

В. Р. Сердюк  
Т. В. Сердюк  
С. Ю. Франишина

## СУЧАСНІ СПОСОБИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПЛОСКИХ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ ПОКРІВЕЛЬ

Вінницький національний технічний університет

*Теплова модернізація існуючого житлового фонду країни – актуальна проблема, що вимагає постійного розвитку та удосконалення техніко-технологічної бази будівельного виробництва. Огороджуючі конструкції будинку – основне джерело теплових втрат та об'єкти особливої уваги в контексті розробки та впровадження сучасних енергоефективних рішень. Досліджено основні проблеми експлуатації плоскої суміщеної покрівлі, яка через порівняно низьку вартість влаштування масово використовується не тільки в промислових та громадських будівлях, але і в житловому будівництві.*

*Висвітлено основні причини руйнації традиційної плоскої покрівлі та проведений аналіз технічних рішень усунення недоліків плоскої покрівлі. Показана технологічна послідовність вдосконалення конструктивного рішення суміщеної плоскої покрівлі шляхом трансформації її до «дихаючої», інверсійної та «зеленої» покрівлі. Наведені переваги інверсійної покрівлі перед традиційною плоскою покрівлею. Конструкція зеленого покриття один із найбільш ефективних способів модернізації плоскої горизонтальної покрівлі. Узагальнено світовий досвід впровадження інверсійних, зелених покрівель, з урахуванням необхідності підвищення теплозахисних властивостей сучасних будівель.*

*Ключові слова: плоска суміщена покрівля, «дихаюча» покрівля, теплозахисні властивості огороджуючих елементів, інверсійна покрівля, «зелена» покрівля.*

### Вступ

Конструкція традиційного плоского суміщеного покриття будівлі застосовується в промисловому, офісному, складському та житловому будівництві. Відносна низька вартість влаштування такої покрівлі сприяла масовому використанню її в житловому будівництві. Так, в Україні в 50–70-х роках за типовими проектами збудовано більше 20 тис. 5-поверхових житлових будинків великопанельних, цегельних і блочних, майже 80% з них становлять будинки серій 1-438, 1-464 і 1-480[1]. Відповідно, сьогодні такі об'єкти потребують проведення не лише теплової модернізації, а й кардинальної зміни конструктивно-технологічних рішень, що дозволить продовжити термін експлуатації плоского покриття будинку.

Оптимальне використання площі плоскої покрівлі особливо актуально сьогодні в містах, де гостро постають питання екологічності та озеленення територій. Процеси урбанізації та зростання чисельності населення вимагають створення комфортних умов проживання. Так, за даними ООН, чисельність міського населення в світі постійно зростає, починаючи з 1950 року по 2018 рік цей показник збільшився майже у 6 разів, з 751 млн. до 4,2 млрд осіб. Дослідники ООН прогнозують, що до 2050 року в містах проживатиме 68% населення.

В Україні на сьогодні спостерігається аналогічна тенденція. Так, якщо на початку ХХ століття в містах і містечках країни проживало близько 20% населення, перед початком Великої Вітчизняної війни – близько 33%, в кінці 1980-х років – 66%, то за даними офіційної статистики на початку 2016 року міське населення країни складало – 68,9%, відповідно сільське – 31,1%.

Мета роботи – вивчення перспективних напрямків та сучасних тенденцій вдосконалення плоскої покрівлі житлових будинків, визначення конструктивних рішень та експлуатаційних переваг влаштування інверсійної покрівлі та процеси її трансформації в «зелену» покрівлю.

На сьогодні питання реконструкції та конструктивно-технологічних змін плоских суміщених покрівель є досить актуальним та активно обговорюється у вітчизняному науковому просторі. Серед вітчизняних дослідників даної проблематики слід відзначити Г. І. Оніщука, Г. М. Агєєву, Д.В. Жвана, М. Г. Коваленка, В. В. Швеця, М. А. Міняйла, О. В. Філоненка та інших.

### Проблемні питання існуючих плоских м'яких покрівель

Велика частина покрівель житлових багатопверхових будинків побудовані з використанням плоских м'яких покрівель. Традиційна технологія влаштування плоских суміщених (м'яких покрівель) передбачає укладання пароізоляції безпосередньо на плиту перекриття верхнього

поверху. В даному випадку пароізоляція слугує своєрідним бар'єром від проникнення побутових випаровувань з приміщення в конструкцію покрівлі в процесі експлуатації будівлі. Наступним етапом укладається утеплювач, формуються ухили, наприклад, керамзитовим гравієм, далі конструкція фіксується цементно-піщаним шаром. Завершальним шаром суміщеної покрівля є гідроізоляція – стяжка покривається бітумним праймером.

Нормативний рівень вологості утеплювача при укладанні в конструкцію покрівлі має становити не більше 5 %, проте в процесі зведення конструкції покриття утеплювач, особливо мінеральний, має рівень вологи набагато більший. Крім того, він може бути додатково зволожений дощем безпосередньо при транспортуванні, або при виконанні покрівельних робіт. Слід зазначити, що в будівельній практиці не існує технологічної можливості додаткової сушки утеплювача або заміни його іншим утеплювачем. Більше того, вирівнююча цементно-піщана стяжка містить близько 50% води, частина якої вступає в хімічну реакцію з цементом, внаслідок чого з'являються гідратні новоутворення, а інша частина зберігається в порах і капілярах суміші[2].

Наявність пароізоляції на поверхні залізобетонного покриття та шару гідроізоляції значно ускладнює видалення вологи з утеплювача і стяжки. В теплий період року під впливом сонячних променів з вологого утеплювача інтенсивно виділяється волога, яка у вигляді пари не може швидко видалитись з багатошарової конструкції покрівлі, тому вона призводить до утворення здуття, розривів та тріщин на покрівельному гідроізоляційному килимі. Порушення цілісності конструкції покриття житлового будинку тягне за собою надмірні експлуатаційні витрати, як внаслідок частих ремонтів, так і за рахунок високого рівня теплопровідності самої конструкції покриття будинку (рис. 1).



Рисунок 1 – Основні недоліки традиційної плоскої покрівлі в житлових будинках (узагальнено авторами на основі [1-3])

Наявність вологи в конструкції покрівлі та складність її видалення приводить до зменшення термічного опору покрівлі, оскільки для води  $\lambda = 0,58 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ , тобто у 25 разів більше, ніж для повітря, а тому пори, заповнені водою, швидко пропускають тепловий потік, внаслідок чого підвищується теплопровідність водонасичених матеріалів. Тому теплоізоляційні матеріали мають бути гідрофобізованими та має повністю виключатись можливість їх контакту з водою чи водяними парами в процесі експлуатації житлової будівлі [3].

Удосконалення конструкції горизонтальної покрівлі та збільшення терміну її експлуатації стало можливим завдяки застосуванню вентиляованої або «дихаючої» покрівлі. Така конструкція дозволяє уникнути появи здуття при випаровуванні вологи з утеплювача. На відміну від звичного способу укладання покрівельного килима (суцільне приклеювання рулонів до основи), використовують часткову (точкову) приклеюку. Дана технологія сприяє вирівнюванню тиску водяної пари в підклимному просторі, попереджає появу бульбашок, а отже і розривів гідроізоляційного шару покрівлі.

Ще одним технологічним напрямком удосконалення конструкції плоского покриття стало використання перфорованого руберойду. Перфорований покрівельний матеріал – це звичайний руберойд з отворами діаметром 20 мм та кроком 100×100 мм. Промисловість не випускає

перфорований руберойд, тому такий руберойд вироблявся на спеціальних станках зі звичайного шляхом додаткової пробивки отворів. Влаштування плоских покрівель з використанням перфорованого руберойду в колишньому СРСР відбувалось в 70–80-ті роки, але по ряду причин не знайшло масового використання[3].

Принципово новим якісним технологічним проривом влаштування плоских покрівель стало влаштування інверсійних покрівель, які лише в останні декілька років почали впроваджуватися у вітчизняне будівельне виробництво. Інверсійні покрівлі суттєво розширили функціональні властивості плоскої горизонтальної покрівлі. Термін «інверсійна» походить від латинського (inversio – перевертання, перестановка), тим самим пояснюючи саму конструктивну послідовність інверсійної покрівлі.

Порівняно із традиційною плоскою покрівлею, інверсійне покриття передбачає розміщення гідроізоляційного шару під шаром утеплювача безпосередньо на поверхні бетонного перекриття (основи покрівлі). Ця технологічна відмінність інверсійного покриття дозволяє зберігати гідроізоляційний килим від руйнівного впливу ультрафіолетових променів, різких змін температури, а також механічних пошкоджень, тим самим покращуючи функціональні властивості покрівлі та збільшує термін її експлуатації. В середньому строк служби інверсійного покриття становить 50–60 років, що значно перевищує термін служби традиційної м'якої покрівлі, термін служби якої не перевищує 20–25 років за умови відсутності технологічних порушень при влаштуванні, в протилежному випадку термін експлуатації стає ще меншим – 7-10 років.

Поява і масова доступність гідрофобного утеплювача дозволила реалізувати в будівництві конструкцію інверсійної покрівлі. Цей утеплювач має рівномірно розподілені замкнуті пори, що поглинають воду, внаслідок чого не виникає здуття, а отже і не відбувається порушення цілісності покриття. Більше того, такий утеплювач стійкий до механічних навантажень, хімічно стійкий і не схильний до гниття. Найбільш поширеною теплоізоляцією для інверсійних покриттів служать екструдовані пінополістироли вітчизняного та іноземного виробництва (табл. 1) [4]. Пінополістирол зберігає свої теплозахисні властивості навіть при довготривалому зберіганні у воді, має високу міцність, за умови використання пригрузу. В якості пригрузу використовується щебінь або гравій (20-40 мм), а також геотекстильне дренажне покриття. Пінополістирольні плити обов'язково притискають шаром гравію, товщина якого визначається залежно від товщини утеплювача. Поверх гравійної засипки, що виконує в цьому випадку функції дренажного шару, укладають тротуарну плитку або інший покрівельний килим.

Таблиця 1

**Основні технічні характеристики утеплювача інверсійної покрівлі**

Показник	Значення
Середня щільність, кг/м <sup>3</sup>	25-45
Теплопровідність при середній температурі 10 °С, (Вт/мК)	0,025-0,033
Межа міцності при стисненні при 10 % деформації, Н/мм <sup>2</sup>	0,15-0,7
Водопоглинання через 28 діб при змінній температурі, об. %	0,1-0,5
Гранично допустима температура використання, °С	75

При влаштуванні інверсійної покрівлі необхідний ретельний підбір необхідних матеріалів, що використовуються при укладанні кожного її шару. Товщину теплоізоляції розраховують відповідно до нормативних вимог ДБН В.2.6-22:2017 «Покриття будівель і споруд», хоча наявність дренажного шару забезпечує додатковий приріст термічного опору покрівлі. В якості гідроізоляції використовують більш еластичний і міцний матеріал, мембрани ЕПДМ, ТПО, ПВХ або бітумні рулонні матеріали, які дозволяють забезпечити надійність гідроізоляції і сприйняття навантаження від верхніх шарів покрівлі. Водостічна система має забезпечувати злив атмосферних опадів з площини покрівлі та нормальне функціонування системи дренажу. Водостічна воронка повинна бути дворівневою і при необхідності обігріватись.

Відповідно до вимог [5], інверсійне суміщене покриття проектується із змінним порядком складових шарів. На несучу конструкцію покрівлі може влаштовуватись вирівнюючий та ухилоутворюючий шар. Вітчизняні нормативні вимоги передбачають використання морозостійкого утеплювача з водопоглинанням не більше 0,7 % по об'єму та міцністю на стиск не менше 100 кПа. При необхідності відведення вологи з поверхні утеплювача слід передбачати додатковий шар покрівлі по утеплювачу.

Основні переваги інверсійної покрівлі порівняно із традиційним плоским покриттям:

- наявність додаткового утеплюючого ефекту;
- майже трикратне збільшення терміну експлуатації;
- корисно використана додаткова площа будинку за різним призначенням;
- зниження навантаження на міську стічну каналізацію, так як інверсійні покрівлі можуть утримувати 60-80% дощової води;
- поглинання опадів та регулювання температури.

У практиці сучасного будівництва при проектуванні покрівель з корисною площею все частіше використовують озеленення покриття дахів будівель та споруд. Інтерес до нових розробок в області урбаністичного дизайну з метою формування концепції сталого розвитку міського середовища, створення додаткових просторів з прибудовою зеленого даху зростає у багатьох країнах, принципи функціонування «зелених» будівель створюють сприятливе середовище для здоров'я і благополуччя населення [6].

Інверсійна покрівля на сучасних будинках трансформується в «зелену» покрівлю і може передбачати два варіанти, де всі рослини знаходяться в звичайних квіткових горщиках і діжках та справжню «зелену» покрівлю, яка представлена в сучасній архітектурі, як спеціальний метод озеленення (рис.2). Перший і другий варіант озеленення покрівель розглядається як пріоритетний напрям вирішення проблеми оздоровлення навколишнього середовища та отримання додаткових зелених територій.

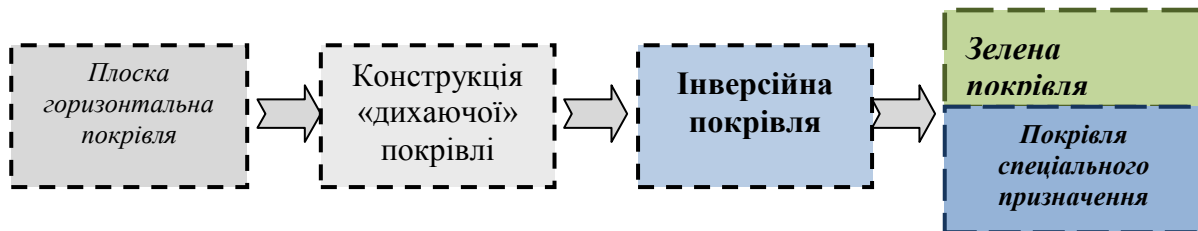


Рисунок 2 – Основні етапи удосконалення плоскої горизонтальної покрівлі

В багатьох країнах світу зелені покрівлі є не просто технічно та економічно ефективним рішенням, а врегульованою нормою на законодавчому рівні. За оцінками експертів, близько 10% покрівель Німеччини мають озеленення, у Франції цей показник сягає 15%, США – 12%[7]. В Японії на законодавчому рівні встановлена необхідність влаштування зеленої покрівлі, площа якої перевищує 100 м<sup>2</sup>. Зелена покрівля - один із ефективних напрямків екологічної модернізації конструкції покриття будівлі, що значно розширила свої функціональні можливості за межі суто огорожуючих. Тим більше, що кошторисна вартість зведення озелених дахів порівняно зі звичайними, становить від 11 до 26% або всього 0,1 % від загальних капіталовкладень на будівництво будівлі.

В роботах [8,9] показана оцінка вартості «зеленого» покриття будівель, а також екологічні та економічні вигоди при їх експлуатації. Ефективність теплоізоляції доводиться при використанні «зеленої» покрівлі в холодну пору року в умовах клімату Манчестера. Експериментальні дані різних рішень для зелених дахів в Італії показали, що пасивний ефект охолодження зеленого даху призводить до скорочення теплової енергії, що виходить з будівлі. Отримані дані використовувалися також для динамічних характеристик різних рослинних розчинів, показують, що різні рішення для «зелених» покрівель здатні генерувати енергію для роботи систем життєзабезпечення будівель.

Екологічний ефект зеленого покриття проявляється в тому, що в середньому 1 га зелених насаджень за одну годину поглинає близько 8 л вуглекислоти (еквівалент об'єму вуглекислоти, що виділяють 200 чоловік). Широко вивчаються питання поліпшення умов проживання у великих густозаселених містах, де функції зелених насаджень умовно розділені на дві основні складові: санітарно-гігієнічні (зменшення запиленості і загазованості, вітрозахисті, фітонцидна дія шумозахист, вплив на вологість повітря і тепловий режим) та декоративно-планувальні (ландшафтноутворююча, планувальна, організація відпочинку населення). Важливою особливістю зелених насаджень на покрівлі будинку є результат фотосинтезу – поглинання вуглекислого газу та виділення кисню[10].

Високим рівнем енергетичної ефективності та енергозбереження характеризуються як

інверсійні, так і зелені плоскі покриття. За рахунок рослинного шару, утворюється волога у вигляді пари, що суттєво знижує температуру покриття в теплий період року порівняно із традиційним плоским покриттям, де температура влітку може підвищуватись до 50 °С, що призводить до додаткових витрат на кондиціонування повітря. В холодний період року зелена покрівля додатково захищає приміщення від впливу холодних температур і тим самим знижує витрати теплової енергії на опалення приміщень у будинку.

Наявність цілої низки очевидних переваг інверсійних конструкцій покриття доводить необхідність масового впровадження цих технологій в будівельну практику. Модернізація існуючого житлового фонду та реконструкція огороджуючих елементів будівель та споруд, може проводитись із використанням інверсійних зелених технологій. А високий рівень енергетичної ефективності та очевидний екологічний ефект дозволяють вирішувати актуальні проблеми теплового захисту будівель та покращення умов проживання.

У Вікіпедії зазначено, що в Україні на одного міського мешканця припадає близько 16,3 м<sup>2</sup> зелених насаджень. За міжнародними нормами, цей показник повинен становити не менше 20 м<sup>2</sup>. Необхідність популяризації інверсійної та зеленої покрівлі в Україні не викликає сумніву. В роботі [11] пропонується застосування нестандартного озеленення, яке надасть особливої архітектурної композиції окремому будинку та сприятиме очищенню повітря від шкідливих речовин.

Вітчизняне законодавство поволі реагує на розвиток та поширення нових технологій облаштування огороджуючих конструкцій. Так, з 1 жовтня 2018 року в оновленій редакції ДБН Б.2.2-5:2011 «Благоустрій територій» з'являється можливість розміщувати дитячі майданчики на дахах напівпідземних і наземних споруд висотою до 15 м, але не більше 3-х поверхів, із обов'язковим дотримання всіх необхідних вимог безпеки. Ще однією умовою розміщення такого майданчика на покрівлі будівлі є забезпечення відводу дощових та талих, а також необхідності шумозахисту нижче розташованих приміщень.

### Висновки

Конструкція зеленої покрівлі еволюціонує з малодоступної технології на більш прогресивну практику у міському будівництві. Зелені сади на дахах облаштовують у всьому світі не лише у приватних віллах і котеджах, а й на торговельних та офісних центрах, інших міських будівлях.

Сьогодні конструкція покриття будинку набуває нового значення та перестає виконувати суто огорожувальні функції. Плоскі горизонтальні покрівлі суміщеного або горищного даху є найбільш поширеним видом покриття цивільних і промислових будівель, які формують архітектурний вигляд сучасних населених пунктів. Крім виконання основних функцій суміщена покрівля може бути використана для влаштування зелених насаджень, спортивного майданчика, тераси, автомобільної стоянки, площадки для сонячної батареї і панелей тощо.

У всьому світі намітились стрімкі тенденції до зростання використання суміщеної покрівлі для різних цілей. На сьогодні ця ідея отримала міжнародне визнання в багатьох країнах світу незалежно від особливостей клімату. Плоскі покрівлі стають популярними і в приватному житловому будівництві, оскільки це додаткова площа для власника будинку. Впровадження інверсійних покрівель та зростання при цьому їх термічного опору, збільшений термін служби наразі є вагомим аргументом, який направлений на енерго- та ресурсозбереження.

На рівні державних органів України, які реалізують державну політику в будівельній галузі і зокрема в містобудуванні, відсутнє розуміння того, що інверсійна та «зелена» покрівля можуть в разі зменшити затрати на ремонт гідроізоляції покрівель існуючого житлового фонду. Враховуючи доступність о сучасних теплоізоляційних і гідроізоляційних матеріалів, існує необхідність державної підтримки та регулювання обов'язковості використання інверсійної та «зелених» покрівель в сучасному будівництві, а також при термомодернізації застарілого існуючого житлового фонду.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Оніщук Г. І. Розроблення типових технічних рішень реконструкції плоских покриттів житлових будинків серії 1-464 та А 1-480 / Г. І. Оніщук, Г. М. Агєєва, В. М. Куценко // Науково-технічний збірник №107 «Комунальне господарство міст». 2012. Київ. – С. 93-102.
2. Кровельные и гидроизоляционные работы: учеб. пособие / В. Д. Жван, В. П. Семенихина, В. В. Жван, А. Л. Шутенко. – Х.: ХНУГХ им. А. Н. Бекетова, 2013. – 277 с.

3. Ремонт и эксплуатация мягких кровель: Практическое пособие для работников ЖКГ / [авт. кол.: Вавуло Н. М., Харьковский А. Е, Зарипов Р. Ф. и др.. – М. : СПб: ООО «АТМ», 2011. – 86 с.
4. Сердюк В. Р. Розширення функціональних властивостей плоскої інверсійної покрівлі / Бармалюк В.М. // Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції Енергоефективність в галузях економіки України-2019. Вінниця 12-14 листопада 2019. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2019/paper/view/8281>
5. Державні будівельні норми ДБН В.2.6-22:2017 «Покриття будівель і споруд.» Київ. Мінрегіонрозвитку будівництва та житлово комунального господарства України. 2017. – С.59.
6. Коваленко М.Г. Функції міських насаджень та їх нормування. Містобудування та територіальне планування. КНУБА. – 2015. – Вип. 55. – С 194-201.
7. Міняйло М.А., Сади на дахах та їх соціальний вплив / М. А .Міняйло, О. В . Філоненко // Збірник наукових праць. Будівництво, Матеріалознавство, Машинобудування. Вип. 81. – 2015. ПНТУ ім. Ю. Кондратюка. Полтава – С. 111-118.
8. Bing Y. The Research of Ecological and Economic Benefits for Green Roof. Frontiers of green building, materials and civil engineering // Applied Mechanics and Materials. 2011. Vol. 71–78. Pp. 2763–2766.
9. Bolton C., Rahman M. A., Armson D., Ennos A.R. Effectiveness of an ivy covering at insulating a building against the cold in Manchester, U.K: A preliminary investigation // Building and environment. 2016.– Vol. 80. – p. 32–35.
10. Сад на даху: як озеленюють покрівлі в Україні та світі. Промислові дахи Штутгарта. Електронний ресурс. Режим доступу: <https://hmarochos.kiev.ua/2016/03/16/sad-na-dahu-yak-ozelenyuyut-pokrivli-v-ukrayini-ta-sviti/>
11. Швець В.В. Формування екологічного каркасу міста під зеленим покривом / В. В. Швець, К. С. Руденко, О. Г. Веремій // Науково-технічний збірник «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». Вінниця. ВНТУ. – 2016. – С.139-143.

## REFERENCES

1. Onishchuk H.I., Rozroblennia typovykh tekhnichnykh rishen rekonstruktsii ploskykh pokryttiv zhytlovykh budynkiv serii 1-464 ta A 1-480 / H. I. Onyshchuk, H. M. Ahieieva, V. M . Kutsenko // Naukovo-tekhnichniy zbirnyk №107 «Komunalne gospodarstvo mist» 2012. Kyiv. – S.93-102.
2. Кровельные и гидроизоляционные работы: учеб. пособие / V. D. Zhvan, V. P. Semenykhyna, V. V. Zhvan, A. L. Shutenko. – Kh. : KhNUHKh im. A. N. Beketova, 2013. – 277 s.
3. Ремонт и эксплуатация мягких кровель: Практическое пособие для работников ЖКГ / [авт. кол.: Вавуло Н. М., Харьковський А. Е, Зарипов Р. Ф. и др.. – М. : СПб: ООО «АТМ», 2011. – 86 с.
4. Serdiuk V. R. Rozshyrennia funktsionalnykh vlastyvoitei ploskoi inversiinoi pokrivli / Barmaliuk V. M. // Materialy Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii Enerhoefektyvnist v haluziakh ekonomiky Ukrainy-2019. Vinnytsia 12-14 lystopada 2019. – Rezhym dostupu: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2019/paper/view/8281>.
5. Derzhavni budivelni normy DBN V.2.6-22:2017 «Pokryttia budivel i sporud.» Kyiv. Minrehionrozvytku budivnytstva ta zhytlovo komunalnoho gospodarstva Ukrainy. 2017. – S.59.
6. Kovalenko M. H. Funktsii miskyykh nasadzen ta yikh normuvannia. Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia. KNUBA. – 2015. – Vyp. 55. – S 194-201.
7. Minaiilo M.A., Sady na dakhakh ta yikh sotsialnyi vplyv / M. A .Minaiilo, O. V . Filonenko // Zbirnyk naukovykh prats. Budivnytstvo, Materialoznavstvo, Mashynobuduvannia. Vyp. 81. – 2015. PNTU im. Yu. Kondratiuka. Poltava – S. 111-118.
8. Bing Y. The Research of Ecological and Economic Benefits for Green Roof. Frontiers of green building, materials and civil engineering // Applied Mechanics and Materials. 2011. Vol. 71–78. Pp. 2763–2766.
9. Bolton C., Rahman M. A., Armson D., Ennos A. R. Effectiveness of an ivy covering at insulating a building against the cold in Manchester, U.K: A preliminary investigation // Building and environment. 2016.– Vol. 80. – p. 32–35.
10. Sad na dakhu: yak ozeleniuyut pokrivli v Ukraini ta sviti. Promyslovi dakhy Shtutharta. Eelektronnyi resurs. Rezhym dostupu: <https://hmarochos.kiev.ua/2016/03/16/sad-na-dahu-yak-ozeleniuyut-pokrivli-v-ukrayini-ta-sviti>.
11. Shvets V., Formuvannia ekolohichnoho karkasu mista pid zelenym pokryvom / V. V. Shvets, K. S. Rudenko, O. H. Veremii // Naukovo-tekhnichniy zbirnyk «Suchasni tekhnolohii, materialy i konstruktсии v budivnytstvi». Vinnytsia. VNTU. – 2016. – S.139-143.

**Сердюк Василь Романович** – д.т.н., професор кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: [modser@i.ua](mailto:modser@i.ua), ORCID: 0000-0003-2927-6291.

**Сердюк Тетяна Василівна** – канд. екон. наук, доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: [serdyuktanya@gmail.com](mailto:serdyuktanya@gmail.com), ORCID: 0000-0002-2988-4159.

**Франишина Світлана Юрївна** – аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: [fransveta50@gmail.com](mailto:fransveta50@gmail.com), ORCID: 0000-0002-8938-6936.

**V. Serdyuk  
T. Serdyuk  
S. Franyshina**

## MODERN DIRECTIONS OF GREEN ROOF MODERNIZATION

Vinnitsa National Technical University

*In this article the main problem of traditional horizontal roof modernization in building is discussed. Building sector is one of the most important and the great consumer of energy recourses not only in Ukraine but in the other countries. Many scientists and designers in the world discuss this problem and look for ways to solve the problem of reduce resource and energy intensity in construction industry.*

*Horizontal roof very often needs repairs and renovation. Also this roof is not very efficiency, because necessary to spend more energy resources for it exploitation. Much of the heat energy lost occurs of the external enclosing structures, in particular horizontal roof. Therefore, this kind of roof must reconstruction. One of the most efficiency methods of roof reconstruction is green roof. In developed countries green roof is very popular, unlike in Ukraine. Green roof has higer thermal indicators and ecological effect. Also main advantages and disadvantages of green roof are presented.*

*The legislative regulation of horizontal roof constructions is analysed. The development of modern construction in terms of energy efficiency and energy saving should take place in green roofs improvement. First of all, it concerns the introduction of new types enclosing structures that are characterized by an increased level of thermal resistance.*

**Vacily Serdyuk** – d.t.s., professor of Construction, Urban Planning and Architecture department of the Vinnytsya national technical university. E-mail: modser@i.ua.

**Tetyana Serdyuk** – PhD, assistant of Construction, Urban Planning and Architecture department of the Vinnytsya national technical university. E-mail: serdyuktanya@gmail.com.

**Svitlana Franyshina** – postgraduate student of the Construction, Urban Planning and Architecture department Vinnytsia national technical university. E-mail: fransveta50@gmail.com.

**В. Р. Сердюк**  
**Т. В. Сердюк**  
**С. Ю. Франишина**

## СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ПЛОСКОЙ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ КРОВЛИ

Винницкий национальный технический университет

*Тепловая модернизация существующего жилищного фонда страны - актуальная проблема, требующая постоянного развития и совершенствования технико-технологической базы строительного производства. Ограждающие конструкции здания - основной источник тепловых потерь и объекты особого внимания в контексте разработки и внедрения, современных энергоэффективных решений. Исследованы основные проблемы эксплуатации плоской совмещенной кровли, которая из-за сравнительно низкой стоимости монтажа массово используется не только в промышленных и общественных зданиях, но и в жилищном строительстве.*

*Освещены основные причины разрушения традиционной плоской кровли и проведен анализ технических решений устранения недостатков плоской кровли. Показана технологическая последовательность совершенствования конструктивного решения совмещенной плоской кровли путем трансформации ее в «дышащую», инверсионную и зеленую кровли. Представлены преимущества инверсионной кровли перед традиционной плоской кровлей. Конструкция зеленого покрытия одна из самых эффективных способов модернизации плоской горизонтальной кровли. Обобщен мировой опыт внедрения инверсионных, зеленых кровель, с учетом необходимости повышения теплозащитных свойств современных зданий.*

**Сердюк Василий Романович** – д.т.н., профессор кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета, e-mail: modser@i.ua, ORCID: 0000-0003-2927-6291.

**Сердюк Татьяна Васильевна** – канд. экон. наук, доцент кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры, Винницкий национальный технический университет, e-mail: serdyuktanya@gmail.com, ORCID: 0000-0002-2988-4159.

**Франишина Светлана Юрьевна** – аспирант кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры Винницкого национального технического университета, e-mail: fransveta50@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8938-6936.