

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ  
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»  
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Директор АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»  
М. М. Чальцев  
12.03.2013 р.

Кафедра «Будівництво та експлуатація автомобільних доріг»

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ІЗ ДИСЦИПЛІНИ  
«ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ» (ДЛЯ  
СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ 7.06010105 ТА 8.06010105  
«АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ І АЕРОДРОМИ»)**

**12/81-2013-04**

«РЕКОМЕНДОВАНО»  
Навчально-методична комісія  
факультету  
«Автомобільні дороги»  
Протокол № 3  
від 21.11.2012 р.

«РЕКОМЕНДОВАНО»  
Кафедра  
«Будівництва та експлуатації  
автомобільних доріг»  
Протокол № 6  
від 30.10.2012 р.

УДК 625.731(071)

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Технологія будівництва автомобільних доріг» (для студентів спеціальностей 7.06010105 та 8.06010105 «Автомобільні дороги і аеродроми») [Електронний ресурс] / укладачі: Т. В. Скрипник, Л. М. Третякова. – Електрон. дані. – Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2013. – 1 електрон. опт. диск (CD-R); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 MB RAM; WINDOWS 98/2000/NT/XP; MS Word 97–2000. – Назва з титул. екрану.

Методичні вказівки містять обґрунтування технологічних режимів при будівництві автомобільних доріг, контроль якості технологічних режимів та транспортно-експлуатаційних показників дорожнього одягу. Наведено теоретичні основи та методику виконання робіт, схеми їх оформлення й додаткові матеріали.

Укладачі:

Скрипник Т. В. к.т.н., доц.  
Третякова Л. М.

Відповідальний за випуск:

Герасименко В. Г. к.т.н., доц.

Рецензент:

Гончаренко В. В., к.т.н., доц.  
каф. «Проектування доріг та штучних споруд»

© Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Автомобільно-дорожній інститут, 2013

## ЗМІСТ

|                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВСТУП .....                                                                                                                                                   | 5  |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ<br>ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ<br>ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНОГО ШАРУ<br>ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ ..... | 6  |
| 1.1 Теоретичні основи.....                                                                                                                                    | 6  |
| 1.2 Методика виконання роботи .....                                                                                                                           | 11 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 ОЦІНКА СТУПЕНЯ РІВНОСТІ<br>ПРОЇЗНОЇ ЧАСТИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОШТОВХОМІРА.....                                                             | 13 |
| 2.1 Теоретичні основи.....                                                                                                                                    | 13 |
| 2.2 Методика виконання іспитів .....                                                                                                                          | 14 |
| 2.3 Порядок виконання та оформлення роботи .....                                                                                                              | 16 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 КОНТРОЛЬ СТУПЕНЯ<br>УЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТОВО-ЩЕБЕНЕВИХ І ПІЩАНО-ГРАВІЙНИХ<br>ШАРІВ.....                                                     | 18 |
| 3.1 Теоретичні основи.....                                                                                                                                    | 18 |
| 3.2 Порядок виконання та оформлення роботи .....                                                                                                              | 19 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 КОНТРОЛЬ ШОРСТКОСТІ<br>ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ МЕТОДОМ «ПІЩАНОЇ ПЛЯМИ».....                                                                | 20 |
| 4.1 Теоретичні основи.....                                                                                                                                    | 20 |
| 4.2 Метод із застосуванням голчатого приладу .....                                                                                                            | 20 |
| 4.3 Метод «піщаної плями».....                                                                                                                                | 21 |
| 4.4 Порядок виконання та оформлення роботи .....                                                                                                              | 22 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5 ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ<br>ПЕРЕМІШУВАННЯ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СУМІШЕЙ.....                                                                  | 24 |
| 5.1 Теоретичні основи.....                                                                                                                                    | 24 |
| 5.2 Методика виконання роботи .....                                                                                                                           | 26 |
| 5.3 Порядок виконання та оформлення роботи .....                                                                                                              | 29 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6 ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ<br>КОМПЛЕКСНИМ МЕТОДОМ (ПРИЛАД ГПНВ-5).....                                                                 | 31 |
| 6.1 Теоретичні основи.....                                                                                                                                    | 31 |
| 6.2 Методика виконання роботи .....                                                                                                                           | 33 |
| 6.2.1 Порядок виконання та оформлення роботи.....                                                                                                             | 34 |
| ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7 РОЗРОБКА СХЕМИ<br>ОПЕРАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ<br>І ЯКОСТІ РОБІТ .....                                                  | 37 |
| 7.1 Теоретичні основи.....                                                                                                                                    | 37 |
| 7.2 Методика виконання роботи .....                                                                                                                           | 38 |
| 7.3 Порядок виконання та оформлення роботи .....                                                                                                              | 38 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                                                                                                 | 41 |

|                                                         |    |
|---------------------------------------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....                                  | 42 |
| ДОДАТОК А Вихідні дані до лабораторної роботи № 1 ..... | 43 |
| ДОДАТОК Б Вихідні дані до лабораторної роботи № 2 ..... | 45 |
| ДОДАТОК В Вихідні дані до лабораторної роботи № 5 ..... | 48 |
| ДОДАТОК Г Вихідні дані до лабораторної роботи № 7 ..... | 50 |

## ВСТУП

Дисципліна «Технологія будівництва автомобільних доріг» є дисципліною циклу професійної та практичної підготовки (7.06010105) та нормативної частини (8.06010105).

Мета викладання дисципліни «Технологія будівництва автомобільних доріг» полягає в опануванні студентами науково обґрунтованих методів та технологічних послідовностей ефективного будівництва, реконструкції та ремонту дорожнього одягу автомобільних доріг та міських вулиць із використанням наявних машин, механізмів, матеріалів та їх облаштування.

Робочою програмою дисципліни «Технологія будівництва автомобільних доріг» передбачені лабораторні роботи у кількості 17 годин. Задачами проведення лабораторних робіт є: закріплення теоретичного матеріалу з технології будівництва автомобільних доріг шляхом експериментальних обстежень техніко-експлуатаційних показників дорожнього одягу автомобільних доріг та міських вулиць; розвиток уміння розділяти технологічні процеси на робочі операції; придбання навиків у виборі методів контролю технологічних режимів і якості робіт і у встановленні допусків на основні режими та результати робіт з обліком вимог ДБН та інших нормативних документів; навчитися складати схеми операційного контролю робочих технологічних процесів.

Задачею методичних вказівок до виконання лабораторних робіт є закріплення знань студентів та придбання практичних навичок у наступних напрямках технології дорожніх робіт: обґрунтування технологічних режимів будівництва автомобільних доріг, порядок проведення операційного контролю технологічних режимів та якості робіт при приймальному контролі транспортно-експлуатаційних показників інженерних мереж.

Кожна із включених у методичні вказівки лабораторних робіт має загальні теоретичні відомості, вимоги до обладнання, методик виконання роботи та порядок оформлення звіту.

Матеріал методичних вказівок достатній для виконання лабораторних робіт без використання інших джерел. У разі потреби розширення знань за окремими питаннями, студенти можуть використовувати інші літературно-довідкові джерела, які приведені у переліку рекомендованої літератури.

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

## ВИЗНАЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНОГО ШАРУ ДОРОЖНЬОГО ОДЯГУ

Мета роботи: освоєння студентами методики визначення надійності забезпечення технологічним процесом заданих геометричних параметрів шару дорожнього одягу за допомогою операційного контролю процесу.

### 1.1 Теоретичні основи

Основні геометричні параметри конструктивних шарів дорожнього одягу – товщина й ширина. Технологічні процеси, продуктом яких є конструктивні шари одягу, варто налагодити таким чином, щоб забезпечувати улаштування цих шарів із геометричними параметрами в межах допусків, що передбачені [1].

Технологічний процес улаштування шарів повинен мати визначений центр налагодження по кожному геометричному параметру, що відповідає проектному значенню геометричного параметра й повинен забезпечувати таке розсіювання кожного параметра від передбаченого проектом центра, що гарантувало б невихід відхилень параметра за межі допусків, що передбачені [1].

Вихід відхилень будь-якого одного чи одночасно обох геометричних параметрів шару за межі встановлених допусків свідчить про порушення технологічних умов виробництва й означає наявність розладнання технологічного процесу.

Розладнання бувають 3-х видів:

1. Зсув центру налагодження процесу за одним чи одночасно за обома геометричними параметрами – коли технологічний процес забезпечує одержання шару із середніми значеннями одного чи обох геометричних параметрів, що відрізняються від передбачених проектом, при цьому відстань параметрів від фактичного центра гарантує відхилення параметрів у межах передбачених нормативами допусків (рис. 1.1 а).

2. Збільшення розсіювання одного чи одночасно обох геометричних параметрів шару щодо центру налагодження. У цьому випадку центр налагодження відповідає передбаченим проектом значенням геометричних параметрів. Однак відхилення параметрів виходять за межі встановлених нормами допусків (рис. 1.1 б).

3. Одночасний зсув центру налагодження за одним чи обома геометричними параметрами шару й збільшення параметрів щодо їхнього центру. Тут середні значення геометричних параметрів шару не відповідають передбаченим проектом, а відхилення параметрів виходять за межі вста-

новлених нормами допусків (рис. 1.1 в).

Кожен вид розладнання технологічного процесу за одним чи одночасно за обома геометричними параметрами збільшує ймовірність появи браку в створенні кінцевого продукту – конструктивного шару.

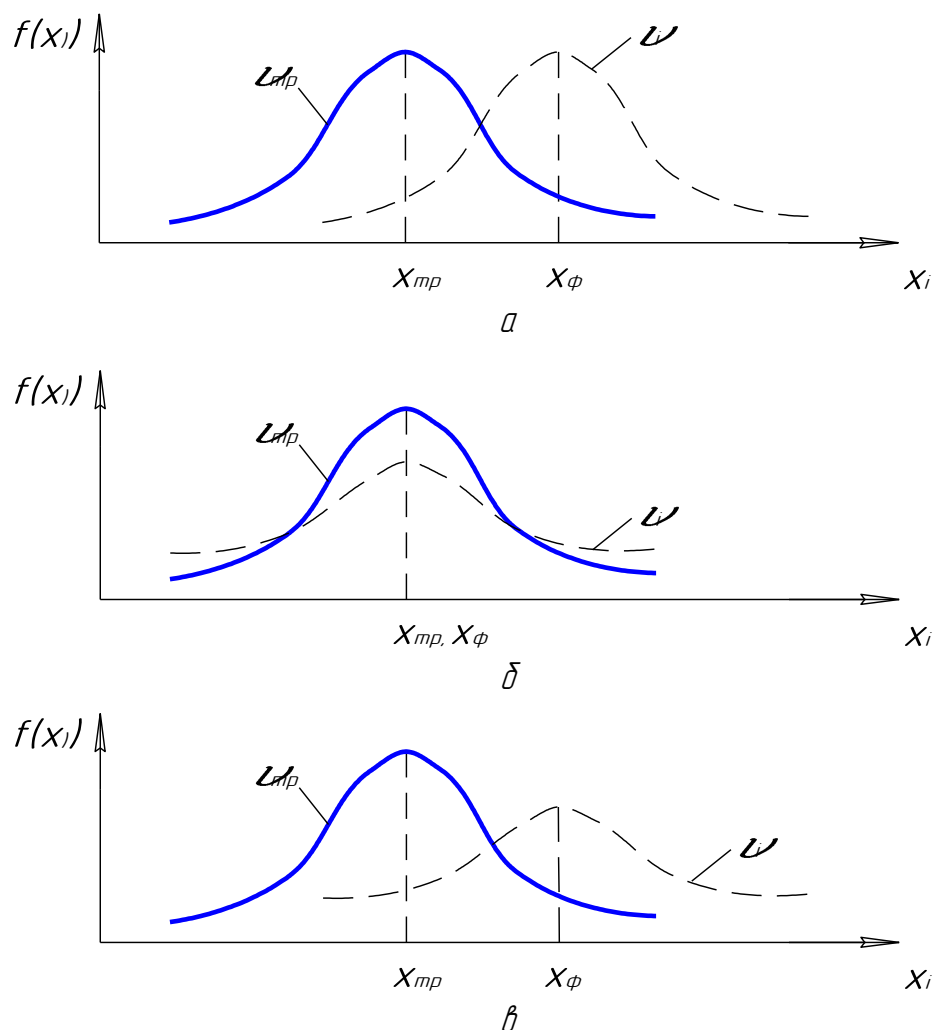


Рисунок 1.1 – Можливі види розладнання технологічного процесу

Вимоги проекту у відношенні будь-якого геометричного параметра шару й допуски на значення цього параметра, що передбачені [1], характеризують підмножину  $v_{тр}$  значень, що визначає вимоги до технологічного процесу по улаштуванню шару.

При налагодженому технологічному процесі фактична підмножина  $v_0$  значень даного параметра цілком належить до підмножини  $v_{тр}$ , і надійність процесу у відношенні досягнення заданого геометричного параметра шару забезпечена.

Виникнення будь-якого розладнання технологічного процесу, призводить до одержання деякої підмножини  $v_i$  значень геометричного параметра, частина елементів якої вже не буде належати до необхідної підмножини  $v_{тр}$ . Отже, технологічний процес у відношенні забезпечення

даного геометричного параметра частково відмовив, надійність процесу частково втрачено. При подальшому збільшенні ступеня розладнання процесу – часткове відмовлення технологічного процесу буде зростати та надійність забезпечення процесом заданого геометричного параметра буде знижуватися.

Ситуацію повного відмовлення технологічного процесу у відношенні забезпечення заданого значення геометричного параметра буде характеризувати такий ступінь розладнання процесу, при якому елементи забезпечуваної процесом підмножини  $v_i$  з заданою ймовірністю  $P_D$  перестануть належати до необхідної підмножини  $v_{mp}$ .

Надійність забезпечення технологічним процесом геометричного параметра шару може бути визначена як ймовірність того, що випадкова величина даного параметра  $v_{mp}$  прийме значення в межах  $v_{mp}$ , визначена вимогами проекту й нормативними допусками ДБН (див. табл. 1.2).

$$P(v_i \in v_{mp}) = P(\bar{x} - \Delta_H < x_i < \bar{x} - \Delta_B), \quad (1.1)$$

де  $\bar{x}$  – визначене проектом значення геометричного параметру;  
 $\Delta_H, \Delta_B$  – максимально припустимі абсолютні значення відповідно нижнього та верхнього відхилень параметра за допусками, що встановлені ДБН.

Надійність процесу вважається забезпеченою, якщо ймовірність, що обчислена за формулою (1.1), буде не нижча за заданою ймовірності  $P_D$ .

$$P(\bar{x} - \Delta_H < x_i < \bar{x} - \Delta_B) \geq P_D. \quad (1.2)$$

Фактичні значення обох геометричних параметрів конструктивного шару – його товщина й ширина, формуються під впливом великої кількості випадкових факторів, однак, згідно з граничною теоремою теорії ймовірностей, розподіл цих значень повинен відповідати закону, що близький до нормального.

Ймовірність лівої частини (1.2) може бути легко знайдена з використанням формули Лапласа:

$$P(\bar{x} - \Delta_H < x_i < \bar{x} - \Delta_B) = \frac{1}{2} \cdot [\Phi(t_2) - \Phi(t_1)], \quad (1.3)$$

де  $\bar{x}$  – визначене проектом значення геометричного параметра;

$\Phi(t)$  – інтеграл ймовірностей;

$t_1, t_2$  – межі інтегрування, визначаються за формулами:

$$t_1 = \frac{\bar{x} - \Delta_H - \bar{x}_i}{\sigma_{x_i}}; \quad t_2 = \frac{\bar{x} - \Delta_B - \bar{x}_i}{\sigma_{x_i}}, \quad (1.4)$$



де  $\bar{x}_i$  – фактичне середнє значення геометричного параметра:

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1.5)$$

де  $\sigma_{x_i}$  – середньоквадратичне відхилення фактичних значень геометричного параметра  $x_i$  від його середнього значення:

$$\sigma_{x_i} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x}_i)^2}{n-1}}, \quad (1.6)$$

де  $n$  – кількість значень  $x_i$ , що підлягають аналізу (об'єм вибірки).

Значення інтеграла ймовірностей  $\Phi(t)$  у формулі (1.3) знаходять за таблицею 1.1.

Таблиця 1.1 – Значення інтеграла ймовірностей  $\Phi(t)$

| $t$ | 0     | 0,01  | 0,02  | 0,03  | 0,04  | 0,05  | 0,06  | 0,07  | 0,08  | 0,09  |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,0 | 0,000 | 0,008 | 0,016 | 0,024 | 0,032 | 0,040 | 0,048 | 0,056 | 0,064 | 0,072 |
| 0,1 | 0,080 | 0,088 | 0,096 | 0,103 | 0,111 | 0,119 | 0,127 | 0,135 | 0,143 | 0,151 |
| 0,2 | 0,159 | 0,166 | 0,174 | 0,182 | 0,190 | 0,196 | 0,205 | 0,213 | 0,221 | 0,228 |
| 0,3 | 0,236 | 0,243 | 0,251 | 0,259 | 0,266 | 0,274 | 0,281 | 0,289 | 0,296 | 0,304 |
| 0,4 | 0,311 | 0,318 | 0,326 | 0,333 | 0,340 | 0,347 | 0,355 | 0,362 | 0,369 | 0,376 |
| 0,5 | 0,383 | 0,390 | 0,397 | 0,404 | 0,411 | 0,418 | 0,425 | 0,431 | 0,438 | 0,445 |
| 0,6 | 0,452 | 0,458 | 0,465 | 0,471 | 0,478 | 0,484 | 0,491 | 0,497 | 0,504 | 0,510 |
| 0,7 | 0,516 | 0,522 | 0,529 | 0,535 | 0,541 | 0,547 | 0,553 | 0,559 | 0,565 | 0,571 |
| 0,8 | 0,576 | 0,582 | 0,588 | 0,594 | 0,599 | 0,605 | 0,610 | 0,616 | 0,621 | 0,627 |
| 0,9 | 0,632 | 0,637 | 0,642 | 0,648 | 0,653 | 0,658 | 0,663 | 0,668 | 0,673 | 0,678 |
| 1,0 | 0,683 | 0,688 | 0,692 | 0,697 | 0,702 | 0,706 | 0,711 | 0,715 | 0,720 | 0,724 |
| 1,1 | 0,729 | 0,733 | 0,737 | 0,742 | 0,746 | 0,750 | 0,754 | 0,758 | 0,762 | 0,766 |
| 1,2 | 0,770 | 0,774 | 0,778 | 0,781 | 0,785 | 0,789 | 0,792 | 0,796 | 0,800 | 0,803 |
| 1,3 | 0,806 | 0,810 | 0,813 | 0,817 | 0,819 | 0,823 | 0,826 | 0,829 | 0,832 | 0,836 |
| 1,4 | 0,839 | 0,842 | 0,844 | 0,847 | 0,850 | 0,853 | 0,856 | 0,858 | 0,861 | 0,864 |
| 1,5 | 0,866 | 0,869 | 0,872 | 0,874 | 0,876 | 0,879 | 0,881 | 0,884 | 0,886 | 0,888 |
| 1,6 | 0,890 | 0,893 | 0,895 | 0,897 | 0,899 | 0,901 | 0,903 | 0,905 | 0,907 | 0,909 |
| 1,7 | 0,911 | 0,913 | 0,915 | 0,916 | 0,918 | 0,920 | 0,922 | 0,923 | 0,925 | 0,927 |
| 1,8 | 0,928 | 0,930 | 0,931 | 0,933 | 0,934 | 0,936 | 0,937 | 0,939 | 0,940 | 0,941 |
| 1,9 | 0,944 | 0,945 | 0,946 | 0,947 | 0,948 | 0,949 | 0,950 | 0,951 | 0,952 | 0,953 |
| 2,0 | 0,955 | 0,956 | 0,957 | 0,958 | 0,959 | 0,960 | 0,961 | 0,962 | 0,963 | 0,963 |
| 2,1 | 0,964 | 0,965 | 0,966 | 0,967 | 0,968 | 0,969 | 0,969 | 0,970 | 0,971 | 0,972 |
| 2,2 | 0,972 | 0,973 | 0,974 | 0,974 | 0,975 | 0,976 | 0,976 | 0,977 | 0,977 | 0,978 |
| 2,3 | 0,979 | 0,979 | 0,980 | 0,980 | 0,981 | 0,981 | 0,982 | 0,982 | 0,983 | 0,983 |
| 2,4 | 0,984 | 0,984 | 0,985 | 0,985 | 0,986 | 0,986 | 0,987 | 0,987 | 0,987 | 0,987 |
| 2,5 | 0,988 | 0,988 | 0,988 | 0,989 | 0,989 | 0,989 | 0,989 | 0,990 | 0,990 | 0,990 |

Таблиця 1.2 – Допуски на геометричні параметри конструктивних шарів і необхідна кількість вимірів параметрів при операційному контролі

| Конструктивні шари                                                                                        | Геометричні параметри та вимірник їхніх допусків | Припустимі відхилення параметрів           |                                             | Мінімальна ймовірність перебування параметра в межах допусків | Кількість вимірів (поперечників) параметра на 1 км |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
|                                                                                                           |                                                  | з автомат. завданням вертикальних відміток | без автомат. завдання вертикальних відміток |                                                               |                                                    |
| Морозозахисні, дренажні, ізолюючі й капілярпереривачі                                                     | Ширина, см                                       | 10                                         | 10                                          | 0,9                                                           | 20                                                 |
|                                                                                                           | Товщина, %                                       | 5                                          | 10                                          | 0,9                                                           | 60 (20)                                            |
| Основи й покриття з ґрунтів гравійно-піщаних, щебенево-піщаних сумішей, що укріплені органічними в'язкими | Ширина, см                                       | 10                                         | 10                                          | 0,9                                                           | 20                                                 |
|                                                                                                           | Товщина, %                                       | 5                                          | 10                                          | 0,9                                                           | 60 (20)                                            |
| Бруківки                                                                                                  | Ширина, см                                       | –                                          | 5                                           | 0,9                                                           | 10                                                 |
|                                                                                                           | Товщина, %                                       | –                                          | 20                                          | 0,9                                                           | 15 (5)                                             |
| Щебенево-гравійні та шлакові основні покриття                                                             | Ширина, см                                       | 10                                         | 10                                          | 0,9                                                           | 20                                                 |
|                                                                                                           | Товщина, %                                       | 7 %, але не більше 15 мм                   | 10 %, але не більше 20 мм                   |                                                               | 30 (10)                                            |
| Основи й покриття з кам'яних матеріалів, що оброблені неорганічними в'язкими                              | Ширина, см                                       | 10                                         | 10                                          | 0,9                                                           | 20                                                 |
|                                                                                                           | Товщина, %                                       | 5                                          | 10                                          | 0,9                                                           | 30 (10)                                            |
| Асфальтобетонні покриття                                                                                  | Ширина, см                                       | 10                                         | 10                                          | 0,9                                                           | 20                                                 |
|                                                                                                           | Товщина, %                                       | 5                                          | 10                                          | 0,9                                                           | 30 (10)                                            |
| Цементобетонні покриття                                                                                   | Ширина, см                                       | 10                                         | 5                                           | 0,9                                                           | 20                                                 |
|                                                                                                           | Товщина, %                                       | 5                                          | 15                                          | 0,9                                                           | 10                                                 |

## 1.2 Методика виконання роботи

Робота виконується бригадами студентів на підставі результатів натурних обстежень геометричних параметрів шару дорожнього одягу, або згідно з вихідними даними (додаток А).

Необхідне устаткування: рулетка, мірна лінійка.

Результати замірів ширини й товщини шару та їх первинна обробка виконується в табличній формі.

Таблиця 1.3 – Результати замірів ширини й товщини шару

| № заміру | Фактичне значення геометричного параметра $x_i$ , см | Середнє значення геометричного параметра $\bar{x}_i$ , см | $x_i - \bar{x}_i$ | $(x_i - \bar{x}_i)^2$      | $\sigma_{x_i}$ |
|----------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------|----------------|
| 1        |                                                      |                                                           |                   |                            |                |
| 2        |                                                      |                                                           |                   |                            |                |
| 3        |                                                      |                                                           |                   |                            |                |
| ...      |                                                      |                                                           |                   |                            |                |
| $n$      |                                                      |                                                           |                   |                            |                |
|          | $\sum_{i=1}^n x_i$                                   |                                                           |                   | $\sum (x_i - \bar{x}_i)^2$ |                |

Встановлення значень геометричних параметрів і абсолютних значень допусків, що визначені проектом, за таблицею 1.4.

Таблиця 1.4 – Абсолютні значення припустимих відхилень

| Геометричні параметри шару | Визначені проектом значення $\bar{x}$ , см | Припустимі відхилення параметрів від визначених проектом |            |     |                                              |                      |
|----------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------|-----|----------------------------------------------|----------------------|
|                            |                                            | Вимоги ДБН В.2.3-4:2007                                  |            |     | Абсолютні значення припустимих відхилень, см |                      |
|                            |                                            | Вимірювач                                                | Відхилення |     | нижнього $\Delta_n$                          | верхнього $\Delta_v$ |
|                            |                                            |                                                          | (-)        | (+) |                                              |                      |
| Ширина шару                |                                            |                                                          |            |     |                                              |                      |
| Товщина шару               |                                            |                                                          |            |     |                                              |                      |

Визначення ймовірності знаходження фактичних значень параметрів у межах встановлених допусків і оцінка надійності забезпечення технологічним процесом заданих геометричних параметрів.

Таблиця 1.5 – Імовірність знаходження фактичного значення параметрів шару в межах допусків

| Геометричні параметри шару | Значення меж інтегрування інтеграла ймовірностей |       | Значення інтегралів ймовірностей за табл. 1.1 |             | Імовірність знаходження фактичних параметрів шару в межах допусків за формулою 1.3 | Мінімально припустима ймовірність знаходження параметрів у межах допусків $P_D$ |
|----------------------------|--------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
|                            | $t_1$                                            | $t_2$ | $\Phi(t_1)$                                   | $\Phi(t_2)$ |                                                                                    |                                                                                 |
| Ширина шару                |                                                  |       |                                               |             |                                                                                    |                                                                                 |
| Товщина шару               |                                                  |       |                                               |             |                                                                                    |                                                                                 |

У випадку, якщо не виконуються умови за формулою 1.2, встановлюється вид розладнання технологічного процесу, виявляють його причини та розробляють засоби його уникнення. При цьому потрібне значення параметра відхилення для встановлення виду розладнання визначають за формулою:

$$\sigma_{mp} = \frac{\Delta_n}{t_{P_D}} = \frac{\Delta_v}{t_{P_D}}, \quad (1.7)$$

де  $t_{P_D}$  – значення параметра  $t$  при  $P_D = 0,9$  (табл. 1.4).

Таблиця 1.6 – Види розладнання процесу

| Геометричні параметри шару | Визначені проектом і ДБН значення |                    | Фактичні значення |                     | Висновки про вид розладнання процесу |
|----------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------------------------|
|                            | $\bar{x}$ , см                    | $\sigma_{mp}$ , см | $\bar{x}_i$ , см  | $\sigma_{x_i}$ , см |                                      |
| Ширина шару                |                                   |                    |                   |                     |                                      |
| Товщина шару               |                                   |                    |                   |                     |                                      |

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 ОЦІНКА СТУПЕНЯ РІВНОСТІ ПРОЇЗНОЇ ЧАСТИНИ ЗА ДОПОМОГОЮ ПОШТОВХОМІРА

Мета роботи: ознайомлення студентів із методикою вимірювання та обробки результатів при оцінці рівності проїзної частини підсумковим поштовхоміром.

### 2.1 Теоретичні основи

Ступінь рівності проїзної частини значно впливає на зручність руху, стійкість автомобіля та пов'язану з нею безпеку руху й тим самим – на ступінь реалізації тягово-швидкісних якостей автомобілів, їхню продуктивність і загальну ефективність роботи підсистеми «дорога – автомобіль». Крім того, ступінь рівності проїзної частини значною мірою визначає величину й характер динамічного впливу коліс транспортних засобів на одяг, тому значно впливає на її довговічність.

У зв'язку з цим рівність покриття на ділянках доріг, що здаються в експлуатацію та на дорогах, що експлуатуються, повинна задовольняти визначеним вимогам і тому підлягає обов'язковій інструментальній оцінці.

У даний час прогресивним методом приймального контролю ступеня рівності покриття є метод із використанням підсумовуючого поштовхоміру. Оцінка рівності покриття при використанні даного методу здійснюється за сумою стисків ресор автомобіля щодо кузова на одиниці довжини дороги, ступінь рівності в сантиметрах стисків ресор на кілометр дороги.

При приймальному контролі дані про рівність, що отримані за результатами інструментальних вимірів, зіставляють із граничними показниками рівності, що приведені в таблиці 2.1 і складають висновок про відповідність фактичної рівності установленим вимогам.

Таблиця 2.1 – Шкала оцінки рівності покриття при приймальному контролі

| Тип покриття                                    | см/км, не більше |
|-------------------------------------------------|------------------|
| 1. Асфальтобетонне                              | 80               |
| 2. Цементобетонне                               | 80               |
| 3. Чорний щебінь гарячий з поверхневою обробкою | 100              |
| 4. Чорний щебінь по способу просочення          | 110              |
| 5. Щебенева, гравійне                           | 150              |
| 6. Брущата бруківка                             | 140              |
| 7. Брукова бруківка                             | 180–190          |

При експлуатаційному контролі рівності проїзної частини користуються шкалою оцінки рівності покриттів (табл. 2.2). Обробка результатів вимірів

включає складання відомості рівності проїзної частини й побудову поштовхограми. Це дозволяє встановити загальну довжину ділянки дороги, що не відповідає вимогам рівності та її дислокацію.

При показнику рівності, що перевищує верхню межу оцінки «задовільно», покриття по рівності не відповідає вимогам руху.

Таблиця 2.2 – Шкала експлуатаційної оцінки рівності покриття

| Тип покриття                                               | Оцінка відповідності покриття | Показник рівності по поштовхоміру, см/км, для доріг категорій |         |         |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------|---------|
|                                                            |                               | I–II                                                          | III     | IV–V    |
| Асфальтобетонне                                            | відмінно                      | < 40                                                          | < 50    |         |
|                                                            | добре                         | 40–60                                                         | 50–100  |         |
|                                                            | задовільно                    | 61–130                                                        | 101–180 |         |
| Цементобетонне                                             | відмінно                      | < 50                                                          | < 75    |         |
|                                                            | добре                         | 50–100                                                        | 75–130  |         |
|                                                            | задовільно                    | 101–150                                                       | 131–200 |         |
| Щебенеve оброблене в'язкими                                | відмінно                      |                                                               | < 90    |         |
|                                                            | добре                         |                                                               | 90–200  |         |
|                                                            | задовільно                    |                                                               | 201–300 |         |
| Щебенеve, гравійне, бруковки з брукового й колотого каменю | відмінно                      |                                                               |         | < 150   |
|                                                            | добре                         |                                                               |         | 150–250 |
|                                                            | задовільно                    |                                                               |         | 251–400 |

## 2.2 Методика виконання іспитів

Підсумовуючий поштовхомір являє собою прилад, що складається з рахункового механізму (лічильника та храпової муфти однічної дії), вертикальної зубчастої рейки, сполучної тяги, настановної скоби й нижньої кріпильної деталі з кульовим механізмом.

Поштовхомір встановлюють у кузові автомобіля над заднім мостом. Один кінець троса закріплюють болтами до кожуха заднього моста, інший, пропустивши крізь отвір у підлозі кузова й намотавши (два витки) на приводний шків поштовхоміру, прикріплюють до натяжної пружини. Сила натягу пружини повинна бути в межах 6 кг · с.

Таким чином, поштовхомір реєструє суму стисків ресор автомобіля при проїзді ним ділянки визначеної довжини. Параметри зубчастої рейки, шестерні храпової муфти та лічильника підібрані так, що сума стисків ресор на барабані лічильника реєструється в сантиметрах.

Оскільки в якості ділянки однічної довжини при вимірах прийнято 1 км пройденого шляху, то показання поштовхоміру виражаються в сантиметрах стисків ресор на кілометр шляху, см/км.

Показання поштовхоміру залежать від факторів, що пов'язані не тільки зі ступенем рівності проїзної частини: від швидкості руху, типу й заван-

таження автомобіля, типу шин і тиску повітря в шинах. Тому іспити повинні проводитися в строго стандартних умовах. Легковий автомобіль типу ГАЗ-24 завантажується вантажем масою 150 – 160 кг на заднє сидіння (2–3 пасажира), тиск у камерах – нормативний, швидкість руху при іспиті – 50 км/год, автомобіль технічно справний.

Рівність покриття за допомогою поштовхоміру вимірюють так:

За 100–200 м до початку ділянки, що обстежується, встановлюють швидкість руху іспитового автомобіля 50 км/год. У процесі виміру рівності покриття, швидкість руху визначається за спідометром автомобіля та контролюється за допомогою секундоміра.

Якщо швидкість руху автомобіля при вимірах відхилилася більше ніж на  $\pm 5$  км/год, то отримані результати вважають недійсними й виміри повторюють.

Навпроти кожного кілометрового стовпа, натисканням кнопки наносять показання поштовхоміру на паперову стрічку. Різниця між наступним і попереднім показниками характеризує рівність покриття на обстежуваній смугі даного кілометра дороги.

У зв'язку з тим, що траєкторія руху автомобіля в процесі іспитів і розташування нерівностей на проїзній частині випадкові, результати разових вимірів рівності неминуче містять елемент випадковості, що може призвести до помилок у висновку про дійсний ступінь рівності проїзної частини. Тому в якості показника ступеня рівності проїзної частини варто використовувати середнє з результатів декількох вимірів, кількість яких, за дослідженнями КАДІ, визначається з виразу:

$$n = \left[ \frac{20 \cdot t_{\beta}}{\delta_D \cdot \sqrt[3]{S}} \right]^2, \quad (2.1)$$

де  $t_{\beta}$  – нормований параметр розподілу Стюдента (при звичайно прийнятій довірчій імовірності  $P_D = 0,95$ ,  $t_{\beta} = 2,0$ );

$\delta_D$  – максимально припустима похибка середнього результату (звичайно  $\delta_D = 5\%$ );

$S$  – показання поштовхоміру, см.

Для оцінки рівності покриття на ділянці довжиною менше 1 км показник поштовхоміру, що отриманий на даній ділянці, приводять до показника на один км за формулою:

$$S_{\text{км}} = \frac{S_{\text{ср}} \cdot L_{\text{н}}}{L_{\text{ф}}}, \quad (2.2)$$

де  $S_{\text{ср}}$  – показник поштовхоміру на ділянці, яка відмінна по довжині від одного км;

$L_{\Phi}$  – довжина ділянки, що обстежується, км;

$L_H$  – довжина нормативної ділянки,  $L_H = 1$  км.

При остаточній обробці вимірів складають відомість рівності покриття по смугах руху даної дороги та будують покілометровий графік рівності проїзної частини.

Висновок про ступінь рівності покриття складають на підставі порівняння отриманих показників рівності з припустимими (нормативними) значеннями (див. табл. 2.1, 2.2).

### 2.3 Порядок виконання та оформлення роботи

Заповнення журналу вимірів рівності проїзної частини згідно з вихідними даними (додаток Б).

Таблиця 2.3 – Журнал вимірів рівності проїзної частини

| № кілометрового знаку | Відліки по поштовхоміру |      |      |      | Показники рівності проїзної частини |     |     |     | Середні значення показників рівності |
|-----------------------|-------------------------|------|------|------|-------------------------------------|-----|-----|-----|--------------------------------------|
|                       | № заїзду                |      |      |      | № заїзду                            |     |     |     |                                      |
|                       | 1                       | 2    | 3    | 4    | 1                                   | 2   | 3   | 4   |                                      |
| По ходу кілометражу   |                         |      |      |      |                                     |     |     |     |                                      |
| 155                   | 1220                    | 3755 | 6455 | 8100 | –                                   | –   | –   | –   | –                                    |
| 156                   | 1251                    | 3789 | 6485 | 8132 | 31                                  | 34  | 30  | 32  | 32                                   |
| 157                   | 1295                    | 3829 | 6528 | 8174 | 44                                  | 40  | 43  | 42  | 42                                   |
| 158                   | 1405                    | 3949 | 6640 | 8190 | 110                                 | 120 | 112 | 116 | 115                                  |

### Складання відомості рівності проїзної частини

Таблиця 2.4 – Відомість рівності проїзної частини

| Вид оцінки рівності проїзної частини | Показники відповідності ступеню рівності |                                | Кількість кілометрів |                        | Відносна протяжність, % |                        |
|--------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
|                                      | рівень                                   | припустимий інтервал показника | по ходу кілометражу  | проти ходу кілометражу | по ходу кілометражу     | проти ходу кілометражу |
| Прийомна                             | У межах допуску                          |                                |                      |                        |                         |                        |
|                                      | Вище допуску                             |                                |                      |                        |                         |                        |
| Експлуатаційна                       | Відмінно                                 |                                |                      |                        |                         |                        |
|                                      | Добре                                    |                                |                      |                        |                         |                        |
|                                      | Задовільно                               |                                |                      |                        |                         |                        |
|                                      | Незадовільно                             |                                |                      |                        |                         |                        |

Креслення покілометрового графіка рівності проїзної частини показано на рис. 2.1.



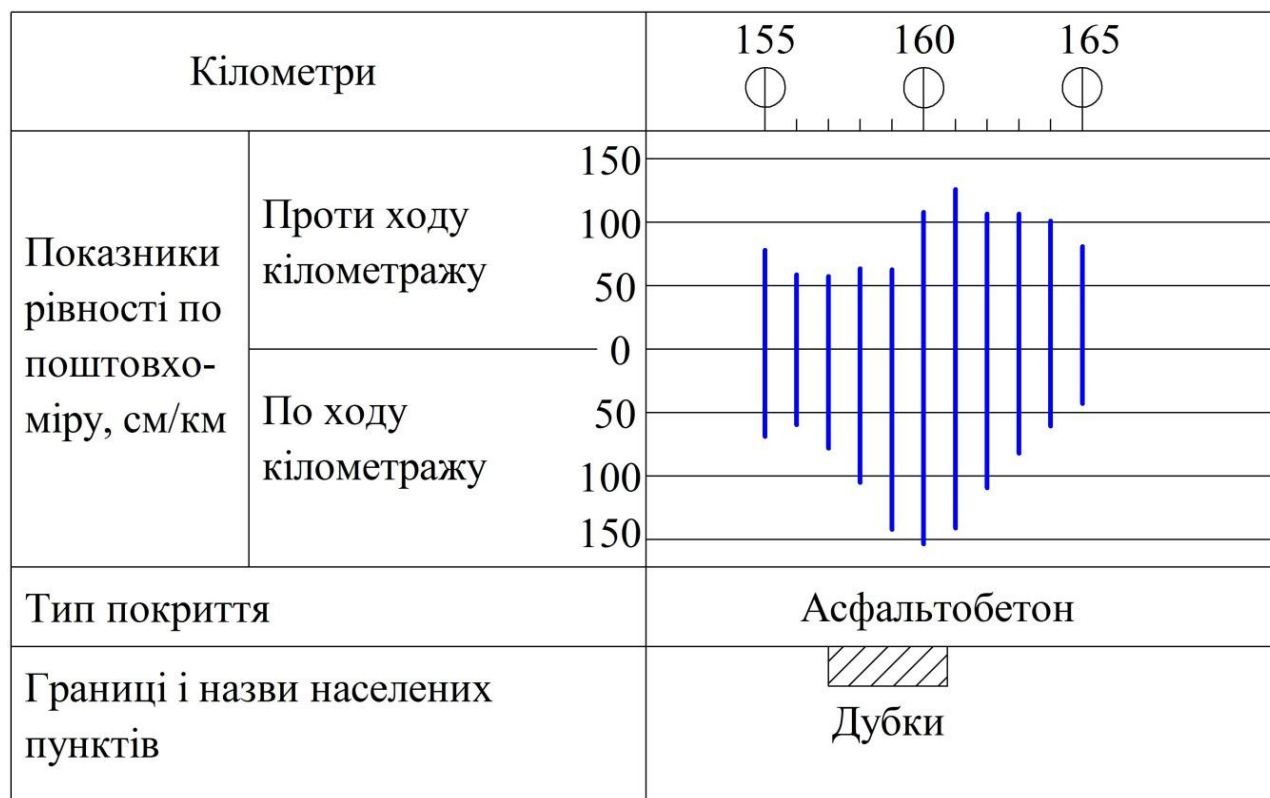


Рисунок 2.1 – Покілометровий графік рівності проїзної частини

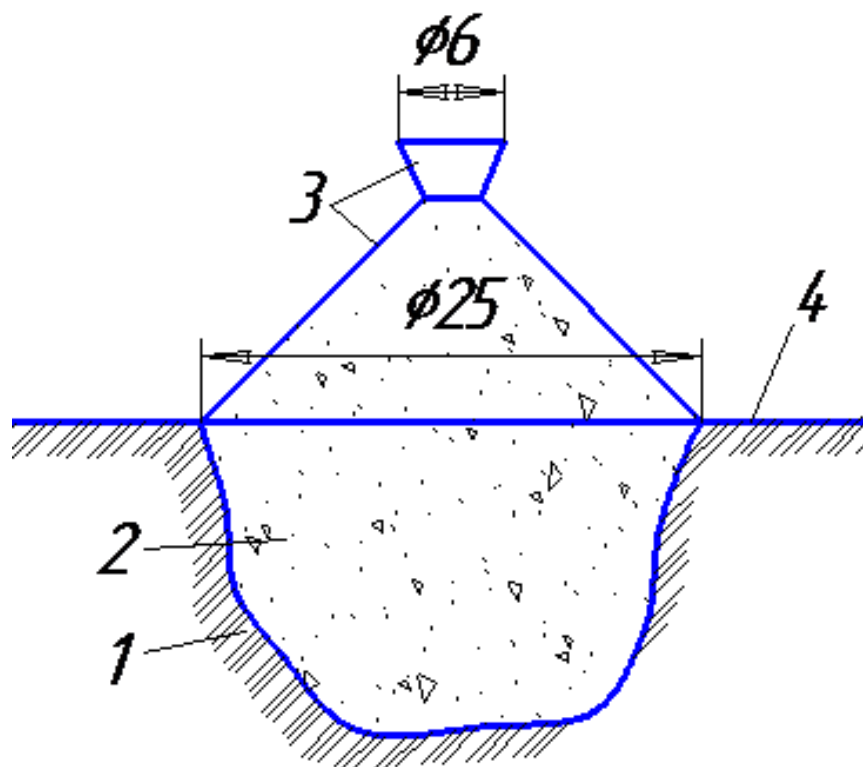
## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 КОНТРОЛЬ СТУПЕНЯ УЩІЛЬНЕННЯ ГРУНТОВО-ЩЕБЕНЕВИХ І ПІЩАНО-ГРАВІЙНИХ ШАРІВ

Мета роботи: ознайомлення студентів із методом контролю ступеня ущільнення ґрунтово-щебених і піщано-гравійних шарів дорожнього одягу.

### 3.1 Теоретичні основи

Ступінь ущільнення піщано-гравійних і ґрунтово-щебених шарів дорожнього одягу можна контролювати по досягнутій щільності матеріалу в шарі.

Для цього використовують подвійну лійку з діаметром основи близько 25 см, мірні циліндри місткістю від 0,1 до 10 л, лійку для засипання піску, сухий пісок фракції 0,5...2 мм у кількості близько 10 л. Роботи виконують у наступній послідовності. У місці проведення іспитів очищають і при необхідності підрівнюють поверхню шару. Потім обережно, щоб не зім'яти інструментом межі та бічні стінки майбутньої лунки, рихлять і ретельно вибирають матеріал шару на глибину 10–15 см в об'ємі до 10 тис. см<sup>3</sup>. Матеріал шару зважують із точністю до другого знаку.



1 – лунка; 2 – пісок-заповнювач; 3 – лійка; 4 – поверхня шару ґрунту

Рисунок 3.1 – Схема розміщення лійки над лункою

Для визначення об'єму лунки над нею встановлюють подвійну лійку (рис. 3.1). У лунку й подвійну лійку через горловину обережно засипають сухий пісок, об'єм якого вимірюють мірними циліндрами з точністю до 5 см<sup>3</sup>.

Пісок насипають через звичайну лійку в мірні циліндри, не струшуючи їх. Віднімаючи об'єм лійки із загального об'єму піску, що витрачений на заповнення лунки й подвійної лійки, одержують об'єм лунки. Розділивши масу вийнятого з лунки матеріалу на об'єм лунки, одержують щільність матеріалу в шарі.

Отриману щільність матеріалу в шарі порівнюють із передбаченою проектом, і складають висновок про ступінь ущільнення шару. Якщо проектом передбачена щільність сухого матеріалу в шарі, то вийнятий з лунки матеріал перед зважуванням необхідно висушити.

### 3.2 Порядок виконання та оформлення роботи

Дається характеристика об'єкта та умов іспитів.

Визначення маси матеріалу, що вийнятий із лунки:  $q = z$ .

Визначення об'єму лунки (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Визначення об'єму лунки

| Об'єм піску, що витрачений на заповнення лунки та подвійної лійки, $V$ , см <sup>3</sup> | Об'єм подвійної лійки $V_{л}$ , см <sup>3</sup> | Об'єм лунки $V_{лун} = V - V_{л}$ , см <sup>3</sup> |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
|                                                                                          |                                                 |                                                     |

Визначення фактичної щільності матеріалу під час іспиту:

$$\gamma = \frac{q}{V_{лун}}, \text{ г/см}^3.$$

Висновок про ступінь щільності матеріалу.

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 КОНТРОЛЬ ШОРСТКОСТІ ДОРОЖНЬОГО ПОКРИТТЯ МЕТОДОМ «ПІЩАНОЇ ПЛЯМИ»**

Мета роботи: ознайомлення студентів із методами контролю шорсткості покриття.

### **4.1 Теоретичні основи**

До числа важливих транспортно-експлуатаційних показників проїзної частини відносяться її зчіпні якості, що характеризуються коефіцієнтом зчеплення шин із покриттям. Коефіцієнт зчеплення визначає фактичну довжину гальмового шляху в умовах екстреного гальмування, стійкість автомобіля при русі на кривих і при обгонах.

Коефіцієнт зчеплення шин із покриттям значною мірою залежить від ступеня шорсткості покриття. Тому в процесі улаштування шарів покриття необхідно систематично здійснювати операційний контроль параметрів шорсткості покриття.

Ступінь шорсткості покриття визначається характером мікропрофілю його поверхні: середньою висотою профілю, середньою глибиною шорсткості, середнім кроком виступів, максимальною висотою виступів, середнім кутом вершин виступів. Для визначення параметрів шорсткості покриття розроблені експрес методи:

- метод «піщаної плями»;
- метод із застосуванням голчатого приладу ПКШ-5;
- метод комплексного контролю шорсткості з використанням лазерної установки.

### **4.2 Метод із застосуванням голчатого приладу**

Метод контролю параметрів шорсткості покриття із використанням голчатого приладу більш універсальний у порівнянні з методом «піщаної плями».

Він встановлює відразу:

- середню висоту профілю (висота від нижніх точок западин до вершин виступів);
- середній крок мікропрофілю (середня відстань між виступами мікропрофілю);
- середню глибину шорсткості (площа западин поділена на довжину базової лінії);
- середній кут вершин виступів.

Метод заснований на застосуванні голчастого приладу ПКШ-5 СоюздорНДІ. Прилад складається з базової пластини та поворотної робочої рамки з плоскою касетою голок і гальмових механізмів. У комплекті до приладу входить прозорий шаблон для виміру довжини мікропрофілю на базовій ділянці приладу.

Місце іспитів площею 0,4–0,5 м<sup>2</sup> ретельно очищують волосяною щіткою. Потім установлюють прилад, робочу рамку повертають у бік базової пластини, відпускають її до відказу й віджимають рукоять гальмового механізму. Відбувається вирівнювання голок у касеті, які переміщуються під дією власної ваги до упора в площину базової пластини. Після цього робочу рамку повертають до упора в бік протилежно від базової пластини та віджимають гальма. Голки в касеті, переміщаючись під дією власної ваги, упираються в поверхню покриття, займаючи положення у відповідності мікропрофілю покриття. По положенню кінців голок за допомогою прозорого шаблона, прикладаючи його до площини касети, визначають висоти від нижніх точок западин до вершин виступів зліва направо. Потім визначають середнє арифметичне значення.

Середня величина шорсткості (мм) визначається за формулою:

$$h = \frac{10 \cdot S}{l}, \quad (4.1)$$

де  $S$  – площа між лінією мікропрофілю та лінією, що з'єднує вершини виступів, см<sup>2</sup>;

$l$  – довжина базової лінії, см.

$$\alpha = 2 \cdot \arcsin \left( \frac{l}{l_1} \right), \quad (4.2)$$

де  $\alpha$  – середній кут вершин виступів;

$l_1$  – довжина мікропрофілю на базовій ділянці приладу, см.

### 4.3 Метод «піщаної плями»

Метод «піщаної плями» призначений для визначення середньої величини западин мікропрофілю покриття.

Для проведення іспиту необхідне наступне обладнання та матеріали: скляний мірний циліндр об'ємом 150–200 см<sup>3</sup>, ґрунтове сито з розміром отворів 0,25 мм, м'яка волосяна щітка, гнучкий металевий шкребок (шпатель), металева рулетка (довжиною 1–2 м), шматок крейди, 1 кг сухого піску.

Методика проведення іспиту:

1. Сухий пісок перед іспитом просіюють крізь сито 0,25 мм і заповнюють ним мірний циліндр.

2. Потім місце іспиту площею 0,5–0,7 м<sup>2</sup> (звичайно по лінії накату) ретельно очищують волосяною щіткою.

3. На поверхню очищеного покриття відсипають частину піску з мірного циліндра, реєструють при цьому об'єм піску, що відсипається. Для покриттів із дрібнозернистою структурою досить відсипати 40–70 см<sup>3</sup> піску, для покриттів із грубозернистою структурою – 100–150 см<sup>3</sup>.

4. Відсипаний пісок ретельно розподіляють за допомогою металевого шкребка на поверхні покриття, заповнюючи всі западини мікропрофілю до вершин виступів і одночасно зміщуючи надлишки.

5. Далі отриману «піщану пляму» оконтурюють крейдою, розбивають на правильні геометричні фігури та визначають площу.

6. Знаючи площу «піщаної плями»  $F$  (см<sup>2</sup>) і об'єм піску  $V$  (см<sup>3</sup>), що витрачений на заповнення западин мікропрофілю, обчислюють середню глибину западин, мм:

$$h = \frac{10 \cdot V}{F}. \quad (4.3)$$

7. Іспит повторюють 3 рази. В якості середньої глибини западин приймають середнє арифметичне з отриманих значень.

#### 4.4 Порядок виконання та оформлення роботи

Об'єкт дослідження \_\_\_\_\_

Кліматичні умови \_\_\_\_\_

Таблиця 4.1 – Журнал вимірів середньої глибини впадин  $h_{сер}$

| № виміру | Об'єм піску, см <sup>3</sup> |         |                  | Площа плями $F$ , см <sup>2</sup> | Середня глибина впадин, $h_{сер}$ , мм |
|----------|------------------------------|---------|------------------|-----------------------------------|----------------------------------------|
|          | у циліндрі                   | залишок | висипаного піску |                                   |                                        |
|          |                              |         |                  |                                   |                                        |

Таблиця 4.2 – Залежність коефіцієнта зчеплення  $\phi$  від середньої глибини впадин  $h_{сер}$

| $h_{сер}$ | 0,25 | 0,50 | 0,75 | 1,00 | 1,25 | 1,50 | 2,00 | 2,50 |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\phi$    | 0,30 | 0,33 | 0,36 | 0,39 | 0,41 | 0,44 | 0,47 | 0,50 |

Таблиця 4.3 – Значення середньої глибини впадин шорсткості згідно з ДБН В.2.3-4:2007

| Коефіцієнт зчеплення | Мінімальна середня глибина впадин шорсткості за методом «піщаної плями», мм |                         |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
|                      | асфальтобетонне покриття та поверхнева обробка                              | цементобетонне покриття |
| 0,28–0,30            | 1,0                                                                         | 0,5                     |
| 0,35                 | 1,8                                                                         | 1,0                     |

Таблиця 4.4 – Потрібні значення коефіцієнтів зчеплення для доріг I–III категорії згідно з ДБН В.2.3-4:2007

| Умови руху  | Характеристика ділянок доріг                                                                                                                                                                                      | Коефіцієнт зчеплення |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Легкі       | Ділянки прямі або на кривих радіусом 1000 м і більше, горизонтальні або з подовжнім похилом не більше 30 ‰ з укріпленням узбіччям, без перетинів в одному рівні, при рівні завантаження не більше 0,3             | 0,45                 |
| Ускладненні | Ділянки на кривих з радіусами від 250 до 1000 м, при похилах 30–60 ‰, ділянки в місцях звуження проїзної частини, а також ділянки, які віднесено до легких при рівні завантаження 0,3–0,5                         | 0,50                 |
| Небезпечні  | Ділянки з видимістю менше розрахункової, з подовжнім похилом, який перевищує розрахунковий, пересічення в одному рівні, а також ділянки, які віднесені до легких та ускладнених при рівні завантаження більше 0,5 | 0,60                 |

Примітка: коефіцієнти зчеплення встановлені приладом ПКРС-2 без врахування їх у процесі експлуатації дороги. При використанні інших приладів їх показання слід приводити до показань ПКРС-2.

Висновок: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5**

### **ОБҐРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ ПЕРЕМІШУВАННЯ**

### **БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ СУМІШЕЙ**

Мета роботи: придбання студентами практичних навичок обґрунтування режиму перемішування матеріалів при приготуванні сумішей.

#### **5.1 Теоретичні основи**

Багатокомпонентні матеріали в сучасній дорожній практиці знаходять широке застосування. Це шари покриттів з асфальто- і бітумомінеральних сумішей або цементобетону, шари основи з ґрунтів і місцевих матеріалів, що укріплені неорганічними або органічними в'язучими, ґрунтові основи й покриття з поліпшеними кістяковими добавками ґрунтів, конструктивні елементи дорожніх споруджень із цементобетону та ін. Забезпечення заданих міцнісних та інших експлуатаційних характеристик цих матеріалів при будівництві доріг становить одну з найважливіших справ технологічного процесу.

Однорідність багатокомпонентних матеріалів забезпечується належним перемішуванням при їхньому готуванні. Операція перемішування ставиться до числа найбільш відповідальних і складається в рівномірному розподілі одного матеріалу в іншому. При цьому матеріали можуть бути як однієї фази (твердої або рідкої), так і різних фаз. Наприклад, при поліпшенні ґрунтів кістяковими добавками змішуються матеріали твердих фаз, а при обробці ґрунту органічним в'язким – твердої й рідкої фаз.

З фізичної точки зору процес перемішування досить складний. Його протікання та якість обумовлюються взаємодією великої кількості факторів – температурних умов, властивостей матеріалів, що перемішують, застосованих машин і особливостей їхніх робочих частин, кількості рідкої фази, швидкості перемішування, всіх особливостей технологічного процесу та ін. Урахувати з достатньою точністю особливості випадкової взаємодії всіх цих факторів шляхом теоретичного вирішення завдання важке.

Тому на практиці прибігають до обґрунтування режиму перемішування в конкретних виробничих умовах. Під останнім розуміють сполучення особливостей технологічного процесу, типу застосовуваних машин, властивостей матеріалів, що перемішують, і температурних умов перемішування.

Оскільки фактори, що формують конкретні виробничі умови, диктуються можливостями виробництва, природними умовами й вимогами відповідних нормативів, то звичайно, що обґрунтування режиму перемішування в основному зводиться до обґрунтування часу перемішування (або числа проходів змішувальних машин, якщо мова йде про змішання на дорозі).



Обґрунтування часу перемішування повинно базуватися на обліку двох основних положень:

- основне завдання перемішування – забезпечення рівномірного розподілу матеріалів, що перемішують, у суміші;
- процес перемішування є загасаючим у часі.

Таким чином, рівномірність розподілу матеріалів, що перемішують, зростає зі збільшенням часу перемішування. Однак інтенсивність перемішування, найбільша спочатку, поступово знижується, що супроводжується поступовим зменшенням ефективності роботи змішувальних пристроїв. Після закінчення деякого часу перемішування ефективність роботи змішувального пристрою знижується настільки, що стає порівняною з точністю її оцінки. Щоб уникнути зайвих витрат енергії подальша робота змішувального пристрою в цьому випадку повинна бути припинена.

Таким чином, для обґрунтування необхідного часу перемішування в даних конкретних умовах необхідно:

- визначити найбільш прийнятний у даних умовах показник для контролю процесу перемішування;
- визначити момент, коли залишкове розсіювання прийнятого показника може бути віднесене до помилок його вимірів.

У дорожній практиці як основний параметр процесу перемішування прийнято використовувати концентрацію  $C$  одного матеріалу в іншому. При виборі показника для контролю процесу перемішування необхідно прагнути до використання безпосередньо цього показника. Однак, коли практичне використання концентрації  $C$  у виробничих умовах складне, для контролю процесу перемішування можна використати й інші – непрямі – показники, величина яких пов'язана з однорідністю перемішування.

Наприклад, при контролі процесу змішання ґрунту з органічним в'язким на дорозі в ряді випадків простіше використати не концентрацію в'язкого, а міцність сформованих зразків на стиск; для контролю перемішування при поліпшенні ґрунтів кістяковими добавками можна використати опір суміші зрушенню й т. д. При виборі таких непрямих показників потрібно враховувати, що вони повинні бути чутливі до однорідності перемішування й повинні швидко визначатися, оскільки покликані контролювати процес змішування.

Момент, коли залишкове розсіювання прийнятого показника може бути віднесено до помилок його вимірів, можна встановити із заданою довірчою ймовірністю за допомогою критерію Фішера, або  $F$ -критерію:

$$F = \frac{D_{\text{ср}}}{D_y}, \quad (5.1)$$

де  $D_{\text{ср}}$  – дисперсія результатів вимірів показника відносно середньо-арифметичних цих результатів характеризує залишкове розсіювання показника;

$D_y$  – дисперсія, що встановлена за результатами декількох повторних вимірів показника в одній крапці й точність, що характеризує цей вимір.

Обидві дисперсії обчислюють за відомою формулою:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}{n - 1}, \quad (5.2)$$

де  $x_i$  та  $x$  – відповідно значення результатів вимірів показника та їх середньоарифметичне;

$n$  – число результатів.

Критерій Фішера, що обчислюється за формулою (5.1) як відношення більшої дисперсії до меншої, зіставляють із його табличним значенням для прийнятої довірчої ймовірності. Табличне значення критерію встановлюють із урахуванням ступенів свободи, що відповідають розглянутим дисперсіям. Ступінь свободи дисперсії приймають рівної  $n - 1$  ( $n$  – число вимірів, що використані для обчислення даної дисперсії).

Якщо обчислене значення критерію  $F_{расч}$  менше табличного  $F_{табл}$  для прийнятої довірчої ймовірності, то із цією довірчою ймовірністю існуюче залишкове розсіювання показника можна вважати наслідком помилок його виміру й, виходить, подальша робота даного змішувального пристрою неефективна й повинна бути припинена.

## 5.2 Методика виконання роботи

Так, для стаціонарних змішувальних установок циклічної дії, методика складається в проведенні декількох пробних замісів із різним часом перемішування. Для зменшення втрат матеріалів перший заміс здійснюють із часом перемішування  $t \approx (1,3 \dots 1,4) \cdot t_{ср}$ , де  $t_{ср}$  – середній час перемішування, що рекомендується для установки.

При наступних замісах час перемішування поступово зменшують на  $\Delta t$  так, щоб у результаті за 5–7 пробних замісів досягти приблизно  $0,8 t_{ср}$ . З кожного замісу за певними правилами відбирають 8–10 проб для визначення концентрації в'язкого (або іншого непрямого показника) і за цими результатами знаходять  $D_{ср,i}$  для даного часу перемішування. Дисперсію точності  $D_y$  знаходять за результатами 5–8 повторних визначень показника при першому замісі. За значеннями  $D_{ср,i}$  і  $D_y$  обчислюють для кожного замісу  $F$ -критерій і порівнюють його з табличним для прийнятої довірчої ймовірності. Загальноприйнятою в інженерних завданнях є 95 %-а довірча ймовірність, однак у цьому випадку при нормуванні  $P_D$  потрібно

враховувати тип змішувача, властивості матеріалів, що перемішують, і т. д. При досягненні умови  $F_{расч} > F_{табл}$  вважають, що із прийнятою  $R_D$  необхідним часом перемішування є час попереднього замісу.

З огляду на обмежений час на лабораторні роботи, техніка обґрунтування режиму перемішування в даній роботі спрацьовується на прикладі найпростішого процесу  $x_i$  змішання двох матеріалів твердих фаз – супіска й щебеневого матеріалу фракції 5–15. Для виконання роботи необхідний: лабораторний змішувач циклічної дії, технічні ваги, сита з отворами 2 і 5 мм, два піддони сит і супутній лабораторний інвентар.

Робота виконується бригадами студентів у складі 5–9 чол. Порядок виконання роботи наступний. По заданому викладачем відсотковому змісту готується суміш щебеню та ґрунту (від 40 % Щ + 60 % Г до 60 % Щ + 40 % Г по масі) й визначається кількість щебеню та ґрунту виходячи з умови використання місткості барабану змішувача на 35–40 %. Зважують ґрунт після роздрібнення й просівання через сито з отворами 2 мм, а щебені зважують із матеріалу, що представляє собою залишок на ситі 5 мм (тобто із щебенів попередньо відсівають частки менше 5 мм).

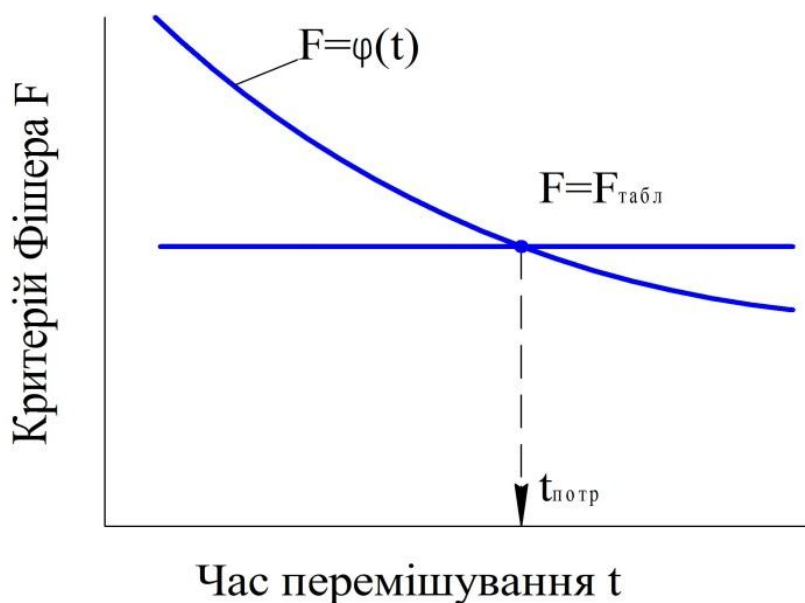


Рисунок 5.1 – Визначення необхідного часу перемішування матеріалів

Приготовлений щебінь та ґрунт завантажують у барабан змішувача й перемішують протягом часу  $t_1$  (наприклад, 20 с). Потім вміст обережно вивантажують перекиданням барабана й ділять конус, що утворився, на 8 секторів. Матеріал кожного сектора як окрему пробу суміші послідовно зважують, розсіюють на ситі 5 мм і за результатами розсіву визначають процентний вміст щебеню у пробі як відношення маси залишку на ситі до маси проби, що помножене на 100. Виділені ж після розсіву фракції ґрунту й щебеню зсипають у підготовлені для збору кожної з них ємності (у результаті цього після розсіву всіх секторів будуть отримані первісні навішення ґрунту й

щебеню). За отриманими для 8 проб значеннями відсотка щебеню, обчислюють за формулою (5.2) дисперсію  $D_{\text{ср}}$  для часу перемішування  $t_1$ .

Потім зібрані раніше фракції ґрунту й щебеню знову завантажують у барабан змішувача, перемішують у плинні  $t_2 = t_1 + \Delta t$  (наприклад,  $t_2 = 20 \text{ с} + 10 \text{ с} = 30 \text{ с}$ ). Далі визначають відсотковий вміст щебеню в кожній з 8 проб, роблять збір фракцій ґрунту й щебеню та обчислюють дисперсію  $D_{\text{ср}}$  для часу перемішування  $t_2$ .

У такому ж порядку здійснюють всі наступні пробні заміси. Час перемішування для кожного з них буде:

$$t_m = t_1 + (m - 1)\Delta t, \quad (5.3)$$

де  $m$  – порядковий номер пробного замісу.

Пробні заміси зупиняють, якщо два суміжних заміси дають близькі значення дисперсій. Оцінку близькості дисперсій можна зробити за критерієм Романівського. Для цього обчислюють величини:

$$O = \frac{N_2 - 3}{N_1 - 1} \cdot \frac{D_{\text{ср}2}}{D_{\text{ср}1}}; \quad \sigma = \sqrt{\frac{2(N_1 + N_2 - 4)}{(N_1 - 5)(N_2 - 1)}}, \quad (5.4)$$

де  $N_1, N_2$  – обсяги вибірок для обчислення дисперсій  $D_{\text{ср}1}$  і  $D_{\text{ср}2}$  (у цьому випадку  $N_1 = N_2 = 8$ ).

Якщо  $\frac{|O-1|}{\sigma_O} < 3$ , то розбіжність між дисперсіями порівнюються, що можна вважати випадковою й наступні пробні заміси не потрібні.

Для встановлення дисперсії  $D_y$ , що характеризує точність визначення відсотка щебеню, здійснюють заміс із часом перемішування  $t_{\text{п}} + 3\Delta t$ , де  $t_{\text{п}}$  – час останнього пробного замісу. Дисперсію  $D_y$  визначають у порядку, що аналогічний описаному вище порядку визначення  $D_{\text{ср}}$ .

За отриманим значенням  $D_{\text{ср}}$  і  $D_y$  обчислюють значення критерію Фішера для кожного часу перемішування вихідних матеріалів і будують графік  $F = \varphi(t)$  у координатах час перемішування  $t$ , критерій Фішера  $F$  (рис. 5.1). На графік наносять горизонтальну лінію, що відповідає табличному значенню критерія  $F$  для довірчої ймовірності  $P_{\text{Д}} = 0,95$  і ступенів свободи  $r = 8 - 1 = 7$  (табл. 5.1). Абсциса точки перетинання ліній  $F = \varphi(t)$  і  $F = F_{\text{табл}}$  визначить при  $P_{\text{Д}} = 0,95$  необхідний час перемішування матеріалів у даних умовах.

Таблиця 5.1 – Значення критерію Фішера при довірчій імовірності  $P_D = 0,95$

| Число ступенів свободи для $D_{cp}$ | Число ступенів свободи для $D_{cp}$ |      |       |      |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                     | 2                                   | 3    | 4     | 5    | 6     | 7     | 8     | 10    | 12    | 16    |
| 2                                   | 19,0                                | 19,6 | 19,24 | 19,3 | 19,33 | 19,35 | 19,37 | 19,39 | 19,41 | 19,43 |
| 3                                   | 9,55                                | 9,28 | 9,12  | 9,01 | 8,94  | 8,90  | 8,84  | 8,78  | 8,74  | 8,69  |
| 4                                   | 6,94                                | 6,59 | 6,39  | 6,26 | 6,16  | 6,10  | 6,04  | 5,97  | 5,91  | 5,84  |
| 5                                   | 5,79                                | 5,41 | 5,19  | 5,05 | 4,95  | 4,90  | 4,82  | 4,73  | 4,68  | 4,60  |
| 6                                   | 5,14                                | 4,76 | 4,53  | 4,39 | 4,28  | 4,21  | 4,15  | 4,07  | 4,00  | 3,92  |
| 7                                   | 4,74                                | 4,35 | 4,12  | 3,97 | 3,87  | 3,79  | 3,73  | 3,64  | 3,57  | 3,49  |
| 8                                   | 4,46                                | 4,07 | 3,84  | 3,69 | 3,58  | 3,50  | 3,44  | 3,35  | 3,28  | 3,20  |
| 9                                   | 4,26                                | 3,86 | 3,63  | 3,48 | 3,37  | 3,30  | 3,23  | 3,14  | 3,07  | 2,98  |
| 10                                  | 4,10                                | 3,71 | 3,48  | 3,33 | 3,22  | 3,13  | 3,07  | 2,98  | 2,91  | 2,82  |

### 5.3 Порядок виконання та оформлення роботи

1. Заповнюється журнал визначень показників однорідності суміші при пробних замісах (із прикладом його заповнення) згідно з вихідними даними (додаток В).

Таблиця 5.2 – Журнал визначень показників однорідності суміші при пробних замісах

| № з/п | Час перемішування при пробному замісі, с | Визначення відсоткового вмісту щебенів у пробах суміші |               |                             |                                | Визначення показників однорідності суміші (дисперсії $D_{cp}$ ) при пробних замісах |                   |               |                                        |
|-------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|----------------------------------------|
|       |                                          | № проби                                                | Маса проби, г | Маса залишку в ситі 5 мм, г | Відсоток вмісту щебеню в пробі | Середнє значення відсотка вмісту щебеню в пробах                                    | $x_i - x$         | $(x_i - x)^2$ | $D_{cp}$ для даного часу перемішування |
| 1     | 30                                       | 1                                                      | 840           | 353                         | 42,0                           | 49,6                                                                                | - 7,6             | 57,76         | 65,81                                  |
|       |                                          | 2                                                      | 790           | 399                         | 50,5                           |                                                                                     | +0,9              | 0,81          |                                        |
|       |                                          | 3                                                      | 955           | 420                         | 44,0                           |                                                                                     | - 5,6             | 31,36         |                                        |
|       |                                          | 4                                                      | 775           | 445                         | 57,4                           |                                                                                     | +7,8              | 60,84         |                                        |
|       |                                          | 5                                                      | 893           | 460                         | 51,5                           |                                                                                     | +1,9              | 3,61          |                                        |
|       |                                          | 6                                                      | 690           | 432                         | 64,0                           |                                                                                     | +14,4             | 207,36        |                                        |
|       |                                          | 7                                                      | 655           | 262                         | 40,0                           |                                                                                     | - 9,6             | 92,16         |                                        |
|       |                                          | 8                                                      | 744           | 350                         | 47,0                           |                                                                                     | - 2,6             | 6,76          |                                        |
| 2     | 40                                       |                                                        |               |                             | $\Sigma = 396,4$               |                                                                                     | $\Sigma = 460,66$ |               |                                        |
|       |                                          | 1                                                      |               |                             |                                |                                                                                     |                   |               |                                        |
|       |                                          | 8                                                      |               |                             |                                |                                                                                     |                   |               |                                        |
|       |                                          |                                                        |               |                             | $\Sigma =$                     |                                                                                     | $\Sigma =$        |               |                                        |

2. Визначення дисперсії точності вимірів відсоткового вмісту щебеню (після часу перемішування вихідних матеріалів  $t = t_{\Pi} + 3\Delta t$ ).

Таблиця 5.3 – Визначення дисперсії точності вимірів відсоткового вмісту щебеню

| Визначення відсоткового вмісту щебеню при паралельних визначеннях |               |                              |                         | Обчислення дисперсії точності вимірів відсоткового вмісту щебеню |           |               |       |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|-------|
| № проби                                                           | Маса проби, г | Маса залишку на ситі 5 мм, г | Відсоток щебеню в пробі | Середнє значення відсотка щебеню в пробах                        | $x_i - x$ | $(x_i - x)^2$ | $D_y$ |
|                                                                   |               |                              |                         |                                                                  |           |               |       |

3. Визначення значень критерію Фішера для кожного часу перемішування вихідних матеріалів.

Таблиця 5.4 – Визначення значень критерію Фішера для кожного часу перемішування вихідних матеріалів

| № пробного замісу | Час перемішування вихідних матеріалів | $D_{\text{ср}}$ | Обчислене значення критерію Фішера $F_{\text{расч}}$ |
|-------------------|---------------------------------------|-----------------|------------------------------------------------------|
|                   |                                       |                 |                                                      |

4. Визначення необхідного часу перемішування в даних умовах (з побудовою графіків  $F_{\text{расч}} = \varphi(t)$  і  $F_{\text{табл}}(P_D)$ ).

5. Висновок. Для готування суміші заданого вмісту в даних умовах необхідний час перемішування вихідних матеріалів становить  $t =$  .

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 6 ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ БЕТОНУ КОМПЛЕКСНИМ МЕТОДОМ (ПРИЛАД ГПНВ-5)

Мета роботи: ознайомлення студентів із комплексним методом визначення міцності бетону та навчання роботі з гідравлічним прес-насосом ГПНВ-5.

### 6.1 Теоретичні основи

Сутність комплексних іспитів бетону полягає у визначення фізико-механічних характеристик міцності на спільний відрив і сколювання; статичної твердості поверхневого шару.

Міцність бетону на спільний відрив і сколювання характеризується зусиллям на відрив  $P_{\text{від}}$ , тобто силою, що необхідна для руйнування бетону при висмикуванні закріпленого в бетоні анкерного пристрою (розтискний конус чи стрижень).

Статистична твердість поверхневого шару характеризується діаметром відбитка  $d_{\text{від}}$ , який залишається на поверхні конструкції від вдавнення в неї сталеві кульки, статистично прикладеного навантаження рівного 50 МПа.

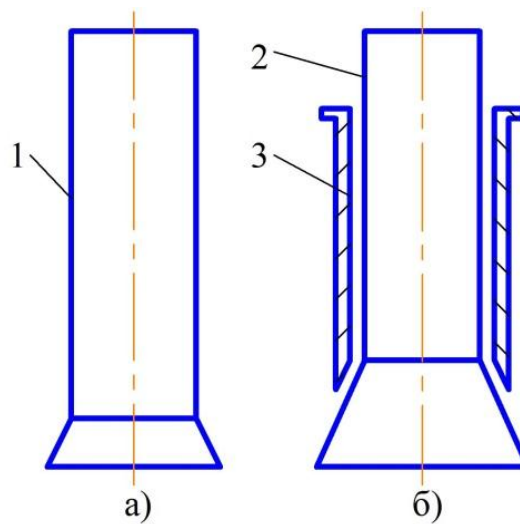
Міцність бетону на стиск  $R_{\text{СТ}}$  визначається за залежністю:

$$R_{\text{СТ}} = f(P_{\text{від}}) \quad \text{і} \quad R_{\text{СТ}} = f(d_{\text{від}}), \quad (6.1)$$

де  $P_{\text{від}}$  – зусилля на відрив, кг·с;

$d_{\text{від}}$  – діаметр відбитка, мм.

При проведенні іспитів у бетон дорожнього покриття встановлюють анкерний пристрій. Анкерний пристрій (рис. 6.1 а), який має робочий стрижень 1 з анкерною голівкою, встановлюють у покриття в процесі укладання бетонної суміші. Відстань від краю покриття до анкерного пристрою повинна бути не менше 100–50 мм, а відстань між осями сусідніх шпурів – не менше 200 мм.



а) виривний стрижень; б) розтискний конус

Рисунок 6.1 – Анкерні пристрої

Анкерний пристрій (рис. 6.1, б), який має рифлені сегментні щоби 3 і розтискний конус 2, встановлюють у готове покриття. При підготовці шпурів слід, як правило, використовувати механізований інструмент з алмазними чи твердосплавними свердлами. Пробивання шпурів може виконуватись пневматичними чи електричними молотками, постаченими спеціальними ударниками глибиною не менше 50 мм і діаметром 24,5–25 мм. У випадку, якщо окремі приватні величини діаметрів відбитків відрізняються більше, ніж на 25 % від середніх значень, то вони в розрахунок не приймаються, а іспит продовжують до одержання необхідних кількостей приватних результатів, що задовольняють цим вимогам.

Міцність бетону при стиску визначають для кожного відриву анкерного пристрою за залежністю

$$R_{\text{СТ}} = \alpha \cdot m \cdot P_{\text{Від}}, \text{ кг/см}^2, \quad (6.2)$$

де  $P_{\text{Від}}$  – зусилля на відрив анкерного пристрою в кг·с, що відповідає максимальному показанню манометра при іспитах;

$\alpha$  – коефіцієнт пропорційності в  $\text{см}^{-2}$  (табл. 6.1);

$m$  – коефіцієнт, що враховує максимальний розмір крупного заповнювача. При крупності заповнювача менш 50 мм  $m=1$ , при крупності заповнювача 50 мм та більше 50 мм  $m=1,1$ .

Фактична глибина закладення анкерного пристрою в бетон повинна відрізнятися від номінальної не більше, ніж на +1 мм (табл. 6.1).



Таблиця 6.1 – Значення коефіцієнта пропорційності

| Тип анкерного пристрою | Номинальна глибина закладення анкерного пристрою, мм | Умови твердіння бетону       | Значення коефіцієнта $\alpha$ для бетону |        |
|------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|--------|
|                        |                                                      |                              | важких                                   | легких |
| Стрижень               | 50                                                   | природна тепловолога обробка | 0,10                                     | 0,11   |
|                        |                                                      |                              | 0,12                                     | 0,12   |
| Розтискний конус       | 55                                                   | природна тепловолога обробка | 0,085                                    | 0,095  |
|                        |                                                      |                              | 0,10                                     | 0,095  |

Якщо фактична глибина закладення анкерного пристрою ( $l_{\phi}$ ) відрізняється від номінальної ( $l$ ) більше, ніж на 1 мм, то результат іспиту може бути використаний лише для орієнтованої оцінки міцності бетону. При цьому

$$R_{\text{ст}} = \alpha \cdot m \cdot P'_{\text{від}} \cdot \frac{l_{\phi}}{l}, \text{ кг/см}^2, \quad (6.3)$$

де  $P'_{\text{від}}$  – зусилля на відрив при глибині закладення анкерного пристрою  $l_{\phi}$ ;

$\alpha$  – коефіцієнт пропорційності (табл. 6.1);

$m$  – коефіцієнт, що враховує максимальний розмір крупності заповнювача бетону. При крупності заповнювача менш 50 мм  $m = 1$ , при крупності заповнювача 50 мм та більше 50 мм  $m = 1,1$ .

Результат іспиту не зараховують, якщо найменший і найбільший розмір зруйнованого бетону, рівні відстані від анкерного пристрою до границь руйнування, відрізняються один від іншого більше, ніж у 2 рази.

Реєстрацію результатів іспитів та їхню обробку ведуть у журналі іспиту (табл. 6.2).

## 6.2 Методика виконання роботи

Для виконання роботи необхідно: прилад ГПНВ-5, забетоновані стрижні, лист білого й копіювального паперу, кутова масштабна лінійка.

Гідравлічний прес-насос системи І. В. Вольфа призначений для визначення міцності бетону в конструкціях, виробках товщиною не менше 60 мм і дорожнім покритті, яке виготовлено зі звичайного дорожнього бетону. Він має наступні технічні характеристики:

- зусилля, що максимально розвивається – 5500 кг · с;
- вага приладу в робочому стані – 8 кг;
- габарити – (280×80×460);
- ціна поділки манометру – 5атм;

– межі показання манометру – 0–250 атм.

Принцип роботи пристрою ГПНВ-5 (рис. 6.2) полягає в наступному. Обертаючи ручку 2 приладу, подають олію в робочий циліндр 3. При цьому поршень, що знаходиться в ньому, піднімається, стискаючи возвратну пружину.

Переміщаючись вгору, поршень, який з'єднаний за допомогою спеціального штока 6 і підвісної муфти 4 з анкерним пристроєм 5, відриває його з частиною бетону. При цьому манометр 1 фіксує максимальний тиск на робочий поршень. Поворотна пружина після висмикування анкерного пристрою забезпечує повернення поршня у вихідне положення.

Одна з ніжок приладу оснащена сталевю кулькою 7, за допомогою якої при зусиллі 1000 кг·с одержують відбиток на поверхні бетону. Це дозволяє проводити комплексні іспити.

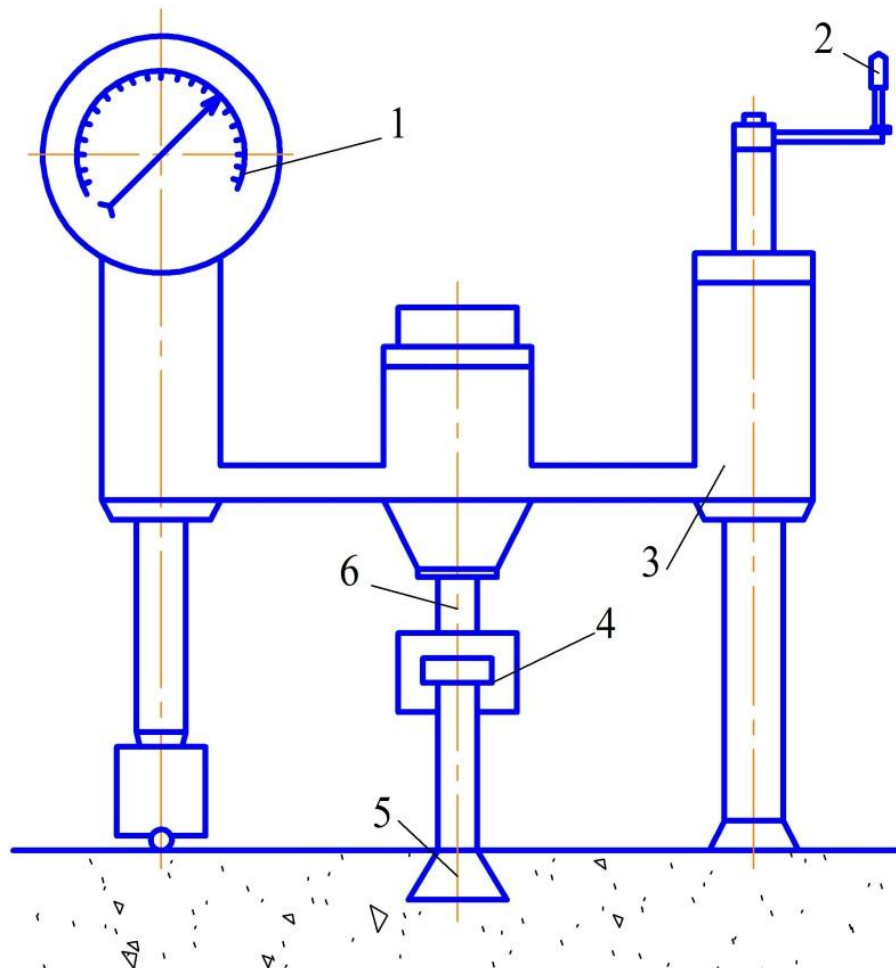


Рисунок 6.2 – Гідравлічний прес-насос ГПНВ-5

### 6.2.1 Порядок виконання та оформлення роботи

Прилад ГПНВ-5 встановлюється опорами на поверхню бетону й гайкою штока з'єднується з муфтою, пригвинченою на вивірний стрижень чи розтискний конус.

Під опору з кулькою підкладається лист копіювального й білого паперу так, щоб зачернена сторона копіювального паперу була звернена до білого листа, а зворотня сторона – до опори приладу.

За допомогою висувних опор і гайки штоку прилад центрується й закріплюється.

Плавним обертанням ручки гвинта насоса створюється тиск, що необхідний для одержання зусилля в  $1000 \text{ кг} \cdot \text{с}$ , а потім тиск знімається, з-під опори забирають аркуші паперу з відбитками. Необхідна кількість відбитків (не менше 5 іспитів на одній ділянці) забезпечується послідовними поворотами приладу навколо анкера на  $30^\circ\text{--}45^\circ$ .

Вторинним обертанням ручки насоса створюється необхідний для виривання стрижня чи розтискного конуса тиск, який фіксується на манометрі.

Міцність бетону при стиску  $R_{\text{СТ}}$  за результатами іспитів міцності поверхневого шару, яка характеризується діаметром відбитка  $d_{\text{Від}}$  визначають за графіком залежності  $R_{\text{СТ}} = f(d_{\text{Від}})$  для звичайного важкого бетону марок 70–600 (рис. 6.3).

Діаметр відбитка на папері вимірюється кутовим масштабом із точністю до 0,1 мм. Він визначається як середнє арифметичне значення результатів вимірів двох взаємно перпендикулярних діаметрів. Відбитки овальної форми, взаємно перпендикулярні діаметри яких відрізняються один від одного більше ніж на 15 % не враховуються.

При побудові тарувальної залежності та визначенні міцності бетону у виробках величина діаметра відбитка обчислюється як середнє арифметичне не менше ніж з 5 приватних іспитів.

Результати іспитів заносимо до табл. 6.2.

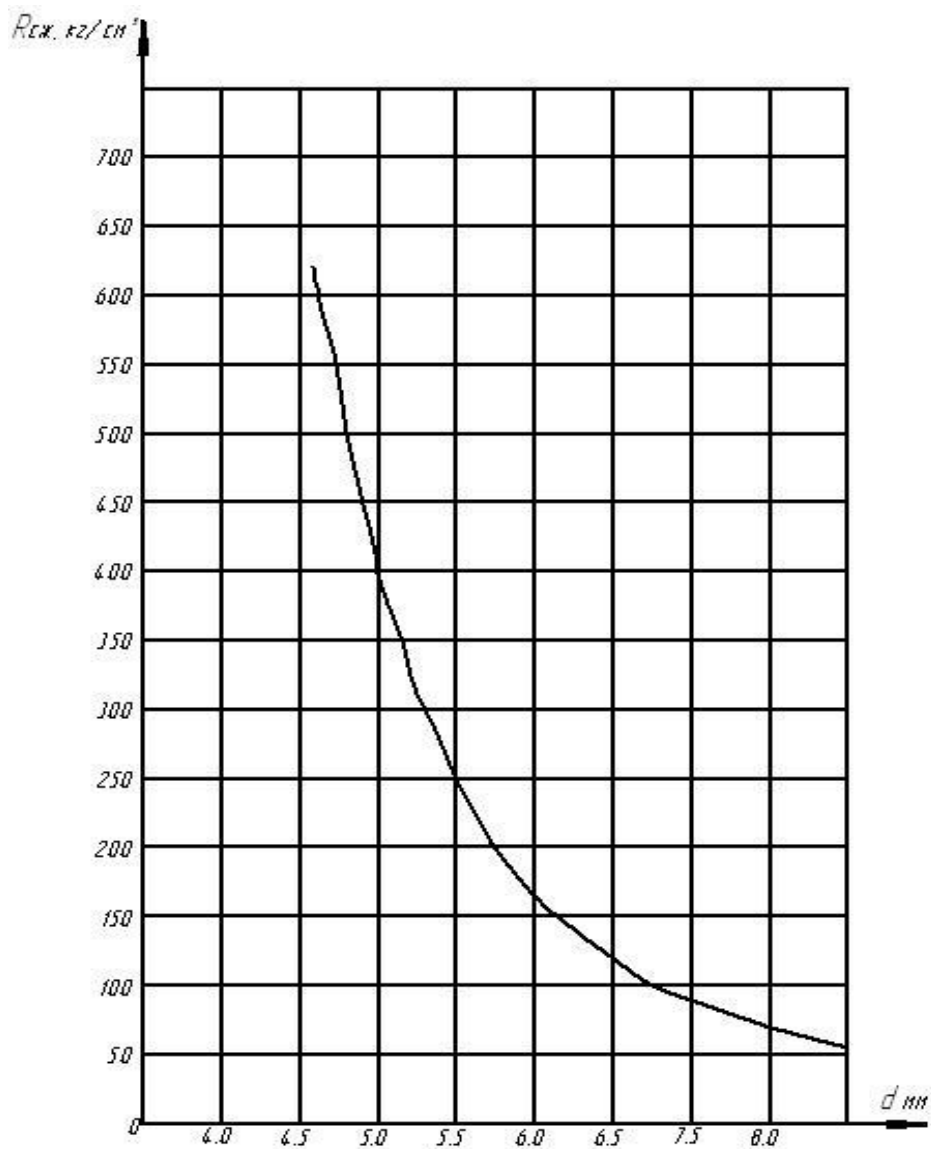


Рисунок 6.3 – Графік залежності  $R_{ст} = f(d_{від})$  для звичайного важкого бетону марок 70–600

Таблиця 6.2 – Журнал іспитів міцності бетону приладом ГПНВ-5

| № з/п | Найменування виробу | Дані про бетон |                 | Марка | Дата випробувань | Результати випробувань |         |                   |         | Міцність бетону, кг/см <sup>2</sup> |                      | Поправочні коефіцієнти для посилення відриву |                         |
|-------|---------------------|----------------|-----------------|-------|------------------|------------------------|---------|-------------------|---------|-------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------|-------------------------|
|       |                     | Склад бетону   | Режим твердіння |       |                  | Діаметр відбитків, мм  |         | Зусилля на відрив |         | по діаметру відбитку                | по зусиллю на відрив | на крупність щебеню                          | на глибину висмикування |
|       |                     |                |                 |       |                  | частки                 | середні | частки            | середні |                                     |                      |                                              |                         |
| 1     | 2                   | 3              | 4               | 5     | 6                | 7                      | 8       | 9                 | 10      | 11                                  | 12                   | 13                                           | 14                      |
|       |                     |                |                 |       |                  |                        |         |                   |         |                                     |                      |                                              |                         |

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7**

### **РОЗРОБКА СХЕМИ ОПЕРАЦІЙНОГО КОНТРОЛЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ І ЯКОСТІ РОБІТ**

Мета роботи: закріплення знань технологічних процесів по будівництву автомобільних доріг, уміння розділяти їх на робочі операції; придбання навичок у виборі методів контролю технологічних режимів і якості робіт і у встановленні допусків на основні режими та результати робіт з обліком вимог ДБН та інших нормативних документів; навчання складанню схеми операційного контролю робочих технологічних процесів.

#### **7.1 Теоретичні основи**

Робочий технологічний процес поєднує робочі операції, що необхідні для одержання кінцевого продукту. Тому розробка схеми операційного контролю починається з розподілення розглянутого технологічного процесу на робочі операції. Основа для такого розподілення – технологічна карта процесу, а при її відсутності – правила провадження робіт, що встановлюються ДБН В.2.3-4:2007 і відповідними технічними правилами.

Після розподілення технологічного процесу для кожної робочої операції конкретно встановлюють:

- відповідність чого чи якого технологічного режиму вимогам проекту, правилам провадження робіт, ДБН В.2.3-4:2007 чи ГОСТ потрібно контролювати;

- яким методом варто здійснювати контроль;
- яке устаткування необхідне для здійснення контролю;
- в який період провадження робіт потрібно здійснювати контроль;
- ким (робітником, бригадиром, майстром, виконробом тощо) повинен здійснюватися даний контроль;

- які допуски встановлені для даного технологічного режиму;

- що з контрольованого повинно оформлятися актами схованих робіт.

Крім того, схема повинна містити допуски на найважливіші технологічні режими й основні результати робіт, які встановлені стандартами підприємства (СТП), а при їх відсутності – відповідними ДБН, відомчими будівельними нормами (ВБН), технічними умовами (ТУ), технічними правилами (ТП) і державними стандартами.

Усі зазначені дані заносять у схему стандартної форми.

При розробці схеми потрібно мати на увазі, що для підвищення дієвості операційного контролю методи контролю варто вибирати з урахуванням реальної забезпеченості необхідним устаткуванням і оперативними можливостями конкретної організації.

## 7.2 Методика виконання роботи

Кожній бригаді студентів задається свій технологічний процес згідно з вихідними даними (додаток Г).

Лабораторна робота виконується в два етапи: описи заданого технологічного процесу та розподілення його на робочі операції; встановлення для кожної операції даних по приведеному вище переліку та складання схеми операційного контролю процесу. До другого етапу можна приступати тільки після узгодження з викладачем результатів першого етапу.

При виконанні роботи студенти використовують: навчальну літературу по будівництву доріг і приготуванню матеріалів, збірники типових технологічних схем виробництва основних дорожньо-будівельних робіт, ДБН В.2.3-4:2007, ДБН Д. 2-1-99 «Земляні роботи», ДБН Д.2-27-99 «Автомобільні дороги» та іншу нормативно-технологічну документацію.

Нижче наведено схему оформлення роботи на прикладі розробки схеми операційного контролю укладання шару одягу з мінерального матеріалу, що оброблений органічним в'язким в установці.

## 7.3 Порядок виконання та оформлення роботи

Розробка схеми операційного контролю технологічних режимів і якості робіт:

1. Заданий технологічний процес – укладання шару одягу з мінерального матеріалу, що оброблений органічним в'язким в установці.

2. Опис процесу.

Мета – улаштування конструктивного шару одягу. Спосіб здійснення – укладання й ущільнення готової гарячої суміші на раніше підготовлену основу. Суміш приготовлена з використанням бітуму БНД 90/130. Суміш укладається за допомогою асфальтоукладача на ширину 3,5 м. Загальна ширина шару, що укладається – 7 м. Структура основи допускає можливість руху по ньому технологічного транспорту. Кліматичні умови відповідають вимогам технічних правил провадження робіт.

Технологія укладання шару повинна забезпечити спільну роботу шару, що укладається, з основою. Ущільнює шар комплект гладко барабанних самохідних котків.

3. Розділення технологічного процесу на робочі операції.

Для досягнення поставленої мети в зазначених умовах, технологічний процес повинен включати наступні операції: пристрій бічних опорів, очищення поверхні основи шару, підгрунтовку основи, приймання, укладання й ущільнення суміші, зняття бічних опорів.

4. Складання схеми операційного контролю процесу (табл.7.1).

Таблиця 7.1 – Схема операційного контролю улаштування шару з гарячого чорного щебеню

| Операція                      | Склад контролю                                                                                    | Спосіб контролю                             | Час контролю                 | Допуски при провадженні робіт                                                                                       | Що здійснює контроль               | Необхідність складання акту схованих робіт |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------|
| 1                             | 2                                                                                                 | 3                                           | 4                            | 5                                                                                                                   | 6                                  | 7                                          |
| Улаштування бічних упорів     | Правильність пристрою упорів у плані та профілі. Надійність кріплення упорів                      | Теодоліт, мірна стрічка, нівелір. Візуально | У процесі роботи. Те ж       | Горизонтальні відхилення – 5 см.<br>Висотні оцінки – 50 мм                                                          | Майстер (геодезист)<br>Бригадир    |                                            |
| Підготовка нижчележачого шару | Якість підготовки основи (щільність, рівність, поперечні ухили, відповідність висотних позначок). | Нівелір, рейка, шаблон. Лабораторний        | До завершення суміші         | Щільність $\pm 5\%$<br>Просвіт під рейкою довжиною 3 м – 7 мм<br>Поперечний ухил – 0,01<br>Висотні позначки – 50 мм | Лабораторна<br><br>Майстер<br>Те ж | +                                          |
|                               | Якість очищення                                                                                   | Візуально                                   | До завершення суміші         |                                                                                                                     | Бригадир                           | +                                          |
|                               | Якість підgruntовки                                                                               | Те ж                                        | До завершення суміші         | Норма розливу 0,6 – 0,8 л/м <sup>2</sup>                                                                            | Те ж                               | +                                          |
| Прийомка суміші               | Якість суміші                                                                                     | Лабораторний<br>Візуально                   | На АБЗ один раз на 3–4 зміни | За ГОСТ 9128-84                                                                                                     | Лабораторна                        |                                            |
|                               | Температура суміші                                                                                | Термометром                                 | До вивантаження суміші       | Не нижче 120 °С                                                                                                     | Майстер                            | +                                          |
| Укладка суміші                | Тривалість укладки. Товщина та рівномірність розподілу неущільненої суміші.                       | Облік часу<br>Щуп, мірна лінійка            | У процесі роботи. Те ж       | Відповідно до проекту. Товщина на 20 % більше проектної, нерівномірність – 10 %.                                    | Бригадир<br>Майстер                | +                                          |
|                               | Забезпечення ухилів. Улаштування стиків із раніше укладеним матеріалом.                           | Шаблоном<br>Візуально                       | У процесі роботи<br>Те ж     | Ухили – 0,01                                                                                                        | Бригадир<br>Те ж                   | +                                          |

## Продовження таблиці 7.1

| 1                | 2                 | 3                                    | 4                                             | 5                                   | 6                                   | 7            |
|------------------|-------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------|
| Ущільнення       | Режим ущільнення  | Візуально                            | При ущільненні.                               | За ДБН В.2.3-4: 2007<br>10 %        | Прораб                              | +            |
|                  | Товщина шару      | Вирубці відповідно ДБН В.2.3-4: 2007 | Після ущільнення                              | Коефіцієнт ущільнення не нижче 0,97 | Те ж<br>Лабораторія                 | +            |
|                  | Якість ущільнення |                                      |                                               |                                     |                                     |              |
|                  | Рівність поверхні | Товчкомір або ПКРС                   | Те ж                                          | Не більше 40 см/км.                 | Прораб                              | +            |
|                  | Якість спряження  | Контрольні вирубки                   | Те ж                                          | Монолітність 95 %                   | Те ж                                | +            |
|                  | Якість кромки     | Фактура поверхні                     | Візуально ігольчатий або маятниковий пристрій | Те ж<br>Те ж                        | –<br>Коефіцієнт зчеплення більш 0,7 | Те ж<br>Те ж |
| Фактура поверхні |                   |                                      |                                               |                                     |                                     |              |



## ВИСНОВКИ

Сучасні автотранспортні засоби потребують створення надійних дорожніх споруд, які необхідно дотримувати та піддержувати в працездатному стані. Будівництво автомобільних доріг складається з будівництва комплексу дорожніх конструктивів, основним з яких за значенням і вартістю є дорожній одяг.

Дорожній одяг повинен бути досить міцним, щоб протягом тривалого строку витримувати вплив навантаження від автомобілів, зносостійким і мати здатність зберігати властивості міцності й цілісності при впливі як підвищеної позитивної (термостійкість), так і негативної (морозостійкість) температури.

Під час виконання лабораторних робіт студенти ознайомились з методами контролю якості технологічних режимів та транспортно-експлуатаційних показників дорожнього одягу, придбали навички у виборі методів контролю технологічних режимів і якості робіт, а також у встановленні допусків на основні режими та результати робіт з обліком вимог ДБН та інших нормативних документів.

Здобуті навички дозволять майбутнім фахівцям вибрати та обґрунтувати найбільш раціональні технологічні режими улаштування шарів дорожнього одягу та методи контролю якості цих шарів.

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

1. Державні будівельні норми України. Споруди транспорту. Автомобільні дороги: ДБН В.2.3-4:2007. [Чинний від 2009-04-27] – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 85 с.
2. Операционный контроль качества земляного полотна и дорожных одежд / [И. Е. Евгеньев, А. Я. Тулаев, В. С. Порожняков и др.]; под ред. А. Я. Тулаева. – М.: Транспорт, 1985. – 224 с.
3. Кизима С. С. Технология строительства автомобильных дорог: лабораторный практикум / С. С. Кизима – К.: Вища шк. Головне вид-во, 1985. – 136 с.
4. Фомина Р. В. Лабораторные работы по дорожно-строительным материалам: учебное пособие для техникумов / Р. В. Фомина. – М.: Транспорт, 1987. – 103 с.
5. Строительство автомобильных дорог: справ. инж.-дорожника / под ред. В. А. Бочина. – М.: Транспорт, 1980. – 512 с.
6. 6. Технологические схемы комплексной механизации основных видов дорожно-строительных работ: ВСН 10-92. – М.: Транспорт, 1994. – 110 с.
7. Схеми операційного контролю якості дорожньо-будівельних робіт та з ремонту і утримання автомобільних доріг. – К.: Укрдортехнологія, 2002. – 131 с.
8. Заворицький В. Й. Селешні вулиці й дороги: навч. посібник / В. Й. Заворицький, В. П. Старовойда, В. С. Чвак. – К.: НМК ВО, 1992. – 220 с.

## ДОДАТОК А

### ВИХІДНІ ДАНІ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 1

Таблиця А.1 – Вихідні дані до самостійної роботи

| № варіанта | Геометричні параметри | Конструктивний шар                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------|-----------------------|----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1          | 2                     | 3                                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| № 1        |                       | Асфальтобетонне покриття               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | ширина                | 750,00 см (проект)                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 750                                    | 745 | 748 | 751 | 752 | 753 | 754 | 751 | 752 | 754 |
|            | товщина               | 12,00 см (проект)                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 12                                     | 13  | 11  | 12  | 14  | 12  | 10  | 11  | 11  | 12  |
| № 2        |                       | Цементобетонне покриття                |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | ширина                | 700,00 см (проект)                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 699                                    | 700 | 701 | 702 | 703 | 701 | 699 | 698 | 697 | 703 |
|            | товщина               | 24,00 см (проект)                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 24                                     | 20  | 21  | 25  | 23  | 24  | 26  | 28  | 24  | 24  |
| № 3        |                       | Мозаїкова бруківка                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | ширина                | 750,00 см (проект)                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 750                                    | 752 | 753 | 754 | 748 | 747 | 748 | 749 | 750 | 751 |
|            | товщина               | 28,00 см (проект)                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 28                                     | 26  | 24  | 29  | 28  | 28  | 26  | 24  | 29  | 28  |
| № 4        |                       | Основа з ґрунту, що укріплений бітумом |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | ширина                | 750,00 см (проект)                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 750                                    | 745 | 748 | 751 | 752 | 753 | 754 | 751 | 752 | 754 |
|            | товщина               | 45,00 см (проект)                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 45                                     | 43  | 42  | 40  | 47  | 48  | 45  | 46  | 44  | 43  |
| № 5        |                       | Щебенева основа                        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | ширина                | 700,00 см (проект)                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 702                                    | 698 | 699 | 700 | 703 | 705 | 701 | 706 | 703 | 698 |
|            | товщина               | 53,00 см (проект)                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 52                                     | 53  | 51  | 52  | 54  | 52  | 53  | 51  | 55  | 55  |
| № 6        |                       | Щебенево-піщана основа                 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | ширина                | 700,00 см (проект)                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 699                                    | 699 | 698 | 700 | 702 | 701 | 698 | 703 | 701 | 702 |
|            | товщина               | 59,00 см (проект)                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 62                                     | 59  | 61  | 62  | 58  | 62  | 60  | 61  | 60  | 58  |
| № 7        |                       | Морозозахисний шар зі шлаку            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | ширина                | 750,00 см (проект)                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 750                                    | 747 | 746 | 745 | 753 | 750 | 751 | 752 | 747 | 752 |
|            | товщина               | 28,00 см (проект)                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|            | виміри                | 32                                     | 29  | 31  | 27  | 28  | 32  | 30  | 26  | 31  | 28  |

## Продовження таблиці А.1

| 1    | 2       | 3                                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------|---------|----------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| № 8  |         | Гравійна основа                        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | ширина  | 750,00 см (проект)                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | виміри  | 750                                    | 749 | 745 | 747 | 745 | 750 | 751 | 752 | 749 | 752 |
|      | товщина | 48,00 см (проект)                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | виміри  | 48                                     | 45  | 47  | 50  | 51  | 48  | 49  | 47  | 48  | 48  |
| № 9  |         | Дренувальний шар із піску              |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | ширина  | 750,00 см (проект)                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | виміри  | 752                                    | 749 | 745 | 747 | 745 | 750 | 751 | 752 | 749 | 752 |
|      | товщина | 34,00 см (проект)                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | виміри  | 32                                     | 31  | 29  | 31  | 32  | 33  | 35  | 36  | 31  | 34  |
| № 10 |         | Бруківка                               |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | ширина  | 600,00 см (проект)                     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | виміри  | 600                                    | 595 | 598 | 601 | 602 | 603 | 604 | 601 | 602 | 604 |
|      | товщина | 12,00 см (проект)                      |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | виміри  | 12                                     | 14  | 10  | 11  | 12  | 12  | 9   | 11  | 10  | 8   |
| № 11 |         | Основа з щебеня, що укріплена цементом |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | ширина  | 750 см (проект)                        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | виміри  | 749                                    | 745 | 746 | 747 | 754 | 750 | 751 | 752 | 748 | 753 |
|      | товщина | 25 см (проект)                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | виміри  | 26                                     | 24  | 27  | 23  | 25  | 21  | 23  | 27  | 22  | 28  |
| № 12 |         | Основа зі шлаку                        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | ширина  | 800 см (проект)                        |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | виміри  | 798                                    | 799 | 795 | 797 | 795 | 801 | 805 | 809 | 803 | 796 |
|      | товщина | 27 см (проект)                         |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|      | виміри  | 26                                     | 25  | 24  | 27  | 28  | 29  | 21  | 30  | 33  | 29  |

**ДОДАТОК Б**  
**ВИХІДНІ ДАНІ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 2**

Таблиця Б.1 – Вихідні дані

| №     |   | Оцінка ступеня рівності проїзної частини               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|---|--------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1     |   | 2                                                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|       |   | Щебенеve покриття, що оброблене в'язким, III категорія |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|       |   | Відліки за поштовхоміром                               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| км    |   | 100                                                    | 101   | 102   | 103   | 104   | 105   | 106   | 107   | 108   | 109   | 110   |
| заїзд |   | по ходу поштовхоміра                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 1/5   | 1 | 910                                                    | 1090  | 1195  | 1270  | 1342  | 1494  | 1698  | 2018  | 2198  | 2300  | 2380  |
|       | 2 | 5120                                                   | 5306  | 5409  | 5481  | 5554  | 5710  | 5915  | 6238  | 6420  | 6525  | 6602  |
|       | 3 | 8540                                                   | 8724  | 8826  | 8900  | 8971  | 9125  | 9328  | 9650  | 9831  | 9935  | 10016 |
|       |   | проти ходу поштовхоміра                                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|       | 1 | 4300                                                   | 4240  | 4095  | 4000  | 3922  | 3860  | 3750  | 3596  | 3286  | 3135  | 3020  |
|       | 2 | 8194                                                   | 8130  | 7990  | 7894  | 7814  | 7750  | 7645  | 7485  | 7170  | 7018  | 6900  |
|       | 3 | 12050                                                  | 11983 | 11840 | 11748 | 11665 | 11600 | 11493 | 11340 | 11020 | 10866 | 10750 |
|       |   | Щебенеve покриття, IV категорія                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|       |   | Відліки за поштовхоміром                               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| км    |   | 30                                                     | 31    | 32    | 33    | 34    | 35    | 36    | 37    | 38    | 39    | 40    |
| заїзд |   | по ходу поштовхоміра                                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2/6   | 1 | 150                                                    | 255   | 378   | 538   | 719   | 930   | 1235  | 1400  | 1670  | 2080  | 2300  |
|       | 2 | 4500                                                   | 4603  | 4725  | 4889  | 5082  | 5290  | 559   | 5764  | 6035  | 6440  | 6862  |
|       | 3 | 9350                                                   | 9422  | 9544  | 9706  | 9890  | 10100 | 10400 | 10568 | 1080  | 11243 | 11666 |

Продовження таблиці Б.1

| 1   |       | 2                                      |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|     |       | проти ходу поштовхоміра                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 2/6 | 1     | 4460                                   | 4397  | 4285  | 4150  | 3992  | 3770  | 3557  | 3315  | 3152  | 2852  | 2400  |
|     | 2     | 9300                                   | 9258  | 9147  | 9017  | 8857  | 8631  | 8430  | 8176  | 8015  | 7710  | 7260  |
|     | 3     | 14211                                  | 14120 | 14010 | 13878 | 13716 | 13492 | 13920 | 13039 | 12877 | 12574 | 12120 |
|     |       | Асфальтобетонне покриття, II категорія |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|     |       | Відліки за поштовхоміром               |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| км  | 40    | 41                                     | 42    | 43    | 44    | 45    | 46    | 47    | 48    | 49    | 50    |       |
|     |       | по ходу поштовхоміра                   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 3/7 | заїзд | 1230                                   | 1264  | 1304  | 1425  | 1476  | 1499  | 1560  | 1705  | 1807  | 1859  | 1895  |
|     | 1     | 3860                                   | 3894  | 3935  | 4055  | 4105  | 4130  | 4192  | 4333  | 4433  | 4484  | 4519  |
|     | 3     | 5650                                   | 5682  | 5724  | 5845  | 5898  | 5924  | 5987  | 6129  | 6230  | 6285  | 6219  |
|     |       | проти ходу поштовхоміра                |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| 3   | 1     | 2750                                   | 2706  | 2672  | 2632  | 2530  | 2486  | 2456  | 2405  | 2295  | 2251  | 2220  |
|     | 2     | 5292                                   | 5251  | 5220  | 5179  | 5078  | 5032  | 4999  | 4949  | 4829  | 4789  | 4755  |
|     | 3     | 7995                                   | 7930  | 7917  | 7873  | 7770  | 7727  | 7693  | 7640  | 7528  | 7485  | 7455  |

## Закінчення таблиці Б.1

| 1     |   | 2                                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |
|-------|---|----------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|--|
|       |   | Цементобетонне покриття, III категорія |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |
|       |   | Відліки за поштовхоміром               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |
| км    |   | 55                                     | 56   | 57   | 58   | 59   | 60   | 61   | 62   | 63   | 64   | 65   |  |  |  |
| заїзд |   | по ходу поштовхоміра                   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |
| 4/8   | 1 | 1420                                   | 1453 | 1496 | 1600 | 1685 | 1746 | 1857 | 1999 | 2160 | 2232 | 2285 |  |  |  |
|       | 2 | 5100                                   | 5137 | 5184 | 5290 | 5374 | 5437 | 5549 | 5690 | 5854 | 5928 | 5978 |  |  |  |
|       | 3 | 7455                                   | 7490 | 7538 | 7643 | 7725 | 7785 | 7895 | 8040 | 8202 | 8273 | 8325 |  |  |  |
|       |   | проти ходу поштовхоміра                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |  |
| 4/8   | 1 | 4275                                   | 4245 | 4199 | 4145 | 4053 | 4000 | 3939 | 3837 | 3716 | 3565 | 3500 |  |  |  |
|       | 2 | 6964                                   | 6932 | 6884 | 6831 | 6740 | 6684 | 6624 | 6523 | 6420 | 6266 | 6200 |  |  |  |
|       | 3 | 9234                                   | 9201 | 9136 | 9114 | 9104 | 9060 | 8995 | 8895 | 8770 | 8617 | 8550 |  |  |  |

## ДОДАТОК В

### ВИХІДНІ ДАНІ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ № 5

Таблиця В.1 – Вихідні дані

| Час<br>перемішування,<br>с | Маси на ситі | № проби |     |     |     |     |     |
|----------------------------|--------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
|                            |              | 1       | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
| 1                          | 2            | 3       | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| Варіант 1                  |              |         |     |     |     |     |     |
| 30                         | Маса проби   | 680     | 715 | 690 | 840 | 760 | 625 |
|                            | Маса залишку | 350     | 385 | 300 | 400 | 310 | 340 |
| 40                         | Маса проби   | 650     | 800 | 710 | 620 | 685 | 740 |
|                            | Маса залишку | 300     | 350 | 380 | 350 | 310 | 325 |
| 50                         | Маса проби   | 760     | 800 | 820 | 700 | 755 | 730 |
|                            | Маса залишку | 385     | 360 | 400 | 380 | 350 | 410 |
| 80                         | Маса проби   | 700     | 850 | 670 | 735 | 800 | 690 |
|                            | Маса залишку | 320     | 410 | 360 | 400 | 380 | 300 |
| Варіант 2                  |              |         |     |     |     |     |     |
| 30                         | Маса проби   | 690     | 725 | 680 | 830 | 770 | 635 |
|                            | Маса залишку | 360     | 385 | 310 | 410 | 320 | 350 |
| 40                         | Маса проби   | 670     | 800 | 720 | 630 | 685 | 750 |
|                            | Маса залишку | 310     | 360 | 370 | 350 | 320 | 315 |
| 50                         | Маса проби   | 765     | 790 | 825 | 700 | 745 | 730 |
|                            | Маса залишку | 380     | 355 | 400 | 370 | 350 | 420 |
| 80                         | Маса проби   | 710     | 855 | 660 | 745 | 825 | 690 |
|                            | Маса залишку | 330     | 410 | 350 | 400 | 395 | 310 |
| Варіант 3                  |              |         |     |     |     |     |     |
| 30                         | Маса проби   | 720     | 770 | 685 | 835 | 700 | 640 |
|                            | Маса залишку | 380     | 325 | 320 | 400 | 350 | 360 |
| 40                         | Маса проби   | 830     | 760 | 680 | 720 | 660 | 705 |
|                            | Маса залишку | 405     | 330 | 360 | 340 | 330 | 310 |
| 50                         | Маса проби   | 670     | 820 | 730 | 660 | 700 | 780 |
|                            | Маса залишку | 355     | 400 | 360 | 300 | 340 | 380 |
| 80                         | Маса проби   | 710     | 780 | 650 | 820 | 690 | 650 |
|                            | Маса залишку | 350     | 390 | 340 | 405 | 350 | 310 |
| Варіант 4                  |              |         |     |     |     |     |     |
| 30                         | Маса проби   | 700     | 835 | 640 | 770 | 720 | 685 |
|                            | Маса залишку | 350     | 400 | 360 | 325 | 380 | 320 |
| 40                         | Маса проби   | 760     | 680 | 705 | 830 | 720 | 650 |
|                            | Маса залишку | 330     | 360 | 310 | 405 | 340 | 325 |
| 50                         | Маса проби   | 820     | 660 | 780 | 700 | 670 | 730 |
|                            | Маса залишку | 400     | 300 | 380 | 34  | 355 | 360 |
| 80                         | Маса проби   | 690     | 650 | 820 | 710 | 650 | 780 |
|                            | Маса залишку | 350     | 310 | 405 | 350 | 340 | 390 |



Таблиця В.2 – Вихідні дані

| Час<br>перемішування,<br>с | Маси на ситі | № проби |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------------------|--------------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                            |              | 1       | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| 1                          | 2            | 3       | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| Варіант 5                  |              |         |     |     |     |     |     |     |     |
| 30                         | Маса проби   | 850     | 670 | 700 | 810 | 690 | 760 | 720 | 620 |
|                            | Маса залишку | 400     | 320 | 350 | 450 | 300 | 400 | 290 | 380 |
| 40                         | Маса проби   | 900     | 820 | 750 | 760 | 650 | 700 | 860 | 875 |
|                            | Маса залишку | 500     | 410 | 400 | 350 | 300 | 420 | 410 | 300 |
| 50                         | Маса проби   | 700     | 820 | 650 | 900 | 710 | 850 | 660 | 750 |
|                            | Маса залишку | 350     | 450 | 300 | 490 | 380 | 390 | 340 | 350 |
| 80                         | Маса проби   | 780     | 860 | 910 | 730 | 690 | 770 | 820 | 880 |
|                            | Маса залишку | 370     | 410 | 480 | 360 | 370 | 400 | 430 | 410 |
| Варіант 6                  |              |         |     |     |     |     |     |     |     |
| 30                         | Маса проби   | 670     | 700 | 850 | 810 | 695 | 760 | 730 | 620 |
|                            | Маса залишку | 320     | 355 | 400 | 450 | 310 | 400 | 300 | 380 |
| 40                         | Маса проби   | 750     | 820 | 760 | 900 | 665 | 710 | 860 | 880 |
|                            | Маса залишку | 400     | 410 | 350 | 500 | 315 | 430 | 410 | 310 |
| 50                         | Маса проби   | 710     | 700 | 825 | 650 | 900 | 850 | 670 | 750 |
|                            | Маса залишку | 380     | 350 | 455 | 300 | 490 | 390 | 350 | 350 |
| 80                         | Маса проби   | 910     | 855 | 690 | 780 | 825 | 370 | 770 | 880 |
|                            | Маса залишку | 480     | 405 | 370 | 400 | 435 | 360 | 400 | 410 |
| Варіант 7                  |              |         |     |     |     |     |     |     |     |
| 30                         | Маса проби   | 840     | 790 | 955 | 775 | 893 | 690 | 655 | 744 |
|                            | Маса залишку | 353     | 399 | 420 | 445 | 460 | 432 | 262 | 350 |
| 40                         | Маса проби   | 800     | 750 | 660 | 820 | 935 | 850 | 685 | 825 |
|                            | Маса залишку | 350     | 380 | 270 | 445 | 430 | 420 | 305 | 450 |
| 50                         | Маса проби   | 780     | 820 | 795 | 940 | 860 | 674 | 688 | 770 |
|                            | Маса залишку | 400     | 395 | 420 | 450 | 445 | 380 | 315 | 365 |
| 80                         | Маса проби   | 760     | 805 | 920 | 780 | 690 | 675 | 820 | 845 |
|                            | Маса залишку | 390     | 420 | 445 | 365 | 340 | 330 | 400 | 430 |
| Варіант 8                  |              |         |     |     |     |     |     |     |     |
| 30                         | Маса проби   | 830     | 790 | 690 | 889 | 770 | 660 | 955 | 750 |
|                            | Маса залишку | 360     | 385 | 430 | 455 | 435 | 270 | 425 | 370 |
| 40                         | Маса проби   | 750     | 800 | 660 | 810 | 935 | 850 | 670 | 830 |
|                            | Маса залишку | 385     | 360 | 270 | 435 | 430 | 420 | 300 | 450 |
| 50                         | Маса проби   | 795     | 790 | 785 | 950 | 865 | 680 | 700 | 780 |
|                            | Маса залишку | 420     | 410 | 400 | 460 | 450 | 390 | 330 | 375 |
| 80                         | Маса проби   | 760     | 805 | 930 | 775 | 690 | 680 | 820 | 850 |
|                            | Маса залишку | 390     | 420 | 455 | 360 | 340 | 335 | 400 | 435 |

## ДОДАТОК Г

### ВИХІДНІ ДАНІ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РАБОТИ № 7

Таблиця Г.1 – Вихідні дані

| Варіант                                | Технологічний процес                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Будівництво автомобільних доріг        |                                                                                                                                                                                        |
| 1                                      | Улаштування насипів                                                                                                                                                                    |
| 2                                      | Улаштування виїмок                                                                                                                                                                     |
| 3                                      | Улаштування корита земляного полотна                                                                                                                                                   |
| 4                                      | Улаштування додаткових шарів основ ( морозозахисних, дренажних)                                                                                                                        |
| 5                                      | Улаштування дорожніх основ із ґрунтів, що укріплені органічними в'язучими, змішуванням на дорозі                                                                                       |
| 6                                      | Улаштування основ із ґрунтів, що укріплені цементом, змішуванням на дорозі                                                                                                             |
| 7                                      | Улаштування щебневих, шлакових основ і покриттів методом заклинювання                                                                                                                  |
| 8                                      | Улаштування основ і покриттів методом просочування                                                                                                                                     |
| 9                                      | Улаштування основ і покриттів із чорного щебеню та сумішей, що оброблені в установці                                                                                                   |
| 10                                     | Улаштування асфальтобетонних основ і покриттів                                                                                                                                         |
| 11                                     | Улаштування монолітних цементобетонних основ і покриттів                                                                                                                               |
| 12                                     | Улаштування поверхневої обробки, шарів зносу, захисних шарів                                                                                                                           |
| 13                                     | Улаштування збірних залізобетонних труб                                                                                                                                                |
| 14                                     | Виконання укріплюючих робіт                                                                                                                                                            |
| Ремонт і утримання автомобільних доріг |                                                                                                                                                                                        |
| 1                                      | Улаштування поширення проїжджої частини автомобільних доріг                                                                                                                            |
| 2                                      | Улаштування тонкошарового покриття при холодному укладанні за технологією «Мультипак», «Сларісіл»                                                                                      |
| 3                                      | Улаштування одиночної шорсткої поверхневої обробки способом синхронного розподілення бітуму та кам'яного матеріалу (машинами типу «Чіпсілер» фірми СЕКМЕР та RZS 14000 фірми SCHAFER ) |
| 4                                      | Ямковий ремонт дорожніх покриттів мінеральним матеріалом, що оброблені органічним в'язучим в установці                                                                                 |
| 5                                      | Ямковий ремонт дорожніх покриттів із застосуванням холодної асфальтобетонної суміші                                                                                                    |
| 6                                      | Ямковий ремонт дорожніх покриттів способом просочення бітумом (дьюгтем ) при глибині вибоїни 3–10 см                                                                                   |
| 7                                      | Ямковий ремонт, забивання тріщин та просадок асфальтобетонного покриття за допомогою ремонтних машин SAVALCO SR 800                                                                    |
| 8                                      | Ремонт невеликих площ дорожніх покриттів методом подвійної поверхневої обробки                                                                                                         |
| 9                                      | Ремонт цементобетонних покриттів із застосуванням полімербетонних сумішей на основі епоксидного чи епоксидно-кам'яновугільного в'язучого                                               |
| 10                                     | Розмітка проїжджої частини автомобільних доріг                                                                                                                                         |
| 11                                     | Улаштування укріплювальних смуг на узбіччях автомобільних доріг                                                                                                                        |
| 12                                     | Поточний ремонт узбіч та укосів                                                                                                                                                        |
| 13                                     | Укріплення узбіч засівом трав                                                                                                                                                          |
| 14                                     | Укріплення відкосів та узбіч способом гідропосіву                                                                                                                                      |

ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

**Скрипник Тетяна Володимирівна**  
**Третьякова Людмила Миколаївна**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**ДО ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ ІЗ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ» (ДЛЯ**  
**СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ 7.06010105 ТА 8.06010105**  
**«АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ І АЕРОДРОМИ»)**

Підписано до випуску 12.03.2013 р. Гарнітура Times New.  
Умов. друк. арк. 3,18. Зам. № 68.

---

Державний вищий навчальний заклад  
«Донецький національний технічний університет»  
Автомобільно-дорожній інститут  
84646, м. Горлівка, вул. Кірова, 51  
E-mail: druknf@rambler.ru

Редакційно-видавничий відділ

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів  
видавничої продукції ДК № 2982 від 21.09.2007 р.

