

УДК 625.852/853

к.т.н., доцент Є.О. Трейман, В.Д. Жежерун,
к.т.н. О.П. Шимчук, А.А. Бочаров
Луцький національний технічний університет

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ АСФАЛЬТОБЕТОННИХ ПОКРИТТІВ АВТОДОРІГ

В статті проведено дослідження ущільнення асфальтобетонних покриттів на новоствореному стенді, який забезпечує виконання даного процесу в умовах наближених до виробничих.

Ключові слова: асфальтобетон, процес ущільнення, дорожній одяг, пісчана суміш.

Постановка проблеми. Асфальтобетонні суміші, що широко використовуються у будівництві доріг, значно розрізняються по структурі і властивостях рідкої фази – органічного в'язучого. Разом з тим великий вплив на технологічні параметри суміші має відносна кількість по фракціях мінералогічного складу інертних матеріалів, виконуючих роль заповнювача, а також пластифікатори.

На процес ущільнення таких матеріалів рішучий вплив має температура укладки їх в дорожнє покриття. Чим нижче температура, тим більше зростає в'язкість суміші і знижується її ущільнення. Тому при проектуванні технологічного процесу ущільнення асфальтобетонної суміші обов'язково враховуються конкретні складові матеріали і їх пропорції в суміші, а також температура укладки. Досвід показав, що для середніх котків з тиском на поверхню 30 кг/см^2 мінімальне значення температури не може бути нижче ніж $90\text{-}95^{\circ}\text{C}$. Для важких котків температура не повинна бути нижче за $60\text{-}65^{\circ}\text{C}$ [1].

Враховуючи широкий спектр місцевих матеріалів, що використовуються як заповнювач, а також різноманітні тонкомолоті добавки, що покращують пластичність асфальтобетонних сумішей, правильно запроектувати технологічний цикл укладки матеріалу в виробничих умовах не завжди вдається без помилок з досягненням планових показників. Щоб зменшити ризик помилок у виробничому процесі, необхідно при підготовці до виконання конкретного завдання провести лабораторні випробування з імітацією реального процесу ущільнення дорожнього покриття, зокрема, дорожніми котками з гладкими вальцями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Така робота проводиться в різних країнах, в результаті чого були запатентовані декілька лабораторних

стендів для випробування моделей дорожніх покриттів з використаннями силового циліндра [2], напівсферичних губок [3], між якими відбувається стискування зразка. Мають місце також устаткування для перевірки характеристик бітумних покриттів безпосередньо на дорогах. Вказані прилади недостатньо ефективні тому, що конструкціями таких приладів не забезпечується імітація в лабораторних умовах реального виробничого процесу.

Постановка завдання. Створення ефективного стенда для дослідження ущільнення асфальтобетону, який забезпечує процес ущільнення в умовах, наближених до виробничих та проведення досліджень на ньому.

Результати досліджень. Нами було створено стенд для дослідження ущільнення асфальтобетонних покриттів, ефективність якого забезпечувалася наближенням процесу ущільнення до умов, що мають місце на виробництві при укладці шарів асфальтобетону з використанням катків з гладкими вальцями.

Схема стенда представлена на рис. 1.

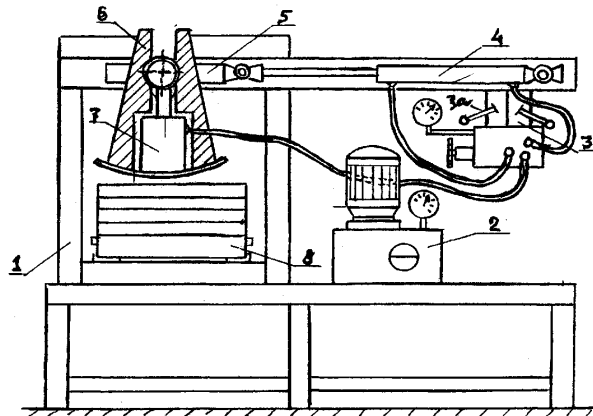


Рис. 1. Стенд для ущільнення фрагмента блока дороги.

1 – рама стенда; 2 – електродвигун і гідронасос; 3 – гідророзподільник; 4 – гідроциліндр горизонтального переміщення сектора розкладки; 5 – повзун; 6 – сектор розкатки і 7 – гідроциліндр вертикального переміщення сектора розкатки; 8 – форма для фрагмента блока дороги.

З схеми стенда видно, що сектор прокочується по поверхні шару матеріалу, що ущільнюється, який розміщено у прямокутній формі. Ця форма вміщає в себе фрагмент стандартного дорожнього одягу і шару покриття, який ущільнюється (рис. 2).

Форма в плані являє собою квадрат з стороною 420 мм.

В якості нижнього шару дорожнього одягу використовувалася гравійно-пісчана суміш, що була зволожена і перемішана з цементом для одержання однорідної маси. Ущільнення цього шару здійснювалося десятьма проходками

вальця (сектора) з тиском на поверхню шару 42 кг/см^2 , згідно з існуючими рекомендаціями [3].

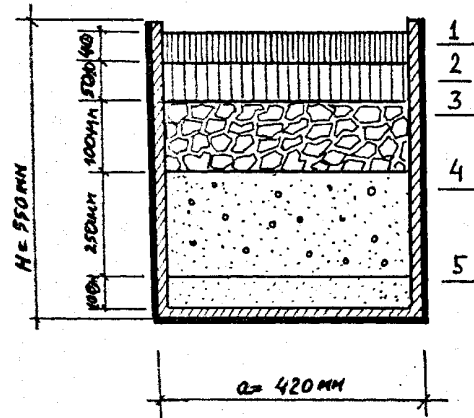


Рис. 2. Схема форми для моделі дорожнього одягу.

1 – верхній шар асфальтобетону; 2 – пористий асфальтобетон; 3 – щебінь з пропиткою в'язким бітумом; 4 – гравійна суміш, укріплена малими дозами цементу

Аналогічно ущільнювався шар щебеня. Пропитку щебеня здійснювали в'язким бітумом. Товщину нижнього шару асфальту призначили на 20 % більше, ніж проектна величина ущільненого шару. Для цього шару було прийнято товщину 5 см, а для верхнього шару – 4 см.

Відомо, що швидкодія котка визначається згідно з формулою [3]:

$$П_T = \frac{1000(1-a) \epsilon V_{cp}}{n}$$

де ϵ – ширина смуги при одному проході;

a – коефіцієнт перекриття проходу, рівний $0,1 \div 0,2$;

V_{cp} – середня швидкість укатки;

n – кількість проходів катка по одній смузі.

В даній роботі V_{cp} прийнята постійною. Тому, як видно з формули, швидкодія катка в експериментах є обернено пропорційна числу проходів катка. Зрозуміло, що наявність кількості об'єктивного критерію закінчення укатки дозволяє уникнути неефективних проходів і скорегувати величину n .

Прокатка шару дорожнього одягу і покриття відбувалася наступним чином. Тиск сектора катка на елемент дороги здійснювався при постійному натискуванні рукоятки $3a$ донизу. Переміщення каретки горизонтального ходу осі сектора здійснювалося натиском рукоятки 3 . Керування стендом здійснював один оператор. Сектор ставився в середнє положення, після чого його притискували до матеріалу. Після цього сектор прокочувався до граничних кутів нахилу в правій і лівій позиціях. В результаті кожного проходу вальця сектора має місце пластична деформація шару, що ущільнюється. Ця деформація при проходах даного типу катка (що імітується) носить затухаючий

характер і після певної кількості проходів вона практично дорівнює нулю. Раціональна кількість проходів залежить від значної кількості факторів, в тому числі, як вказувалося вище, від типу асфальтобетонної суміші, витрати і марки бітуму, температури, пластифікаторів тощо.

В даній роботі остаточна деформація фіксувалася за допомогою індикатора, що був закріплений в центрі сектора стенда (Рис. 3).

Зусилля притискування сектору і швидкість його перекочування регулювалися стандартними пристроями гідроприводу, що дозволяло імітувати укатку шару покриття легкими, середніми та важкими котками.

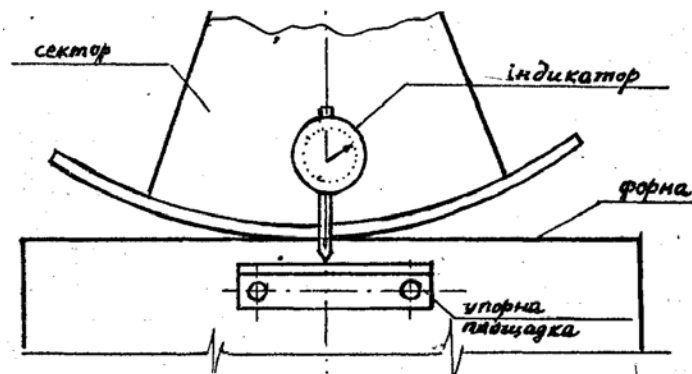


Рис. 3. Установка індикатора для реєстрації величини остаточної деформації.

Як правило [2,3,6], асфальтобетонну суміш ущільнюють ланкою самохідних катків, що складається з легких катків до 8 т і важких з вагою до 15 т з гладкими вальцями, або вібраційних катків вагою 4.5 – 8 т, а також самохідних катків на пневматичних шинах вагою 16 – 30 т. За допомогою стенда ущільнення шару покриття здійснювалося імітацією спочатку легкого котка, а потім важкого. В якості легкого котка за основу був взятий двухвісний трьохвальцевий каток ДУ-11 [6] з тиском на асфальт на задньому вальці 42 кг/см². В якості важкого був вибраний двухвісний двохвальцевий каток ДУ-8 з тиском на асфальт на задньому вальці 62 кг/см² (з баластом). Робоча швидкість катків з гладкими вальцями при ущільненні асфальтобетонних сумішей практикується на початок укладки 2-3 км/год, після 5-6 проходів по одному сліду швидкість збільшується до 3-5 км/год. Ущільнення покриття вважається достатнім, якщо об'ємна вирізка вирубки, що береться з покриття, складає не менше 0,97-0,99 об'ємної маси переформованих стандартних лабораторних зразків.

Планування раціональних варіантів режимів укатки являється питанням, що потребує подальшого вивчення. Це відмічає, наприклад, Пиковський Я.М. [4] підкреслюючи, що наявність об'єктивного критерію закінчення укатки дає

можливість уникнути зайвих проходів. У всіх випадках закінчення процесу ущільнення визначається тим, що подальше переміщення мінеральних частинок у моноліті практично припиняється. Як правило, укладку суміші здійснюють при температурі не нижче 130°C . Шестоперов С.В. [5] рекомендує ущільнення гарячих асфальтобетонних сумішей здійснювати при температурі не нижче 120°C (з ПАР не нижче 100°C). Такий різнобій в рекомендаціях по граничним температурам виготовлення і укладки асфальтобетону є результатом відсутності надійних критеріїв оцінки ефективності ущільнення, досягаемого в процесі виконання робіт, а також різноманітністю способів ущільнення.

Враховуючи вищесказане, для одержання залежності режимів ущільнення асфальтобетонних покриттів від температури, в наших дослідженнях була здійснена експериментальна перевірка ущільнення асфальтобетону при температурах 130°C і 160°C . Температура дорожнього одягу була постійною і рівною $+20^{\circ}\text{C}$. Склад верхнього шару покриття був представлений асфальтобетонною сумішшю, що включала такі компоненти: гранвідсів – 30%, пісок – 58%, мінеральний порошок – 5,0%, бітум – 7%, що відповідало Держстандарту 9128-76. Швидкість руху котка була прийнята рівною 2 км/год.

Спочатку було досліджено ущільнення шару асфальтобетону при 130°C . На рис. 4 показано, що при проходах легким котком вже при 8 проходах деформації практично не мають місця, що означає практичне припинення пластичних деформацій при укатці легким котком.

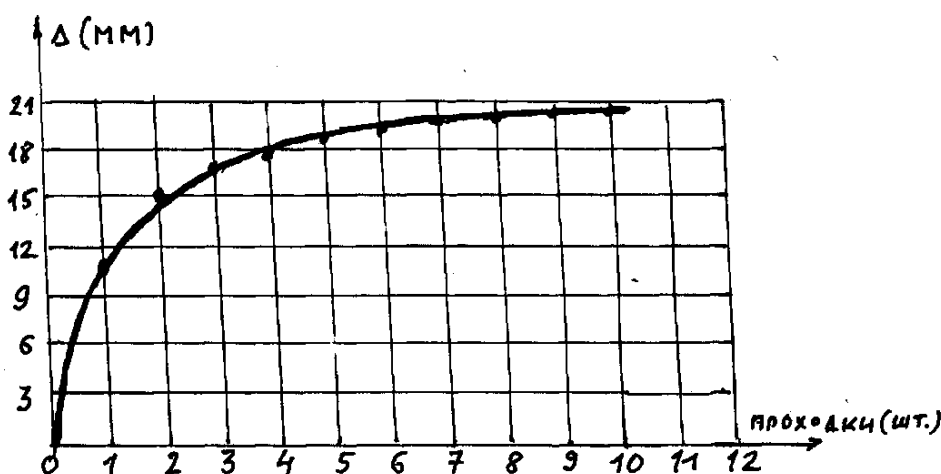


Рис. 4. Крива ущільнення верхнього шару покриття легким котком при температурі 130°C .

Наступна операція включала в себе ущільнення верхнього шару асфальтобетону важким котком (Рис. 5).

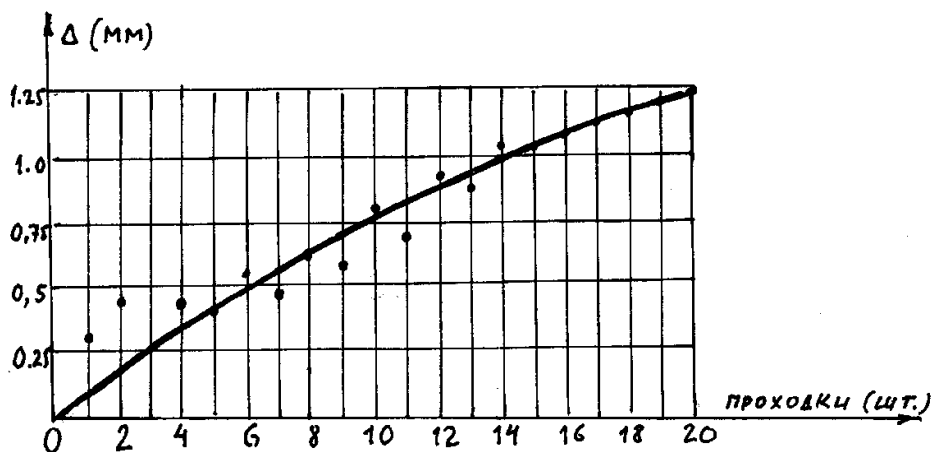


Рис. 5. Крива ущільнення верхнього шару покриття важким катком при температурі укладки 130⁰С.

З схеми видно, що ущільнення відбувається дуже повільно. За 18 проходів верхній шар ущільнюється всього на 1,1 мм. При цьому характер кривої говорить про можливість подальшого ущільнення за рахунок більшого числа проходок. Враховуючи, що значна кількість проходок буде економічно не вигідна, було прийнято, що раціональний режим ущільнення верхнього шару асфальтобетону при температурі 130⁰С, є такий:

- а) легкий каток робить 8 проходок вальцем;
- б) важкий каток робить 20 проходок вальцем.

Фізико-механічні показники зразків-кернів шару, ущільненого при температурі 130⁰С приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Фізико-механічні показники зразків-кернів

Найменування показників	Величина
Пористість мінерального остова	18
Кінцева пористість по об'єму	5
Водонасичення %	12,6
Набухання %	3,7

З табл. 1 видно, що зразки не відповідають вимогам Держстандарту по пористості і водонасиченню, що говорить про необхідність інтенсифікувати процес ущільнення.

Процес ущільнення верхнього шару асфальтобетону при температурі 160⁰С здійснювався аналогічно. На рис. 6 показана крива ущільнення асфальтобетону легким котком.

Звідси видно, що кількість ефективних проходів не повинна перевищувати 7-9. Рациональним прийнято 8 проходів вальця по зразку покриття.

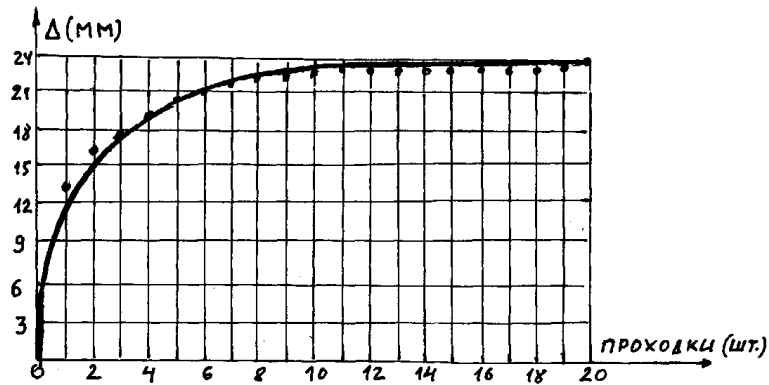


Рис. 6. Крива ущільнення верхнього шару покриття легким катком при температурі 160°C .

Ущільнення важким катком здійснювалося по вже ущільненому легким катком покриттю (рис. 7). В цьому випадку просліджується крива, що значно відрізняється від попереднього ущільнення.

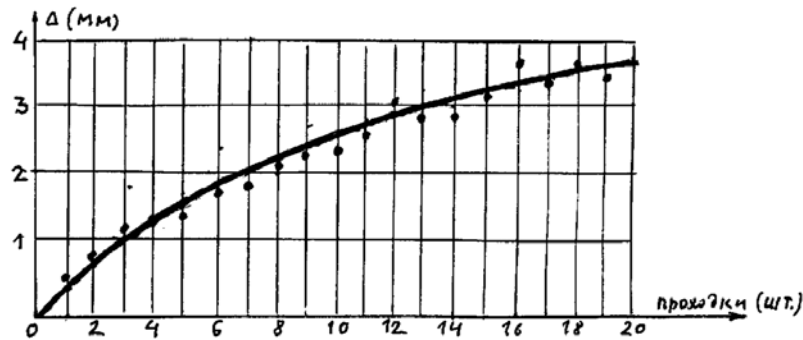


Рис. 7. Крива ущільнення верхнього шару покриття важким катком при температурі укладки 160°C .

Результати по випробовуванням зразків при температурі 160°C зведені в табл. 2.

Таблиця 2

Фізико-механічні показники зразків верхнього шару, ущільненого при температурі 160°C

Найменування показників	Величина
Пористість мінерального остова	23
Кінцева пористість по об'єму	8
Водонасичення %	7,2
Набухання %	2,7

Лабораторна перевірка ущільнення асфальтобетону даного складу показала, що укатка шару матеріалу по прийнятій схемі вибраними котками не дає можливості одержати високоякісне покриття.

Висновки. Для покращення якості покриття необхідно прийняти міри до збільшення інтенсивності впливу на покриття в процесі формування, використовуючи віброкотки, покращуючи пластичність суміші, а також збільшуючи відносну кількість бітуму. Після цього знову необхідно дослідити на стенді режими ущільнення. Як показали результати проведеної роботи, стендові випробування асфальтобетонних сумішей в лабораторних умовах можуть вважатися важливою ланкою між лабораторією і умовами укладки асфальтобетону безпосередньо на виробництві.

Література

1. Сиденко В.М., Батраков О.Т. Технология строительства автомобильных дорог. – Киев: Высшая школа. – 1970.
2. Бочин В.А. Строительство автомобильных дорог. – М., 1969.
3. Рыбьев И.А. Асфальтовые бетоны. – М.: Высшая школа. – 1969.
4. Пиковский Я.М., Филиппов Б.И. Эксплуатация и испытание дорожных машин. – М.: Высшая школа. – 1973.
5. Шестоперов С.В. Дорожно-строительные материалы. – М.: Высшая школа. – 1976.
6. Зеленский В.С., Коротин О.Ю., Новиков А.Н. Машины для строительства асфальтобетонных дорожных покрытий. – М.: Высшая школа. – 1971.

Аннотация

В статье проведено исследование уплотнения асфальтобетонных покрытий на вновь созданном стенде, который обеспечивает выполнение данного процесса в условиях приближенных к производственным.

Annotation

In the article research of compression of asfal'tobetonnikh coverages is conducted on the accrued stand which provides implementation of this process in the conditions of close to the productions.