

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 692.415:658.5

А. В. РАДКЕВИЧ<sup>1</sup>, К. М. МІШУК<sup>2</sup>, С. В. ПАСТУХОВА<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Кафедра «Будівельне виробництво та геодезія», Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, вул. Лазаряна, 2, Дніпро, Україна, 49010, тел. +38 (056) 371 51 02, ел. пошта anatolij.radkevich@gmail.com, ORCID 0000-0001-6325-8517

<sup>2</sup> Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (066) 582 34 26, ел. пошта mishukivk@gmail.com, ORCID 0000-0001-5480-6032

<sup>3\*</sup> Кафедра промислового та цивільного будівництва, Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (067) 366 20 22, ел. пошта pastukhovasusanna@gmail.com, ORCID 0000-0002-9324-3065

### ДОСЛІДЖЕННЯ ІННОВАЦІЙНИХ МЕХАНІЗМІВ СТВОРЕННЯ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

**Мета.** Проаналізувати та представити механізм утворення контактних зон та раціонального вибору складу мастик з обґрунтуванням на основі виявлених закономірностей взаємозв'язку «склад мастики – гідроізолюючий ресурс». **Методика.** Вибір раціонального напрямку досліджень технологічних характеристик зумовлений механізмом втрати гідроізолюючої здатності покрівель по мірі розвитку пошкоджень і переходом його технічного стану від нормального до аварійного. Відновлення покриттів, розшарувань та здуттів руберойду відбувається за рахунок насичення його втраченими і додатковими модифікуючими інгредієнтами. Це досягається нанесенням спеціально запропонованих ремонтних композицій, до переваг яких належить здатність переносити названі інгредієнти в контактовані поверхні з попереднім їхнім обезводненням. **Результати.** Виявлено ряд недоліків існуючих технологій та головні напрямки підвищення ефективності ремонтних технологій. Визначена неодмінність збереження причин послідовного прискореного утворення дефектів і пошкоджень. Названі недоліки технологій усунення наявних міжшарових розшарувань та здуттів. Визначені проникаючі показники різних варіантів сумішей, які надають можливість прогнозувати таку ж здатність для реальних умов стосовно стяжок та зношеної поверхні бітумно-руберойдного килиму. Кращий водовитісняючий ефект забезпечують суміші в такій послідовності: суміш дизельного мастила і уайт-спіриту; мастики типу «Тегерон»; модифікована мастика «Тегерон». **Наукова новизна.** Розробка ремонтно-відновлюваної суміші, яка здатна надати покрівельному килиму втраченими та додатковими модифікуючими компонентами. **Практична значимість.** За рахунок спеціальної ремонтної композиції можливо ефективно використовувати і підсилити залишковий гідроізолюючий ресурс бітумно-руберойдного килиму.

**Ключові слова:** гідрофобізуючі компоненти; модифікуючі компоненти; гідроізолюючі компоненти; м'яка покрівля; здуття; розшарування; відновлення; технологія; проникання; насичення; рулонні і мастичні матеріали

#### Вступ

В технологіях безрулонних покрівельних покриттів пріоритети надають стабільності проблемам структури і властивостей утвореної поверхні. Доцільність максимально можливого використання наявних ресурсів мастик зумовлює пошук заходів, здатних надати також утвореним на стяжках контактним зонам збільшену ефективність і тим самим підвищити загальну ефективність як мастик, так і покриттів (Александров, 2006; Лукинський, 1993; Лукинський, 2004; Павлюк, 2005). Передумови утворення контактних зон заданих характеристик

пов'язані з насиченням поверхні стяжок кольматуючими та гідрофобізуючими компонентами мастик. В підсумку шар стяжки певної товщини завдяки надійному усуненню каналів можливого водопроникнення трансформується в гідроізолююче формування достатнього гідроізолюючого ресурсу (Цветков, & Дегтяренко, 2004).

Відновлення придатності існуючого зношеного стану покриттів, розшарувань та здуттів бітумно-руберойдового килиму досягається завдяки використанню і підсиленню залишкового гідроізолюючого ресурсу покрівельних шарів шляхом їхнього насичення втраченими і додат-

ковими модифікуючими інгредієнтами (Беляев, 2001; Гитлина, 1980; Літвінський, Васильковський, & Друкований, та інші, 2008). Належний результат досягається нанесенням спеціально запропонованих ремонтних композицій, до переваг яких належить здатність впроваджувати названі інгредієнти в контактні поверхні з попереднім їхнім обезводненням. Досягнена санація збільшує термін експлуатації покриттів та забезпечує зменшення витрати матеріальних, трудових та енергетичних ресурсів (Левінський & Євтушенко, 2013).

### Мета

У відповідності до наведеного постає мета розкрити механізм утворення контактних зон та цілеспрямованого вибору складу мастик і його обґрунтуванням на основі виявлення закономірностей взаємозв'язків «склад мастики – гідроізолюючий ресурс».

### Методика

Вибір раціонального напрямку досліджень технологічних характеристик зумовлений механізмом втрати гідроізолюючої здатності покриттів по мірі розвитку пошкоджень і переходом його технічного стану від нормального до аварійного (Габрусенко, 2002). Причина названої динаміки деструктивних процесів пов'язані з втратою бітумними матеріалами низькомолекулярних фракцій з їхньою деформативністю та послідовним збагаченням високомолекулярними складовими підвищеної крихкості і схильністю до розтріскування. Реалізації прийнятого напрямку мають відповідати технології, які здатні відновити і посилити м'яку покриття за рахунок використання ремонтних композицій в поєднанні уайт-спіриту (або гасу), дизельного мастила, бітуму, каучуку та гідрофобної рідини ГКЖ-11 (Мішук, 2019). Для усунення міжшарових порожнин запропоновано до складу ремонтних мастик включати домішки неорганічних в'язучих речовин з їхньою адсорбуючою здатністю.

Для оцінки спроможності технології виконати поставлені умови прийнята система стандартних і спеціально вдосконалених методик. Встановлення гідроізолюючих характеристик виконано відповідно до вимог стандартів і додатково з деякими змінами стосовно запропо-

нованого моделювання роботи покриття в реальних умовах експлуатації.

### Результати

На основі аналізу та узагальнення інформаційних джерел, даних практики і експериментальних досліджень виявлено ряд недоліків існуючих технологій та головні резерви підвищення ефективності ремонтних технологій (Мішук, 2019). До головних недоліків традиційних технологій відновлення експлуатаційної придатності зношеної поверхні належить їхня ресурсоемність, зумовлена спрямованістю на додаткове нанесення шару руберойду або мастик без урахування можливостей використання та підсилення залишкового гідроізолюючого ресурсу.

Визначена неодмінність збереження причин послідовного прискореного утворення дефектів і пошкоджень, перш за все, зумовлених залишковою зволоженістю в усіх нижчерозміщених шарах покриття та складністю забезпечити потрібний стан ремонтно-відновлюваної поверхні.

Найвні недоліки технологій усунення наявних міжшарових розшарувань та здуттів, які передбачають варіанти: хрестоподібне розрізування з наступним наклеюванням утворених шматків та додаткових відрізків руберойду на місця дефектів; ін'єктування кризь попередньо виконані отвори розчинників або бітумних емульсій без достатнього обезводнення склеюваних поверхонь; використання електротермального розігрівання місць порожнин після заповнення бітумними емульсіями без їхнього зневоднення.

Результати технології усунення міжшарових порожнин пов'язані з додатковими витратами енергетичних та інших ресурсів для забезпечення попереднього зневоднення поверхонь та інших належних умов.

З використанням стандартних та вдосконалених методик відповідного призначення визначені закономірності таких показників, як водонепроникність, водопоглинання, які є вагомим підтвердженням здатності вдосконаленої технології насичувати, надавати гідрофобність, усувати дефекти.

Підсумковим показником набутого ефекту являється водонепроникність новоутворень, яка залежить від здатностей водовитіснення, про-

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

никаюче-насичуючої здатності мастик, тобто тих факторів впливу, які в підсумку забезпечують гідроізолюючий ресурс.

На проникаючу здатність мастик та їхніх компонентів впливає можлива зволоженість поверхні, що зумовило необхідність оцінювати спроможність до водовитіснення і тим самим усунення перешкод збільшеному насиченню стяжок. Тому в якості оцінюючих показників в дослідженнях прийнято проникаючу здатність, водовитіснення, як кінцевий результат їхнього впливу – водонепроникність утвореної контактної зони на поверхні стяжок.

Як аналог стяжок або зношеного бітумно-руберойдного килиму було прийнято багатошаровий фільтрувальний папір загальною товщиною 8 мм. Глибину проникання встановлювали за показниками насиченої товщі шляхом аналізів відповідних шарів.

Порівняльні показники проникання окремих складових і мастик без та з добавками наведені в табл. 1 (Мішук, 2019).

Таблиця 1

## Проникаюча здатність компонентів мастик

Проникаюча здатність, мм	Склад сумішей
7	Уайт-спірит
4	Дизельне мастило
2	Тегерон
7	Уайт-спірит: мастило 2:1
5	Мастика: уайт-спірит: мастило 20:1:1
7	Мастика: уайт-спірит: мастило 20:2:1
7	Мастика: уайт-спірит: мастило 20:3:1
3	Мастика без добавок

Як видно з наведених даних, найбільшу проникаючу здатність виявляють суміш дизельного мастила і уайт-спірит, яка досягає 7 мм, що підтверджує їхню таку загальновідому властивість і придатність для отримання необхідного насичуючого ефекту. Для подальших досліджень були обрані названі компоненти як можливі модифікуючі добавки до мастик.

Згідно результатів досліджень, використання поєднання уайт-спіриту і дизельного мастила надає модифікованим мастикам збільшену

проникаючу здатність і, відповідно, потовщу контактну зону, яка насичена гідроізолюючими інгредієнтами. Вміст дизельного мастила крім названої функції призначений також підсилити гідрофобізуючу дію та довговічність утвореної зони.

Визначені проникаючі показники різних варіантів сумішей з достатньою мірою вірогідності надають можливість прогнозувати таку ж здатність для реальних умов стосовно стяжок та зношеної поверхні бітумно-руберойдного килиму. Роботопридатність утвореної контактної зони, насиченої компонентами модифікованої мастики, придатні результати випробувань зразків у відповідності до положень стандартних методів (ДСТУ-НБВ.1.2-18:2016, 2017). Згідно положень дослідження виконували під тиском води висотою стовпа води висотою 500 мм у циліндрі діаметром 100 мм. Тривалість випробувань збільшено замість 1 доби до 16-ти діб. Зразки являли собою сітку № 08, яка в достатній мірі імітує стяжку (або зношений руберойд).

Як видно з представлених результатів, контрольні зразки набули водонепроникності менш ніж за шість годин. Покриття сумішшю уайт-спіриту та дизельного мастила витримало випробування до 2 діб (Мішук, 2019). Зразки з покриттями, утвореними насиченням сумішами уайт-спіриту, дизельного мастила та мастики мали досить тривале водонепроникності під час усього терміну випробувань після 16 діб та були завершені так як мали значне перевернення стандартного терміну.

Кращий водовитісняючий ефект забезпечують суміші в такій послідовності: суміш дизельного мастила і уайт-спіриту; мастики типу «Тегерон»; модифікована мастика «Тегерон».

Повноту водовитіснення (тобто зневоднення) слід розглядати як важливу умову попередження повторного утворення ушкоджень у вигляді здуттів і розшарувань, до яких призводять фазові переходи залишків води в закритому міжшаровому просторі, та надати більшу спроможність компонентам мастики проникати в товщу контактованої поверхні, насичувати її і тим самим створювати достатній гідроізолюючий ресурс.

Слід також зазначити, що в реальних умовах насичений модифікованими мастиками поверхневий шар як самостійне покриття буде експлу-

атуватися за відсутності гідростатичного тиску осадової води, що має підвищити його ресурс.

Ступінь позитивних змін гідроізолюючого ресурсу технологіями додатково модифікованих мастик має оцінюватися показниками дієвості наданих функцій – гідрофобності, водопоглинання та водонепроникності (рис. 1).

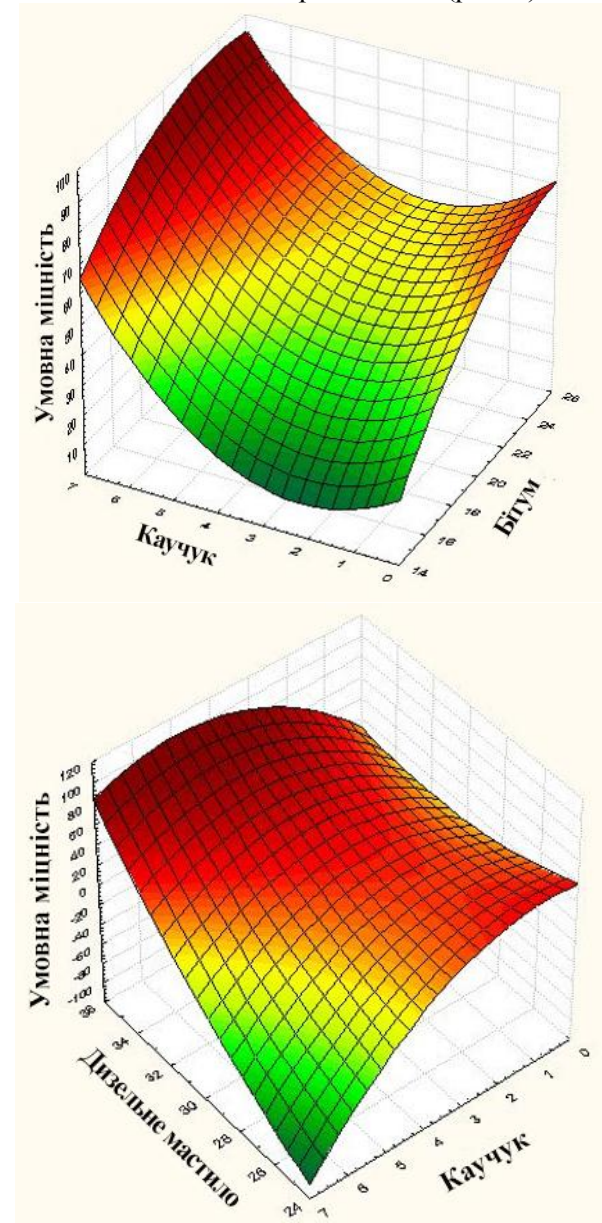


Рис. 1. Залежність експлуатаційних характеристик покриття від вмісту складових компонентів в ремонтній композиції

Отримати оцінку роботопридатності утвореного варіанту контактної зони насиченням компонентами модифікованої мастики надають показники водонепроникності та підтверджу-

ють спроможність реального стану імітованої насиченої основи надати гідроізолюючий ресурс протягом більше 16 діб. Визначений термін багатодобового випробовування, який перевищує стандартні, свідчить про наявність гідроізолюючого ресурсу високого рівня.

Як видно з представлених результатів, контрольні зразки набули водонепроникності менш ніж за шість годин. Покриття сумішшю уайт-спіриту та дизельного мастила витримало випробування до 2 діб. Зразки з покриттями, утвореними насиченням сумішами уайт-спіриту, дизельного мастила та мастики мали досить тривале водонепроникання під час усього терміну випробувань після 16 діб та були завершені так як мали значне перевершення стандартного терміну.

Повноту водовитіснення (тобто зневоднення) слід розглядати як важливу умову надати більшу спроможність компонентам мастики проникати в товщу контактної поверхні, насичувати її і тим самим створювати підвищену адгезію для попередження можливих розшарувань.

Слід також зазначити, що в реальних умовах насичений модифікованими мастиками поверхневий шар як самостійне покриття буде експлуатуватися за відсутності гідростатичного тиску осадової води, що має підвищити його ресурс.

Для виявлення оптимальних значень залежності технологічної придатності від впливу компонентів ремонтної композиції виникла необхідність побудови регресивної математичної моделі. Прийнята модель була розрахована по 4-факторному композиційному несиметричному плану. Найбільш повно цю залежність може описати поліноміальна модель другого порядку при взаємному впливі компонентів.

#### Наукова новизна і практична значимість

За допомогою набору прикладних комп'ютерних програм MathLab 6.0, STATISTICA 8.0 методами матричних перетворень були знайдені коефіцієнти значущості (Мішук, 2019). Після проведених математичних перетворень з використанням кореляційно-регресійного апарату отримані залежності, що входять в підсумкову модель визначення впливу значень компонентів на характеристики суміші:

$$Y_1 = 0,7611 + 0,1337X_1 - 0,317X_2 - 0,246X_3 -$$

## МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

$0,26X_4+0,1563X_1X_2+0,0901X_1X_3-0,1X_1X_4$   
 $+0,1882X_2X_3+0,2229X_2X_4+0,1488X_3X_4 \rightarrow \min;$   
 $\text{opt}[(30; 25; 45)] = 0,095 \%;$   
 $Y_2 = 4,3218+1,2688X_1-0,266X_2-0,419X_3-$   
 $1,025X_4+1,2635X_1X_2+0,5041X_1X_3-0,731X_1X_4+$   
 $+0,8782X_2X_3+0,8482X_2X_4+0,7282X_3X_4 \rightarrow \min;$   
 $\text{opt}[(30; 25; 45)] = 2,8 \text{ мм};$   
 $Y_3=40,958+23,121X_1+7,4382X_2+1,77X_3-$   
 $7,4206X_4+20,224X_1X_2+5,9853X_1X_3-5,0382X_1X_4$   
 $+9,1488X_2X_3+3,6441X_2X_4+9,1759X_3X_4 \rightarrow \min;$   
 $\text{opt}[(30; 25; 45)] = 93,33 \text{ кгс/см}^2;$   
 $Y_4=18,173+6,2782X_1+8,7518X_2+3,8047X_3-$   
 $0,837X_4+6,8635X_1X_2+1,4753X_1X_3-3,749X_1X_4$   
 $+6,8165X_2X_3+2,3453X_2X_4+5,11X_3X_4 \rightarrow \min;$   
 $\text{opt}[(30; 25; 45)] = 38,7 \text{ МПа};$   
 $Y_5=43,176+16,353X_1+15,412X_2+8,4118X_3-$   
 $3,706X_4+16,235X_1X_2+5,4706X_1X_3-9,118X_1X_4$   
 $+11,235X_2X_3+5,3529X_2X_4+8,1765X_3X_4 \rightarrow \min;$   
 $\text{opt}[(30; 25; 45)] = 73 \%;$   
 $Y_6=1,5206+0,15X_1-0,876X_2-0,532X_3-$   
 $0,55X_4+0,2765X_1X_2+0,2559X_1X_3-0,174X_1X_4$   
 $+0,4794X_2X_3+0,4971X_2X_4+0,3324X_3X_4 \rightarrow \min;$   
 $\text{opt}[(30; 25; 45)] = 0,2 \text{ см}.$

Як видно з наведених даних, кращий водовитісняючий ефект на практиці має місце в такій послідовності: мастика типу «Тегерон», суміш дизельного мастила і уайт-спіриту, мастика «Тегерон» з добавками дизельного мастила і уайт-спіриту.

## Висновки

Розкриті закономірності взаємозв'язків – наявність у складі мастик дизельного мастила у поєднанні з уайт-спіритом формує на поверхнях стяжок або зношеного бітумно-руберойдного килиму контактні зони, насичені інгредієнтами нанесеного покриття в результаті їхньої підвищеної здатності проникати та проникати та насичувати прилеглі поверхні. Вияв-

лено, що утворені контактні зони оцінюються високим гідроізолюючим ресурсом.

Включення до складу мастик дизельного мастила дозволяє уникнути необхідності попереднього висушування поверхні і зменшення потрібної товщини покриття, що надає можливість зменшити ресурсомісткість матеріалу та робіт.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Александров, А. А. (2006). Обострилась кровельная проблема. *Кровельные и изоляционные материалы*, 4, 67-68.
- Беляев, А. (2001). *Ремонт кровель*. Москва: НТС «Стройинформ».
- Габрусенко, В. В. (2002). Некоторые « типовые » дефекты кровель. *Кровля и изоляция*, 2-3, 21-27.
- Гитлина, А. С. (1980). Эксплуатация и ремонт крыш и кровель. Ленинград: Стройиздат.
- ДСТУ-НБВ.1.2-18:2016 (2017). *Покрівлі та гідроізоляція*. Київ: ДН УкрНДНЦ.
- Левінський, О. М., & Євтушенко, В. А. (2013). Дослідження стану оснащення організацій і бригад покрівельників та використання засобів малої механізації. *Містобудування та територіальне планування*, 47. С. 381-386.
- Літвінський, О. М., Васильковський, О. А., & Друкований, М. Ф. та інші (2008). *Покрівельні роботи*. Київ: «МП «Леся».
- Лукинський, О. Л. (1993). Почему протекает кровля. *Жилищное и коммунальное хозяйство*, 7. 20-25.
- Лукинський, О. Л. (2004). Пора не латать, а эксплуатировать. *Жилищное и коммунальное хозяйство*, 6, 28-30.
- Мішук, К. М. (2019). Вдосконалення технології відновлення м'якого покрівельного килиму рідков'язкими бітумно-полімерними композиціями (Автореферат кандидатської дисертації), Київ.
- Павлюк, П. О. (2005). Оцінка технічного стану суміщених дахів і підходи до нових конструктивно-технічних рішень. *Будівництво України*, 7, 26-27.
- Цветков, Н. А., & Дегтяренко, А. В. (2004). Восстановление мягких кровель. *Жилищное и коммунальное хозяйство*, 6, 62-64.

A. V. RADKEVICH<sup>1</sup>, E. N. MISHUK<sup>2</sup>, S. V. PASTUKHOVA<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>\*Department «Construction Production and Geodesy», Dnipro National University of Railway Transport named after Academician V. Lazaryan, Lazaryan St., 2, Dnipro, Ukraine, 49010, tel. +38 (095) 889 34 80, e-mail anatoij.radkevich@gmail.com, ORCID 0000-0001-6325-8517

<sup>2</sup> Department «Building and Civil Building», Zaporizhzhya State Engineering Academy, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhya, Ukraine, 69006, tel. +38 (066) 582 34 26, e-mail mishukivk@gmail.com, ORCID 0000-0001-5480-6032

<sup>3\*</sup> Department «Building and Civil Building», Zaporizhzhya State Engineering Academy, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhya, Ukraine, 69006, tel. +38 (067) 366 20 22, e-mail pastukhovasusanna@gmail.com, ORCID 0000-0002-9324-3065

## RESEARCH OF INNOVATIVE MECHANISMS CREATION OF MODERN BUILDING MATERIALS FOR IMPROVEMENT OF PRODUCTION PROCESSES

**Purpose.** To reveal the mechanism of formation of contact zones and purposeful choice of mastic composition and its substantiation on the basis of revealing of regularities of interrelations "mastic composition – waterproofing resource". **Methodology.** The sequence of changes in the technical condition of roofing materials, which varies from normal without damage to emergency with intermediate satisfactory and unsuitable for normal operation depending on the specific damage and leakage of the roof affects the definition of conventional material resources, means and methods of arrangement and arrangements. roofs, as well as the mechanism and kinetics of loss of serviceability are a key factor in improving the whole set of measures aimed at making technology competitive. **Results.** Technologies of repair of point and local damages in the form of cracks, breaks, exfoliations which are carried out by cutting and the subsequent gluing of pieces of cloths on the prepared sites with filling, allow to receive short-term results. Elimination of continuous surface damage by applying an additional layer of rolled or mastic material is associated with the inevitable preservation in the lower layers of the causes of premature loss of operational functions of the coating. The results provide an opportunity to perform non-dismantling repair and restoration work using purposefully proposed repair composition with the minimum possible cost of resources and a high degree of mechanization. The developed technology is based on the ability of the used repair composition to impregnate and saturate the adjacent surfaces with ingredients that can eliminate damage of a certain type and return the coating or protective layer of the initial waterproofing potential and strengthen it. **Originality.** Substantiation of possibilities of use of the residual waterproofing resource of the existing soft roof by its saturation with ingredients of the offered repair composition. **Practical value.** It is possible to effectively use, restore and enhance the residual waterproofing potential of bitumen-roofing roof by pneumatic spraying repair composition of the developed composition.

**Keywords:** water-repellent components; modifying components; waterproofing components; soft roof; swelling; delamination; restoration; technology; penetration; saturation; roll and mastic materials

### REFERENCES

- Aleksandrov, A. A. (2006). Obostrilas krovelnaya problema. *Krovelnye i izolyatsionnye materialy*, 4, 67-68. (in Russian)
- Belyaev, A. (2001). *Remont krovel*. Moskva: NTS «Stroyinform». (in Russian)
- Gabusenko, V. V. (2002). Nekotorye «tipovye» defekty krovel. *Krovlya i izolyatsiya*, 2-3, 21-27. (in Russian)
- Gitlina, A. S. (1980). *Ekspluatatsiya i remont krysh i krovel*. Leningrad: Stroyizdat. (in Russian)
- DSTU-NBV.1.2-18:2016 (2017). *Pokrivli ta hidroizoliatsiia*. Kyiv: DN UkrNDNTs. (in Ukrainian)
- Levynskiy, O. M., & Yevtushenko, V. A. (2013). Doslidzhennia stanu osnashchenosti orhanizatsii i bryhad pokriv-elnykiv ta vykorystannia zasobiv maloi mekhanizatsii. *Mistobuduvannia ta terytorialne planuvannia*, 47. S. 381-386. (in Ukrainian)
- Litvynskiy, O. M., Vasylykovskiy, O. A., & Drukovanyi, M. F. ta inshi (2008). *Pokrivelni roboty*. Kyiv: «MP «Lesia». (in Ukrainian)
- Lukinskiy, O. L. (1993). Pochemu protekaet krovlya. *Zhilishchnoe i kommunalnoe khozyaystvo*, 7, 20-25. (in Russian)
- Lukinskiy, O. L. (2004). Pora ne latat, a ekspluatirovat. *Zhilishchnoe i kommunalnoe khozyaystvo*, 6, 28-30. (in Russian)
- Mishuk, K. M. (2019). Vdoskonalennia tekhnolohii vidnovlennia miakoho pokrivelnogo kylymu ridkoviazkymy bitumno-polimernymy kompozytsiiamy (Avtoreferat kandydatskoi dysertatsii), Kyiv. (in Ukrainian)
- Pavliuk, P. O. (2005). Otsinka tekhnichnogo stanu sumishchenykh dakhiv i pidkhody do novykh konstruktyvno-tekhnichnykh rishen. *Budivnytstvo Ukrainy*, 7, 26-27. (in Ukrainian)
- Tsvetkov, N. A., & Degtyarenko, A. V. (2004). Vosstanovlenie myagkikh krovel. *Zhilishchnoe i kommunalnoe khozyaystvo*, 6, 62-64. (in Russian)

Надійшла до редколегії 04.09.2021.

Прийнята до друку 04.10.2021.