

**ВИГОТОВЛЕННЯ БРУКІВКИ МЕТОДОМ
ВІБРОПРЕСУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЩЕБІНЮ З
ВТОРИННОГО БЕТОНУ В ЯКОСТІ КРУПНОГО
ЗАПОВНЮВАЧА**

**MAKING OF ROADWAY BY VIBROPRESSING METHOD
WITH THE USE OF MACADAM FROM A SECONDARY
CONCRETE AS LARGE FILLER**

Смаль М.В., к.т.н., доцент, Дзюбинська О.В., асистент (Луцький НТУ, м. Луцьк)

Smal M.V., Ph.D., associate Professor, Dzubynska O.V., assistant (Lutsk National Technical University, Lutsk)

В статті охарактеризовано переваги використання бруківки в якості тротуарного та дорожнього покриття. Проаналізовано процес виготовлення бруківки методом вібропресування напівсухої бетонної суміші.

Ключові слова: бруківка, вібропресування, щебінь з вторинного бетону.

Keywords: roadway, vibropressing, macadam from a secondary concrete.

In the article advantages of the use of roadway are described as sidewalk and travelling coverage. The process of making of roadway is analysed by a vibropressing method that envisages the compression of half-dry concrete mixture. For this purpose concrete mixture in the special press-form yields to influence of vibrating force from below or from one side at simultaneous pressure from above. Concrete mixture that is used for making of roadway has subzero correlation of water and cement, that optimizes the expense of cement and provides high durability and frost-resistance of wares, keeps the coloured saturation on all tenure of employment (25 more than), and subzero absorption of water, and subzero capacity for elimination determine longevity of vibropressed finish goods. Actual in our time is making of roadway with the use of secondary concrete in quality of large filler. It is related to the

increase of deficit of natural fillers, increase of their cost and necessity of guard surrounding.

Бруківка виникла багато століть тому. Спочатку вона була кам'яна, пізніше – бетонна. В Стародавньому Римі бруківку широко використовували при оформленні стежин і доріжок у парках та садах. Сьогодні поряд із бетонними плитами широко застосовують фігурні елементи мощення для облаштування покриття тротуарів, площ пішохідного руху, садово-паркових і пішохідних доріжок, прогулянкових алей у парках, ботанічних садах, скверах і бульварах.

Основні сфери застосування бруківки:

– автомобільні дороги загального призначення, промислові дороги;

– вулиці житлових масивів;

– пішохідні зони, міські площі;

– смуги для легкового автомобільного транспорту;

– майданчики заправних станцій;

– території для відпочинку;

– промислові території;

– перони, міські площі;

– в'їзди, поверхні дворів, місця стоянки легкового автотранспорту;

– укріплення берегів та схилів.

Для оформлення замських ділянок, паркових доріжок, паркінгів чи просто тротуарів можна вибрати різні варіанти: можна залити поверхню бетоном, укласти асфальт чи зупинитись на виборі бруківки. Останній варіант має багато переваг в порівнянні з іншими, а саме:

1. Естетичність. Великий асортимент форм і кольорів бруківки дозволяє зробити будь-яку ділянку дороги чи тротуару справжнім витвором мистецтва та втілити в життя навіть найскладніший дизайнерський задум. З часом колір бруківки не змінюється, а отже естетичний ефект залишиться таким самим.

2. Довговічність. Якісно виготовлена бруківка прослужить не менше 25 років. При цьому максимальне стирання лицевого шару бруківки - не більше, ніж $0,7 \text{ г/см}^2$.

3. Температурна стійкість. При охолодженні, поверхня, вимощена бруківкою, не утворює тріщин, тому що проміжки між плитками відіграють роль теплових компенсаторів. Розмір плиток обраний таким чином, щоб вона на морозі не руйнувалася. Морозостійкість бруківки - до 200 циклів.

4. Стійкість до хімічних сполук. Бруківка максимально стійка до активних хімічних речовин - солей, інших хімічних сполук, які завдають значних пошкоджень асфальту та іншим видам дорожнього покриття.

5. Стійкість до фізичних навантажень. Різні фізичні та механічні чинники не становлять серйозної загрози для бруківки. Міцність не нижча 450 кг/см^2 . Тому саме її варто використовувати для укладки на об'єктах, які будуть піддаватись значним механічним навантаженням з нестійким температурним режимом.

6. Зручність у використанні. На бруківці, на відміну від покритих асфальтом доріжок, не залишається калюж. Їх немає по причині того, що лишня вода протікає у щілини між плитками, не залишаючись на поверхні, що також запобігає руйнуванню. Все, що потрібно - це точне виконання всіх технологічних вимог під час укладання. Крім того, бруківку легко чистити і підтримувати в хорошому стані. У випадку необхідності проведення ремонту газових чи водяних труб, або встановлення комунікацій, що розміщуються в землі, не виникає жодних проблем. Бруківку можна акуратно зняти, не пошкоджуючи її, а після завершення потрібних ремонтних робіт викласти на попереднє місце. Це надає суттєву перевагу над використанням інших матеріалів.

7. Простота укладання. Для того, щоб вимостити доріжку бруківкою, немає необхідності використовувати велику будівельну техніку. Плитки укладаються за допомогою спеціальної невеликої машини, або ж просто вручну. Затрати часу для вимощення ділянки – невеликі, особливо, якщо говорити про малі розміри ділянок. Це все знижує собівартість використання бруківки, що робить її економічно вигідною.

8. Екологічність. В сучасних умовах екологічність продукту – річ важлива. У цьому асфальт також програє бруківці. У спекотну погоду можна побачити, як при високій температурі «плавиться» асфальт. При цьому, в повітря виділяються шкідливі канцерогенні речовини, що погано впливають на здоров'я людини. Бруківка ж такого впливу не здійснює. Звісно, назвати її екологічно чистим

продуктом не можна, але її використання є менш загрозливим і шкідливим, ніж використання асфальту.

Є дві основні технології виготовлення бруківки: лиття та вібропресування. Є багато технологічних процесів, які використовують заводи з виробництва бруківки, проте методів виготовлення на сьогоднішній момент є лише два. Метод вібропресування є більш перспективним, тому детальніше зупинимося на ньому.

Процес вібропресування передбачає ущільнення напівсухої бетонної суміші. Для цього бетонна суміш у спеціальній прес-формі піддається впливу віброуючої сили знизу або збоку при одночасному тиску зверху. Бетонна суміш, яка використовується для виготовлення бруківки, має низьке водоцементне співвідношення, яке оптимізує витрату цементу та забезпечує високу міцність і морозостійкість виробів, зберігає кольорову насиченість на весь термін служби (більше 25 років), а низьке водопоглинання, і низька здатність до стирання визначають довговічність готових вібропресованих виробів.

В основі цієї технології лежить процес вібропресування напівсухого бетону, при цьому обов'язково навантажують формуючий пуансон.

Технологічний процес вібропресування ділиться на три етапи:

1. Приготування бетонної суміші.
2. Формування.
3. Сушіння виробів.

Технологічний процес виготовлення бруківки починається із ретельного очищення та пересівання щебеню і піску (рис.1)

Підготовлену сировину подають до бетонного вузла (рис.2), де перемішують з іншими компонентами (вода, цемент, барвники, пластифікуючі добавки). На виході отримують напівсухий бетон (з низьким водоцементним співвідношенням), розподілений для двох шарів бруківки – верхнього та нижнього. Ця бетонна суміш надходить до бункерів вібропресу.



Рис.1. Просіювання сипучих матеріалів

Конструкція виробничої лінії забезпечує досконале автоматизоване дозування сировини та мікрохвильове визначення вологості бетону.



Рис. 2. Бетонний вузол

Надругому етапі – суміш напівсуха, тобто практично сипуча, завантажується в матрицю спеціального віброущільнювача (рис.3). Після цього вона притискає технологічний піддон до вібраційного майданчика. Далі опускається пуансон і відбувається включення вібраторів каретки пуансона і самої віброплощадки. Вони

виробляють характерні вібраційні імпульси, під дією яких протікає ущільнення напівсухої суміші. Як правило, вся процедура вібраційного ущільнення не займає більше п'яти секунд. Після цього матриця, при впливі на неї різних приводних важелів, повертається в початковий стан, при цьому на вібраційному майданчику залишається лежати відформована суміш, тобто бруківка. Піддон, на якому виготовляють бруківку, разом з нею подається на спеціальну ділянку, де відбувається його сушіння. На місце цього піддону встановлюється наступний, таким чином, забезпечується безперервність виробництва.



Рис. 3. Віброущільнювач



Рис. 4. Транспортування готової продукції у сушильну камеру.

На останньому етапі відбувається безпосередньо сушіння виробів, яке здійснюється за нормальних атмосферних умов (рис.5).



Рис. 5. Сушка готових виробів

Коли фігурні елементи досягають 70% твердості, продукція готова до проходження завершальних етапів виробничого циклу. Після контрольної ручної перевірки якості бруківка подається на спеціалізовану лінію пакування (рис. 6) і транспортується на склад, де автовантажувачем розподіляється в ряди, готові до відвантаження споживачам.



Рис. 6. Лінія пакування

Готові бетонні вироби, виготовлені цим методом мають чітку геометричну форму, що полегшує роботу при будівництві та укладанні тротуарних доріжок. Вироблена за цим методом бруківка має шорстку поверхню. Методом вібропресування, при використанні бетонних сумішей різного складу виготовляють широкий асортимент продукції: шлакоблоки, керамзитоблоки, декоративну цеглу і декоративні блоки, бруківку та різноманітні декоративні аксесуари, і навіть такі готові предмети благоустрою, як квітники та урни.

Виготовлення бруківки методом вібропресування із використанням вторинного бетону у якості крупного заповнювача пов'язано з підвищенням дефіциту природних заповнювачів, збільшенням їх вартості та необхідністю охорони навколишнього середовища. Для виготовлення бруківки товщиною 60 мм розроблена наступна рецептура:

1. Вага 1 м³ бруківки товщиною 60 мм – 132 кг.
2. Товщина верхнього шару 6 мм, що становить 10 % від загальної товщини. Товщина нижнього шару «К» – 54 м – 90 %.
3. Вага шару «V» – 13,2 кг. Вага шару «К» – 118,8 кг.
4. Із одного замісу мішалки «V» виходить 52,65 м² «V». Із одного замісу мішалки «К» виходить 18,69 м² «К».

Норми витрат матеріалів на 1 м² бруківки 60 мм наведені в табл. 1

Таблиця 1

Верхній шар «V»		Бетон конструкційний «К»	
Пісок 0-1,25	4,27 кг	Пісок 0-1,25	10,7 кг
Пісок 0-2	4,27 кг	Пісок 0-2	42,8 кг
Щебінь 0-2	1,9 кг	Щебінь з втор. бетону 2-5	48,15 кг
Цемент 500	2,75 кг	Цемент 500	17,12 кг
Пластифікатор	0,011 кг	Пластифікатор	0,037 кг

5. Норма витрат матеріалів на 1 м² сірої бруківки товщиною 60 мм становить:

Пісок 0-1,25	14,97 кг
Пісок 0-2	47,07 кг
Щебінь 0-2	1,9 кг
Щебінь з вторинного бетону 2-5	48,15 кг
Цемент 500	19,87 кг
Пластифікатор	0,048 кг

1. Большаков В.І., Дворкін Л.І. Будівельне матеріалознавство. - Дніпропетровськ: РВА «Дніпро-VAL», 2004. - 677 с.

2. Гусев Б.В., Загурский В.А. Вторичное использование бетонов. М.: «Стройиздат», 2008г. - 98 с.

3. http://budmaster.in.ua/index/vigotovlennja_brukivki/0-83

4. <http://rusyn-o.lviv.ua/article/vygotovlennja-brukivky>