

УДК 624.666.7:691.55

НОВІ ТЕНДЕНЦІЇ ПРИ ВІБРОПРЕСУВАННІ КОЛЬОРОВИХ НАДЖОРСТКИХ БЕТОННИХ СУМІШЕЙ

NEW TRENDS IN VIBROCOMPRESSING OF COLORED SEMI-DRY CONCRETE MIXTURES

Каганов В.О., к.т.н. (Національний університет «Львівська політехніка»)

Kaganov V.O., Ph.D. (National University "Lviv Polytechnic")

Стаття присвячена проблемам вібропресування кольорових наджорстких бетонних сумішей в процесі індустріального виробництва фігурних елементів мостіння на сучасних бетоноформуючих комплексах в Україні. Отримані результати лабораторних досліджень використання в технологічному процесі багатокольорових наджорстких бетонних сумішей та застосування гідрофобізаторів нового покоління в фактурних шарах виробів бетонних тротуарних неармованих.

The abstract is devoted to the problems of vibration pressing of colored rigid concrete mixtures in the process of industrial production of curly paving elements on modern concrete-forming complexes in Ukraine. The results of laboratory studies of the use in the technological process of multi-colored superhard concrete mixtures and the use of new generation of water repellents in the textured layers of unreinforced concrete paving. The researches were conducted in the conditions of real factory production on the concrete forming technological line of the model MASA – 9 XL.1 in order to study the basic physical and technical characteristics of the finished concrete vibropressed products.

In addition, during the aforementioned scientific researches, was made the process of adding several colors to top textured layer of superhard concrete mixes of unreinforced sidewalk products at the same time in order to obtain a surface of figured paving elements of increased architectural expressiveness.

The publication pays considerable attention to the economic feasibility of using multi-colored concrete super-rigid mixtures and the process of using new generation of hydrophobizing additives for usage in working warehouses for vibrocompression on modern production lines. New ways of problem solving for increasing the operational and visual characteristics of vibro-pressed concrete paving products unarmored for the modern Ukraine conditions are outlined.

Ключові слова: вібропресування, наджорсткі бетонні суміші, фактурний

верхній шар бетону, фігурні елементи мостіння, вироби бетонні тротуарні неармовані, гідрофобізатори, хімічні добавки.

Vibrocompression, superhard concrete mixes, top textured layer concrete, figured paving elements, unarmored concrete paving products, water repellents, chemical additives.

Вступ. Реалії XXI століття ставлять перед виробниками вібропресованих бетонних виробів для мостіння тротуарно-дорожніх покриттів нові серйозні виклики. Питання урізноманітнення процесу естетичного сприйняття кольорових бетонних елементів мостіння тісно пов'язано з появою нових технологічних прийомів у виробництві заводської вібропресованої продукції. В Західній Європі та Україні в останні роки широко впроваджується сучасна технологія виробництва кольорових бетонних елементів мостіння за допомогою системи «Колор-Мікс» [1].

Аналіз основних досліджень. Дослідження щодо особливостей вібропресування наджорстких бетонних сумішей для виробів дорожно-комунального призначення на основі сировини з інертних матеріалів українського походження та ряду імпортованих компонентів здійснювались у 2006 році професором Дворкіним Л.Й., кандидатами наук Житковським В.В. та Кагановим В.О. До теперішнього часу наукові дослідження були здійснені на базі аналізу лабораторних і камеральних вимірювань, а в даній статті вивчається комплекс досліджень та аналізуються результати отримані в процесі дослідно-промислової перевірки вібропресування наджорстких кольорових бетонних сумішей виготовлених на сучасному імпортованому бетоноформувальному обладнанні.

Постановка мети і задач досліджень. Наукові дослідження в промислових умовах мали на меті вивчити вплив нових технологічних прийомів вібропресуванні багатокольорових фактурних шарів виробів бетонних тротуарних неармованих та дослідити вплив гідрофобізації на фізико-технічні властивості зазначених вище фігурних елементів мостіння, виготовлених на виробничих потужностях ТМ «МІЙ ДВІР».

Методика досліджень. Фахівцями кафедри будівельного виробництва Національного університету «Львівська політехніка» сумісно виробничо-технічним персоналом вимірювальної заводської лабораторії торгової марки ТМ «МІЙ ДВІР», на Львівщині в період з 2018 по 2019 роки виконали цілий комплекс досліджень в умовах реального виробництва. даною метою були відібрані натурні зразки, відформовані на вібропресувальному обладнанні моделі MASA – 9XL.1, згідно оновленої номенклатури виробів бетонних тротуарних неармованих спеціально розробленої для ТМ «МІЙ ДВІР». Було

порівняно основні фізико-технічні характеристики: міцність на стиск; міцність на розтяг при згині; водопоглинання з чотирьох партій натурних зразків, кожна з яких складалась з 18-ти досліджених елементів. Результати були отримані в процесі їх стандартних випробувань, що виконувались в умовах вимірjuвальної лабораторії, акредитованої в системи Держстандарту Мінекономрозвитку України. Результати досліджень вказаних вище параметрів та їхній аналіз представлено в матеріалах даної публікації.

Багаторічний досвід виробництва вібропресованих бетонних фігурних елементів мостіння спонукав спеціалістів ТМ «МІЙ ДВІР» на пошуки нових резервів при їхньому виготовленні. Особливістю новітнього технологічного прийому є той момент, що в процесі формування верхнього шару одночасно в суміш вводяться від двох до шести різнокольорових бетонних складів суміші, які створюють на поверхні готового вібропресованого виробу неповторний малюнок, що відтворює фактуру природнього каменя (граніту, мармуру, діориту та інших видів скельних порід). Досягається подібний ефект шляхом використання поетапної системи одночасної подачі на бетоноформувальну лінію двох або шести спеціально приготованих бетонних робочих складів різних кольорів, які в процесі виробництва хаотично потрапляють на поверхню верхнього шару бетону в металевій прес-матриці, де відбувається остаточний процес вібропресування верхнього шару бетонних фігурних елементів мостіння. В результаті даного технологічного прийому на верхній поверхні двошарового бетонного елемента мостіння фіксується попередньо забарвлений у різних місцях декількома відтінками кольорів бетонний шар, який і створює неповторний та жодного разу неповторюваний ефект природнього малюнку на готовому виробі з вібропресованого бетону.

Згадана вище технологія вібропресування двошарових кольорових бетонних сумішей з використанням системи «Колор-Мікс» вже знайшла своє широке розповсюдження в Німеччині, Данії, Нідерландах, США та в ряді інших країн світу. Зазвичай, дану систему подачі кольорових бетонних сумішей встановлюють на сучасних високопродуктивних бетоноформувальних комплексах, що виготовляються виробниками технологічного обладнання брендів MASA, HESS, KNAUER, SCHLOSSER (Німеччина), OMAG (Італія), Colambia (США) [2].

Станом на червень 2019 року на Україні ефективно експлуатується сучасний бетоноформувальний комплекс облаштований системою «Колор-Мікс», що розміщений в с.Милятичі Пустомитівського району Львівської області на території виробничої бази підприємства ТМ «МІЙ ДВІР», де виготовляється щомісячно більше 300 тис.кв.м вібропресованої бетонної готової продукції. На технологічній лінії, що функціонує на даному підприємстві змонтовано бетоноформувальне обладнання моделі MASA – 9XL.1, яка в стані в добу продукувати до 8000 кв.м бетонних виробів для

влаштування тротуарно-дорожніх дрібноштучних покриттів підвищеної якості. Досвід виготовлення широкої номенклатури виробів бетонних тротуарних неармованих (ВБТН) на Львівщині свідчить про високу якість виготовленої вібропресованої готової продукції з верхнім фактурним шаром, який відформовано з кольорового бетону на обладнанні системи «Колор-Мікс» підприємства ТМ «МІЙ ДВІР» (рис.1).



Рис. 1 Загальний вигляд технологічної лінії моделі MASA – 9 XL.1 на виробництві ТМ «МІЙ ДВІР»

Ще однією характерною особливістю новітніх підходів до виробництва високоякісної продукції на основі вібропресування наджорстких кольорових сумішей є використання в складах фактурного шару бетону гідрофобізаторів нового покоління. Якщо в попередні роки при виготовленні наджорстких бетонних сумішей для процесу заводського вібропресування застосовувались переважно хімічні добавки, які забезпечували лише процес

легковкладальності бетону у прес-форми матриці (пластифікатори I-ої групи) та стабілізатори кольору (додатки, які виключали появу висолів на поверхні готових виробів), то, в останній час, особливу увагу приділено забезпеченню щільності структури бетону і його водонепроникненню та іншим фізико-технічним властивостям фактурного шару вібропресованого бетону [3]. Практичний досвід спеціалістів кафедри будівельного виробництва та виробничо-технічного персоналу вимірювальної лабораторії ТМ «МІЙ ДВІР» свідчить, що оптимальний ефект можливо досягнути при використанні у вібропресованих наджорстких сумішах гідрофобізуючої добавки марки «Hidrotuge HW» виробництва «Sika» (Швейцарія). В результаті процесу введення з водою затворення в фактурну кольорову бетонну суміш від 0,4% до 0,8%, гідрофобізуючої добавки від маси зв'язного, показник водопоглинання готових фігурних бетонних елементів мостіння зменшувалось з 3,6% до 2,3%, що, в свою чергу, переконливо свідчить про підвищену щільність та покращене водопоглинання верхнього шару готових виробів для влаштування тротуарно-дорожніх покриттів [4].

В результаті здійснених в період з 2018 по 2019 роки порівняльних лабораторних досліджень було встановлено високу ефективність застосованих у верхньому фактурному шарі гідрофобізуючих добавок марки «Hidrotuge HW», що наочно прослідковується в результатах випробувань, наведених в табл.1. На поверхні готової продукції з вібропресованих ВБТН візуально можна побачити, що рідина на бетоні не просочується в тіло вібропресованого елементу мостіння, а саме: крапля рідини формується та зберігається без змін на фактурній поверхні досліджуваного вибору на протязі від одної до двох діб. Слід зауважити, що використовувати гідрофобізуючі добавки доцільно лише у робочих складах для фактурного шару бетону. В якості неорганічних пігментів для якісного забарвлення верхнього шару бетону ВБТН на обладнанні системи «Колор-Мікс» можливо використання продукції будь-якого європейського промислового виробника. Підприємство ТМ «МІЙ ДВІР» в своїй виробничій діяльності, зазвичай, застосовує неорганічні пігменти виробництва фірми «Bayer» (Німеччина) марки «Bayerferrox», однак можливо застосування пігментів інших виробників, а саме: Presheza (Чехія), Crizo (Франція), Rethmeier (Німеччина).

В комплексі з ефектом яскравого кольорового забарвлення бетонної поверхні готового вібропресованого виробу явище гідрофобізації фактурного шару бетону створює новітні можливості для таких виробів, як бетонні фігурні елементи мостіння. При цьому, крім підвищених експлуатаційних властивостей бетонної продукції за рахунок її гідрофобізації, значно покращується естетична виразність багатокольорових вібропресованих бетонних дрібноштучних елементів мостіння, що використовуються для влаштування привабливих варіантів покриттів при благоустрої міських та присадибних територій.

Таблиця 1

Результати випробувань вібропресованих виробів бетонних тротуарних неармованих (ВБТН)

Тип продукції ТМ «МІЙ ДВІР»	Позначення проб	Міцність на стиск, МПа		Водопоглинання, %		Висота, см	
		взірця	середня	взірця	середня	взірця	середня
ВБТН типу «Фалка», висотою 6 см, сірого кольору: на пластифікаторі «Sika» (BV-8) – нижній шар та фактурний шар бетону – «Sika» (BV-8)	1	51,8	54,2 (B45)	3,55	3,60	6,13	6,14
	2	51,0		3,65		6,13	
	3	51,0		3,63		6,06	
	4	55,2		3,29		6,09	
	5	60,3		3,37		6,13	
	6	59,5		3,62		6,12	
	7	53,8		3,58		6,13	
	8	49,6		3,92		6,25	
	9	55,2		3,75		6,18	
ВБТН типу «Гантель», висотою 6 см, червоного кольору: на пластифікаторі – нижній шар бетону; на пластифікаторі – «Sika» (BV-8) фактурний шар бетону на стабілізаторі Purcolor 5000 (ST) «Rethmeier»	1	60,3	61,4 (B50)	3,12	3,48	6,09	6,05
	2	55,2		3,50		6,05	
	3	56,6		3,62		5,95	
	4	64,0		3,46		6,01	
	5	62,5		3,70		6,06	
	6	66,1		3,58		5,99	
	7	61,0		3,58		6,09	
	8	59,5		3,54		6,15	
	9	67,6		3,41		6,04	
ВБТН типу «Новатор-міні» висотою 6 см, червоно-чорно-білого кольору на системі «Колор-Мікс» нижній шар бетону на пластифікаторі «Sika» (BV-8); фактурний шар бетону на гідрофобізаторі «Hidrotuge HW»	1	65,1	64,8 (B55)	2,15	2,35	6,10	6,07
	2	66,7		2,42		6,05	
	3	68,1		2,45		6,08	
	4	60,0		2,36		6,04	
	5	61,9		2,39		6,11	
	6	62,1		2,40		6,07	
	7	64,2		2,35		6,08	
	8	66,1		2,25		6,00	
	9	69,2		2,41		5,95	
ВБТН типу «Симфонія» висотою 6 см, коричнево-жовто-сірого кольору на системі «Колор-Мікс» нижній шар бетону на пластифікаторі «Sika» (BV-8); фактурний шар бетону на гідрофобізаторі «Hidrotuge HW»	1	60,2	66,5 (B55)	2,11	2,32	6,12	6,11
	2	69,7		2,48		6,13	
	3	67,5		2,45		6,05	
	4	64,1		2,50		6,06	
	5	63,9		2,36		6,09	
	6	66,0		2,30		6,10	
	7	68,5		2,26		6,22	
	8	69,1		2,17		6,19	
	9	70,2		2,28		6,01	

Необхідно відзначити, що ефект гідрофобізації верхнього шару з кольорового бетону суттєво підвищує яскравість та насиченість забарвлення поверхні готових вібропресованих фігурних елементів мостіння. Тобто неорганічні пігменти фірми «Вауер» (Німеччина) при використанні в згаданих вище складах наджорстких бетонних сумішах виглядають більш яскравими та насиченими, що сприяє покращенню загального сприйняття естетичного вигляду готової продукції та надає більше простору для дизайнерських рішень при влаштуванні благоустрою територій в твердому бетонному покритті.

Досвід набутий підприємством ТМ «МІЙ ДВІР», що знаходиться у Львівській області дає можливість констатувати, що вібропресування наджорстких кольорових бетонних сумішей на сучасному бетоноформуальному обладнанні моделі MASA – 9XL.1 створює практичні можливості для продукування принципово нового за своїми естетичними властивостями та покращеними фізико-технічними характеристиками виду бетонних виробів для влаштування тротуарно-дорожнього покриття, що використовуються, як для міського благоустрою, так і при облаштуванні вулично-проїжджої мережі та узбіччя автомобільних магістральних доріг [5].

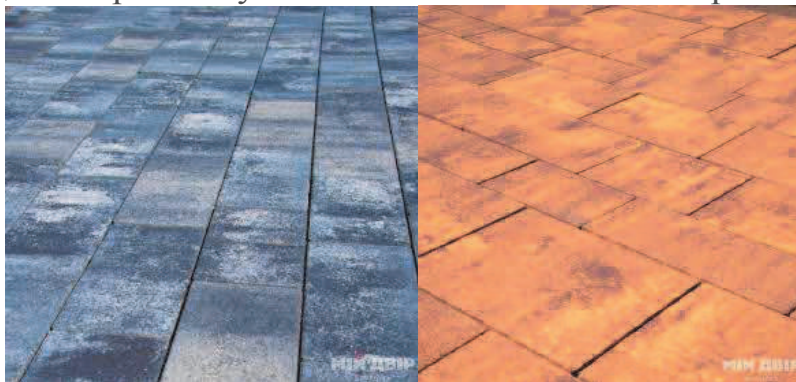


Рис. 2. Приклади кольорової гами виробів бетонних тротуарних неармованих, виготовлених за допомогою технології «Колор-Мікс» на технологічному обладнанні ТМ «МІЙ ДВІР» моделі MASA – 9 XL.1

Слід зауважити, що влаштування покриттів із вібропресованих ВБТН створює суттєві резерви для економії коштів в процесі створення об'єктів благоустрою та експлуатації автодоріг з вулично-проїжджою мережею в стандартний семирічний міжремонтний цикл. Переваги у використанні дрібноштучних покриттів з ВБТН у порівнянні з традиційними асфальтобетонними покриттями за розрахунками фахівців кафедри будівельного виробництва Інституту будівництва та інженерних систем Національного університету «Львівська політехніка» становлять до 20% економії витрат на утримання та експлуатацію сучасних тротуарно-дорожніх покриттів.

Представлені на рис. 2 варіанти забарвлення системою «Колор-Мікс» фактурних шарів різнокольорових виробів бетонних тротуарних неармованих, які в комплексі з ефектом від додавання в наджорсткі бетонні суміші гідрофобізаторів нового покоління марки «Hidrotuge HW» закладають

основу для появи на будівельному ринку України абсолютно нового виду вібропресованих дрібноштучних фігурних елементів мостіння підвищеної якості для вирішення тротуарно-дорожніх покриттів при благоустрої міських територій.

Висновки. Сучасні естетичні уподобання в процесі влаштування тротуарно-дорожніх покриттів викликали до життя появу нових технологічних прийомів вібропресування наджорстких бетонних сумішей, а саме: різноманітного кольорового забарвлення фактурного шару бетону при ущільненні фігурних елементів мостіння за допомогою системи «Колор-Мікс» та застосування процесу гідрофобізації верхнього шару вібропресованих елементів спеціальними добавками нового покоління. Підвищення естетичної виразності та забезпечення покращення фізико-технічних експлуатаційних характеристик (водопоглинання, міцності на стиск та при розтягу) виробів бетонних тротуарних неармованих, виготовлених на виробничих потужностях ТМ «МІЙ ДВІР» дають можливість отримати гарантований прибуток у 2019 році, що має складати на 30% більшу економію від показників, які були досягнуті підприємством у минулому 2018 році.

1. Барсель, Р., 2007. 6-ти цветная красносмесительная система для компании «Calstone» в г.Трейси, Калифорния. *Журнал «Международное бетонное производство»*, 2, с.62-64.
2. Кремерс, М., 2007. Фирма «Redsun» вводит в эксплуатацию вторую высокопроизводительную машину для изготовления бетонных камней. *Журнал «Международное бетонное производство»*, 2, с.68-73.
3. Каганов, В.О., Назаревич, Б.Л., Кобів, М.В., 2004. Досвід використання хімічних добавок у вібропресованих бетонах». *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Теорія і практика будівництва, 520, с.87-90.
4. Каганов, В.О., 1998. Вибір оптимальної технології виготовлення бетонних і залізобетонних елементів мостіння тротуарів та доріг. *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. Теорія і практика будівництва, 360, с.107-111.
5. Каганов, В.О., 2009. Вплив конфігурації прес-форм для вібропресування фігурних елементів мостіння на якість заповнення матриць наджорсткою бетонною сумішшю. *Збірник наукових праць «Сучасні технології бетону»*, 72, с.119-125.

1. Barsel, R., 2007. 6-ti cvetnaya krasnosmesitelnaya sistema dlya kompanii «Calstone» v g.Trejsi, Kaliforniya. *Zhurnal «Mezhdunarodnoe betonnoe proizvodstvo»*, 2, s.62-64.
2. Kremers, M., 2007. Firma «Redsun» vvodit v ekspluatatsiyu vtoruyu vysokoproizvoditelnuyu mashinu dlya izgotovleniya betonnyh kamnej. *Zhurnal «Mezhdunarodnoe betonnoe proizvodstvo»*, 2, s.68-73.
3. Kaganov, V.O., Nazarevich, B.L., Kobiv, M.V., 2004. Dosvid vikoristannya himichnih dobavok u vibropresovanih betonah». *Visnik Nacionalnogo universitetu «Lvivska politehnika»*. Teoriya i praktika budivnictva, 520, s.87-90.
4. Kaganov, V.O., 1998. Vibir optimalnoyi tehnologiyi vigotvlennya betonnih i zalizobetonnih elementiv mostinnya trotuariv ta dorig. *Visnik Nacionalnogo universitetu «Lvivska politehnika»*. Teoriya i praktika budivnictva, 360, s.107-111.
5. Kaganov, V.O., 2009. Vpliv konfiguraciyi pres-form dlya vibropresuvannya figurnih elementiv mostinnya na yakist zapovnennya matric nadzhorstkoyu betonnoyu sumishshyu. *Zbirnik naukovih prac «Suchasni tehnologiyi betonu»*, 72, s.119-125.