування доцільно проводити в два шари. Перший шар торкрету, що наноситься на стіну, повинен бути завтовшки мінімум 2 см (аж до сполучної сітки) і на 1 см менше загальної товщини торкрету. Цей шар може мати більшу товщину, оскільки виконує функції: перенесення навантаження з плити на стіни; утворення твердої поверхні для нанесення другого шару і власне самого скелету захисного покриття. Другий шар укладається як уручну, так і за допомогою торкретування. Ручне укладання тонкого шару розчину (бетону) є більш доцільним. Цей шар укладається в межах маяків, які видаляються після завершення роботи.

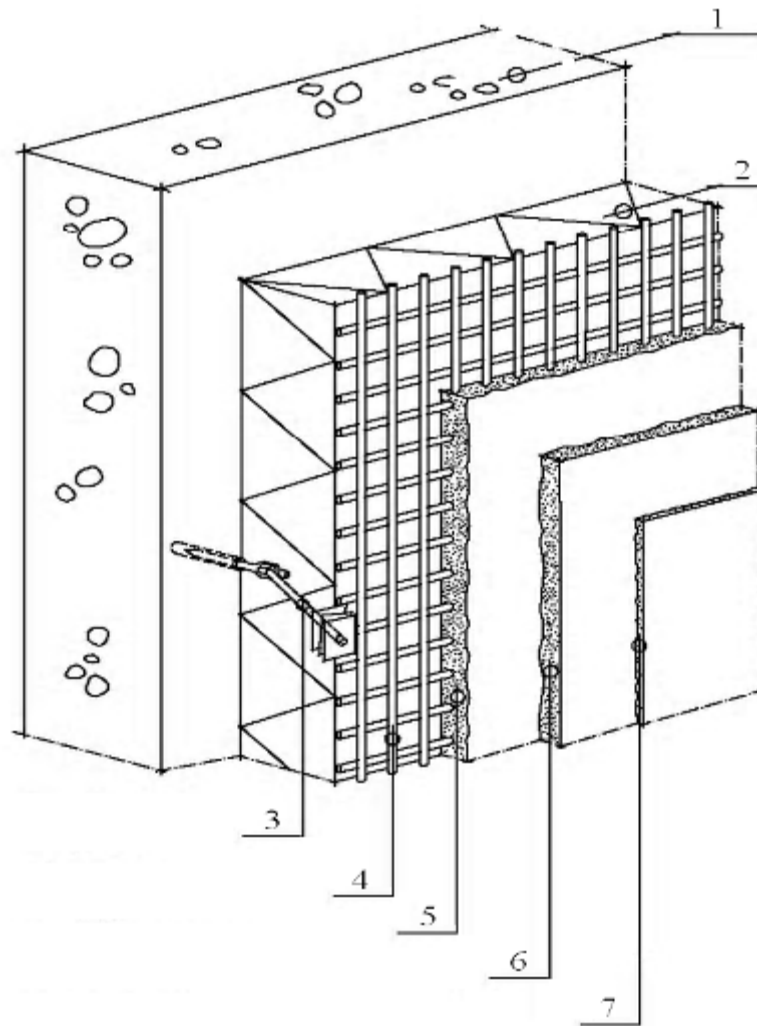


Рис. 3. Теплоізоляційна штукатурна конструкція:
 1 – зовнішня стіна; 2 – утеплювач; 3 – елемент кріплення; 4 – штукатурна сітка; 5 – торкретбетон;
 6 – вирівнюючий шар; 7 – шар оздоблення

Для дослідження міцнісних характеристик і відпрацювання технологічних параметрів виконання в лабораторних умовах були підготовлені дослідні зразки розмірами 600×600 мм, до яких були закріплені пінополістирольні плити наклеюванням і механічними дюбелями, а також пласти підготовленої соломи закріпленої сіткою і дюбелями, з масиву зразків випущені металеві анкери, що виступають на поверхні утеплювача до 35-40 мм. Армування поверхні виконано плоскими металевими сітками діаметром $d=3$ мм, розмірами комірок 50×50 мм (рис. 4).

Характеристики міцності дослідних зразків забезпечили розрахункові параметри, технологічна послідовність виконання всіх процесів, включно з оздобленням, підтвердила оптимальність прийнятої технології утеплення. Належна якість оздобленої поверхні забезпечена відсутністю перших усадочних тріщин, однорідністю міцної торкретованої поверхні. Наступний етап оцінювання експлуатаційних характеристик при різних навантаженнях і впливах зовнішнього середовища.

Показаний технологічний процес потребує більш детального вивчення, а результати роботи дають можливість сформулювати та обрати напрями подальших досліджень.



Рис. 4. Дослідні зразки із пінополістиролу і соломи підготовлені під торкретування

Висновки

- Аналізуючи результати досліджень можна зробити висновок, що процеси утеплення фасадів є комплексними, залежать від проєктантів, організаторів виконання робіт і самих виконавців, потребують високого професіоналізму, культури і дисципліни виробництва при збереженні і послідовному виконанні всіх технологічних етапів.

Використана література

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. Система скріпленої зовнішньої теплоізоляції «Ceresit»: Посібник по проєктуванню, монтажу і експлуатації системи / Є. К. Карапузов, В. Г. Соха, О. М. Лівінський і інші. – К.: «МП Леся», 2005. – 280 с.
3. ТУ У В.2.6-45.3-00294349-112-2004 "Система утеплення фасадів будівель "СЕРПОРОК". – 2004. – 18 с.
4. Карапузов Є. К. Матеріали і технології в сучасному будівництві / Є. К. Карапузов, В. Г. Соха, Т. Є. Остапченко. – К.: Вища освіта, 2006. – 495 с.
5. Майборода В. Ф. Трехслойные железобетонные конструкции / В.Ф. Майборода, В.М. Карпюк. – К.: Будівельник, 1990. – 144 с.

Мазурак Андрій Васильович – к.т.н., доцент, зав.каф. технології та організації виробництва Львівського національного аграрного університету.

Мазурак Оксана Тимофіївна – к.х.н., доцент, Львівського національного аграрного університету.

Калітовський В.М. – аспірант Львівського національного аграрного університету.