

**ПОШУК ШЛЯХІВ ВИРШЕННЯ ПРОБЛЕМИ РУЙНУВАННЯ
ПОКРИТТІВ ПІШОХІДНИХ ДОРІЖОК ТА МАЙДАНЧИКІВ
ІЗ ФІГУРНИХ ЕЛЕМЕНТІВ МОСТІННЯ**

Думанська В. В.,

к. т. н., доц. каф. нарисної геометрії та інженерної графіки,
dumanika@ukr.net ORCID: 0000-0003-0135-9501

Перпері А. О.,

к. т. н., доц., зав. каф. нарисної геометрії та інженерної графіки,
a_perperi@ukr.net ORCID: 0000-0001-7112-6864

Калінін О. О.,

к. т. н., доц. каф. нарисної геометрії та інженерної графіки,
kalinin@ogasa.org.ua ORCID: 0000-0002-3054-4995

*Архітектурно-художній інститут,
Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса*

Анотація. Одним з показників, що впливає на естетичну привабливість навколишнього середовища міста, є зовнішній вигляд тротуарів, садово-паркових та пішохідних доріжок, майданчиків, автостоянок. В останні роки все частіше покриття таких зон облаштовують із фігурних елементів мостіння (ФЕМ). При візуальному обстеженні пішохідних зон декількох курортних населених пунктів помічено велику кількість дефектів покриттів. В роботі привертається увага до необхідності своєчасного проведення робіт по заміні застарілих та пошкоджених покриттів, і будівництві нових, що мають покращені якісні характеристики. Вирішити задачу пропонується шляхом удосконалення конструктивно-технологічних рішень покриттів. Для цього розроблені нові варіанти покриттів з фігурних елементів мостіння, нижня поверхня яких має змінену геометричну форму.

Ключові слова: пішохідна зона, фігурний елемент мостіння, естетична привабливість, надійність, довговічність, пірамідальна форма, поверхня.

Вступ. Одним з показників рівня розвитку будь-якої країни є якісний стан покриттів тротуарів, доріг, майданчиків, садово-паркових доріжок, автостоянок прибудинкових територій. В наш час в багатьох країнах при улаштуванні пішохідних зон поширилось використання бетонних фігурних елементів мостіння (ФЕМ) [1]. Такі покриття мають багато переваг перед покриттями з асфальтобетону. Вони є екологічно чистими, естетично привабливими, мають більший за асфальтобетонні покриття термін служби. Окремі зруйновані елементи легко можна замінити новими. При необхідності прокладення підземних комунікацій ділянку покриття нескладно розібрати, а після проведення робіт з улаштування цих комунікацій та укладання нижче розташованих шарів дорожнього одягу, знов зібрати. Завдяки швам між плитками дощові опади, що попадають на поверхню, швидко просочується через шари покриття в ґрунт, залишаючи поверхню сухою.

До покриттів пішохідних зон пред'являються наступні вимоги: вони повинні бути надійними, естетично привабливими, безпечними для пішоходів, мати довгий термін експлуатації. Але іноді в покриттях з ФЕМ спостерігаються деформації різного типу. До них відносяться зсув та розхитування елементів, тріщини, руйнування, вибоїни, западини як окремих елементів, так і цілих ділянок. Такі руйнування погіршують зовнішній вигляд

населених пунктів, роблячи їх естетично непривабливими для оточуючих. Пошкоджені покриття є небезпечними для пішоходів, так як нерівна поверхня може стати причиною падіння людей і, в свою чергу, привести до їх травмування, особливо в темний час доби при відсутності достатньої кількості освітлення, або для людей з вадами зору, інвалідністю, літніх людей в будь-яку годину дня.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Причини деформації покриттів пішохідних територій та автостоянок можуть бути різними: невірно обране конструктивно-технологічне рішення покриття; вплив погодних умов; недотримання технології улаштування покриттів; застосування невірно обраних матеріалів дорожнього одягу; відсутність жорсткого закладення покриття; порушення правил експлуатації.

Традиційні фігурні елементи мостіння, що використовуються при улаштуванні покриттів, можуть бути різними по форми у плані, розмірам, кольорам, але всі вони мають пласку нижню основу. Для вирішення проблеми було запропоновано збільшити площу нижньої основи, що призведе до покращення якісних характеристик покриттів пішохідних територій. Для цього було запропоноване конструктивно-технологічне рішення дорожнього одягу, покриття якого складалось із фігурних елементів мостіння нижня поверхня яких була не пласкою, а мала пірамідальну основу [2]. Дослідження ділянок таких покриттів з ФЕМ, які проводились в лабораторних умовах, показали збільшення несучої здатності та зменшення осідання при зменшенні кута при вершині піраміди в основі ФЕМ [3]. Це пояснюється тим, що за рахунок збільшення площі нижньої поверхні ФЕМ прикладене навантаження передається на збільшений об'єм несучого шару основи під покриттям.

Пірамідальна форма нижньої поверхні також сприяє додатковому ущільненню нижче розташованих шарів одягу покриття, що також сприяє його зміцненню. Для того, щоб не збільшувати затрати бетону (із-за пірамідальної основи) при виготовленні таких плиток, було запропоновано використовувати такий самий об'єм бетону, як і для традиційної плитки того ж самого розміру і форми в плані, але зменшити об'єм верхньої призматичної частини ФЕМ на величину об'єму піраміди, що досягається зниженням висоти бічної грані верхньої призматичної частини. Але при зменшенні кута при вершині піраміди нижньої основи ФЕМ збільшується об'єм цієї піраміди, і, відповідно, зменшується висота призматичної частини. Наприклад, висота бічної грані призматичної частини плитки з пірамідальною основою, що має квадратну форму в плані зі стороною квадрата 120 мм і кутом при вершині піраміди 90°, в порівнянні з традиційною плиткою з аналогічними розмірами в плані і висотою 50 мм, складає 30 мм. У ФЕМ з таким значенням кута будуть послаблені контури, що може привести до їх руйнування. Тому в подальшому, щоб зменшити об'єм зміненої форми основи і збільшити висоту бічної грані призматичної частини плиток, були розроблені покриття із ФЕМ з рифленою нижньою поверхнею, що складалась із зубчастих елементів пірамідальної форми.

Висота призматичної частини зразка з п'ятьма пірамідальними елементами, розташованими у шаховому порядку, з тими самими формою і розмірами в плані, і кутом при вершині кожної з пірамід 90°, дорівнює 46,3 мм, тобто різниця по висоті в порівнянні з традиційним ФЕМ склала 3,7 мм. Були проведені дослідження на вплив горизонтально прикладеного навантаження до ділянок таких покриттів, результати аналізу яких вказали на значне зниження горизонтального зсуву покриттів із плиток зі зміненою геометричною формою основи в порівнянні з традиційними покриттями із пласкою основою [4]. Але розробка і дослідження нових, більш ефективних конструктивних рішень покриттів для пішохідних зон ведеться і надалі.

Постановка завдання. Метою роботи є підвищення якості, надійності та довговічності покриттів тротуарів, пішохідних доріжок та майданчиків, виконаних з фігурних елементів мостіння. Вирішити задачу пропонується шляхом удосконалення конструктивно-технологічних рішень покриттів.

Основний матеріал і результати. Проведені візуальні спостереження деяких покриттів пішохідних територій в місті Одеса, а також в декількох невеликих приморських містечках

Болгарії: Несебр, Поморіє та Сонячний берег (громада Несебр). При огляді покриттів на вулицях цих міст спостерігались наступні пошкодження: тріщини та ушкодження кромки окремих плиток, зсув елементів відносно їх початкового положення, збільшені шви між плитками, великий перепад по висоті між сусідніми елементами, відсутність окремих плиток в покритті, нахили плиток, наявність рослинності у швах між ними (рис. 1).



Рис. 1. Ділянки зі зруйнованими покриттями на вулицях Царь Арсен, Хаджи Димитр та Солна у м. Поморіє, Болгарія

В деяких місцях можна побачити руйнування верхніх шарів плиток (рис. 2), що не додає привабливості населеному пункту.



Рис. 2. Руйнування верхнього шару окремих елементів на вулицях Поморія (Болгарія), Сонячного берега (Болгарія) та Одеси (Україна)

При огляді було також відмічено, що іноді на тротуарах та майданчиках зустрічались застарілі покриття з плиток, які були не деформовані, але поверхневий шар деяких елементів був стертий, тобто термін експлуатації таких покриттів був набагато перевищеним (рис. 3).



Рис. 3. Використання застарілого покриття з плит на тротуарах біля готелів та апартаментів на Сонячному березі (громада Несебр, Болгарія)

Не надає привабливості населеним пунктам і факт розташування один до одного покриттів з ФЕМ, виготовлених в різних стилях (різних узорів та матеріалів) (рис. 4).



Рис. 4. Використання поруч застарілого пошкодженого покриття з різних матеріалів та узорів

Іноді зустрічається відсутність будь-якого покриття там, де воно необхідне для зручного переміщення людей. Так, наприклад, на одній з ділянок вздовж центральної вулиці Сонячного берега (громада Несебр, Болгарія), що розташована близько до морського узбережжя, і по якій проходять сотні тисяч туристів з різних країн, можна побачити пошкоджене застаріле покриття тротуару з вибоїнами, нахилами елементів з одного боку вулиці та відсутність будь-якого покриття для проходу людей з іншого.

Вищерозглянуті пошкодження покриттів тротуарів, пішохідних доріжок кожного з міст несприятливим чином впливають на вигляд навколишнього середовища, визивають негативні враження про населений пункт, що зменшує його привабливість для туристів та відпочиваючих, і це не кращим образом впливає на якість життя місцевого населення. Тому потрібно приділяти велику увагу до своєчасного виконання робіт по проведенню ремонту, реконструкції та будівництву нових покриттів з покращеними властивостями.

Одною з причин руйнувань покриттів під час експлуатації є вплив збільшеного вертикально та горизонтально прикладеного навантаження до них, ніж було заплановано, наприклад, в'їзд автотранспорту на пішохідну зону. Для запобігання руйнуванню пішохідних зон було вирішено розробити нове конструктивно-технологічне рішення улаштування

покриттів. Запропоновано замість звичайних традиційних плиток із пласкою основою застосувати в покриттях нові фігурні елементи мостіння зі зміненою геометричною формою нижньої поверхні, які, як і традиційні плитки, можуть бути різної форми і розмірів у плані, але їх нижня поверхня складається із зубчастих елементів пірамідальної форми, розташованих на відстані один від одного (рис. 5).

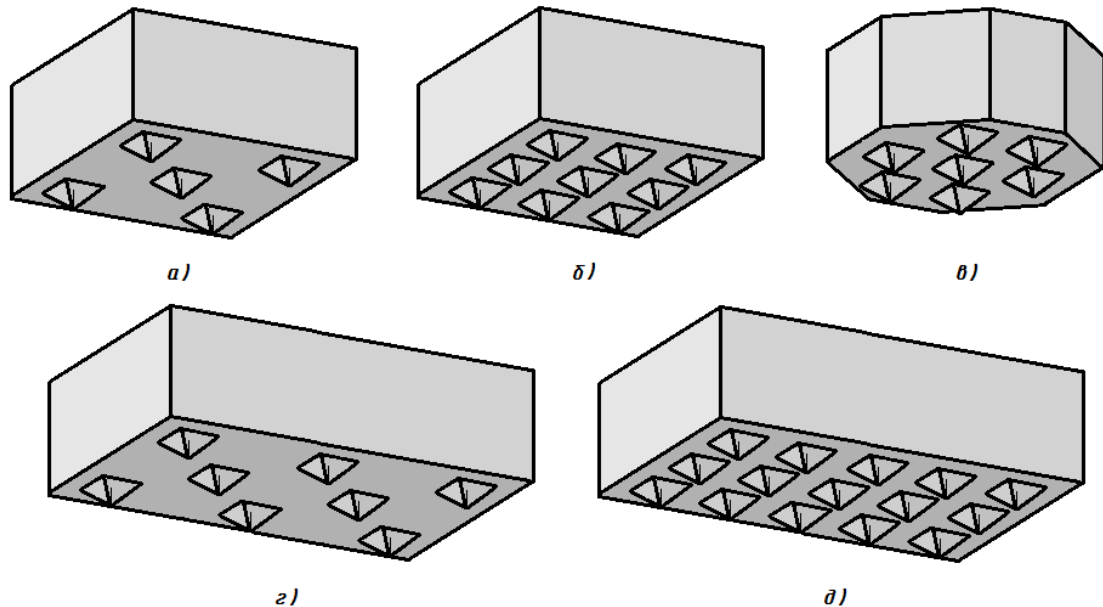


Рис. 5. Декілька зразків ФЕМ з нижньою поверхнею із зубчастих елементів пірамідальної форми, розташованих на відстані один від одного

Завдяки збільшеній площі нижньої поверхні плитки, що контактує з нижче лежачим конструктивним шаром, вертикальне навантаження буде передаватись на збільшений об'єм несучого шару. Тобто таке покриття може сприймати збільшене навантаження, ніж традиційне – з таких самих плиток за формою і розміром, але із пласкою основою. Завдяки пірамідальним елементам відбудеться додаткове ущільнення шару під плитками, що також призведе до збільшення несучої здатності. При впливі горизонтального навантаження пірамідальні елементи будуть перешкоджати горизонтальному зсуву плиток.

Щоб не збільшувати затрати бетону на пірамідальні елементи нижньої основи, пропонується зменшити висоту бічної грані верхньої призматичної частини ФЕМ. Для прикладу візьмемо традиційний ФЕМ квадратної форми в плані зі стороною квадрата 120 мм і висотою 50 мм. Порахуємо висоту призматичної частини одного із запропонованих ФЕМ з тими ж самими параметрами у плані, але з п'ятьма пірамідальними чотиригранними елементами (з кутом при вершині піраміди 90°), розташованими у шаховому порядку на відстані 15 мм один від одного (рис. 5 а). Після підрахунків отримуємо, що висота призматичної частини такого ФЕМ дорівнює близько 49,5 мм, тобто в порівнянні з традиційним ФЕМ різниця по висоті склала всього 0,5 мм, яка є зовсім незначною. В порівнянні цього зразка з раніше розробленим аналогічним зразком (що мав п'ять пірамідальних елементів, де основи сусідніх пірамід мали спільні точки дотику, а висота бічної грані призматичної частини складала 46,3 мм), можна побачити, що різниця по висоті бічної грані призматичної частини нового зразка більше на 3,2 мм, тобто він менше схильний до руйнувань. Але перше, ніж пропонувати нові ФЕМ для впровадження у виробництво, потрібно провести їх дослідження. Потрібно розглянути і дослідити декілька видів варіантів покриттів – із ФЕМ з різним кутом при вершині піраміди елементів нижньої поверхні та різною їх кількістю. Наприклад, дослідити такі зразки, які представлені на рис. 5 а та 5 б, з кутом при вершині пірамідальних елементів 60°, 90° та 120°. Дослідження планується провести: для

визначення осідання зразків кожного з варіантів покриттів під впливом вертикального навантаження; для визначення величини зсуву кожної ділянки зі зразків під впливом горизонтально прикладеного навантаження; дослідити зону деформації, що утворюється при вертикальному навантаженні під ділянками зразків для визначення необхідної товщини несучого шару дорожнього одягу під покриттям. Разом з проведенням експериментів над новими покриттями, потрібно проводити аналогічні дослідження і для традиційного покриття із зразків з пласкою нижньою поверхнею. Отримані в ході досліджень результати потрібно порівняти, і обрати найефективніше покриття.

Висновки. Покриття тротуарів, пішохідних та садово-паркових доріжок і майданчиків, виконані за запропонованими конструктивними рішеннями, будуть мати збільшену несучу здатність та міцність, що призведе до зменшення осідання і горизонтального зсуву елементів, і, в свою чергу, допоможе подовжити безремонтний термін їх експлуатації. Заміна старих та пошкоджених покриттів пішохідних зон на нові, естетично привабливі та якісні, покращить навколишнє середовище населених пунктів, що буде сприяти розвитку туризму у цих містах.

Література

[1] Э.М. Гольдин, та Р.И. Бега, Декоративные покрытия тротуаров и парковых дорожек в городской застройке. Москва, СССР: ГОСИНТИ, 1975.

[2] О. І. Меньлюк, та В. В. Думанська, «Фігурний елемент мостіння з пірамідальною основою», Пат. 18534 Україна, МПК E01C 15/00, Лист. 15, 2006.

[3] В.В. Думанська, «Вдосконалення технології улаштування покриттів з фігурних елементів мостіння», автореф. дис. канд. тех. наук, 05.23.08, Одеса, Україна, 2011.

[4] V. Dumanska, L. Vilinska, and V. Marchenko, «Studies of coatings from FEP with corrugated base from toothed elements of pyramidal shape on the horizontal and inclined surfaces», Academic Journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering, № 1 (48), pp. 265–272, 2017.

References

[1] E.M. Goldin, ta R.I. Bega, Dekorativnyie pokryitiya trotuarov i parkovyih dorozhek v gorodskoy zastroyke. Moskva, SSSR: GOSINTI, 1975.

[2] O. I. Meneiliuk, ta V. V. Dumanska, «Fihurnyi element mostinnia z piramidalnoiu osnovoio», Pat. 18534 Ukraina, MPK E01S 15/00, Lyst. 15, 2006.

[3] V.V. Dumanska, «Vdoskonalennia tekhnolohii ulashtuvannia pokryttiv z fihurnykh elementiv mostinnia», avtoref. dys. kand. tekh. nauk, 05.23.08, Odesa, Ukraina, 2011.

[4] V. Dumanska, L. Vilinska, and V. Marchenko, «Studies of coatings from FEP with corrugated base from toothed elements of pyramidal shape on the horizontal and inclined surfaces», Academic Journal. Series: Industrial Machine Building, Civil Engineering, № 1 (48), pp. 265–272, 2017.

**SEARCH FOR WAYS TO SOLVE THE PROBLEM OF DESTRUCTION OF
PAVEMENTS OF PEDESTRIAN PATHS AND GROUNDS
MADE OF FIGURED PAVING ELEMENTS**

Dumanska V. V.,

PhD Tech. Sci., Associate Professor, Department of Descriptive Geometry and Engineer Graphic,
dumanika@ukr.net ORCID: 0000-0003-0135-9501

Perperi A. O.,

PhD Tech. Sci., Associate Professor, Head of Dept. of Descriptive Geometry and Engineer Graphic,
a_perperi@ukr.net ORCID: 0000-0001-7112-6864

Kalinin O. O.,

PhD Tech. Sci., Associate Professor, Department of Descriptive Geometry and Engineer Graphic,
kalinin@ogasa.org.ua ORCID: 0000-0002-3054-4995

*Institute of Architecture and Art,
Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odessa*

Abstract. One of the indicators that affect the aesthetic appeal of the city's environment is the appearance of sidewalks, landscape-gardening and pedestrian paths, grounds, parking lots. In recent years, more and more often road coatings of such zones are made of figured paving elements (FPE). Visual surveys of pedestrian zones of several resort towns were carried out. During the inspection, a large number of defects in the coatings in these areas that arose during their operation were noted. Such defects spoil the appearance of cities, which, in turn, negatively affects both the quality of life of local residents and the number of visitors to these settlements, which, accordingly, will bring less tourism income to the city. The paper draws attention to the need for timely work to replace obsolete and damaged coatings, and the construction of new ones with improved quality characteristics. Consequently, the question arose of improving the quality, reliability, and durability of road coatings of pavements, footpaths and grounds made of figured paving elements. It is proposed to solve the task by improving the design-technological solutions of road coatings. To do this, it is proposed to increase the area of the underside surface of the elements that make up the coating. Increasing the area of the underside base will increase the bearing capacity and reduce the settlement of the pavement, since the vertical load through the underside base will be transferred to a larger volume of the carrier layer located under the road coatings. New variants of road coatings made of figured paving elements are proposed, the underside surface of which has pyramidal elements of the correct form, located at a distance from each other. Pyramidal elements will not only increase the bearing capacity and reduce pavement settlement but will also prevent horizontal shift when a horizontal load is applied. It is necessary to study the operation of the proposed road coatings under the influence of horizontal and vertically applied loads, determine the deformation zone that forms under the coatings, analyze the research results, and then choose the most optimal variant.

Keywords: pedestrian zone, figured paving element, aesthetic appeal, reliability, durability, pyramidal shape, surface.