

Павлюк Д.О., д-р техн. наук, Павлюк В.В.,
Павлюк В.В., Лебедєв О.С., Гаврищук В.В., Іващенко А.П.,
Шур`яков М.В., Шуляк І.С.

РЕЗУЛЬТАТИ ПРИЙМАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ СТАНЦІЇ ДЛЯ ШТАМПОВИХ ВИПРОБУВАНЬ ДОРОЖНІХ КОНСТРУКЦІЙ І ЇХ ШАРІВ

Анотація. Висвітлено результати приймальних випробувань станції для штампових випробувань дорожніх конструкцій і їх шарів, яка реалізує статичний метод випробувань. Описано конструкція станції, а також наведено методику перевірки точності визначення зусилля і переміщень, що створюються станцією, в лабораторних і польових умовах.

Ключові слова: автомобільна дорога, станція для штампових випробувань, статичні штампові випробування, дорожня конструкція.

Аннотация. Освещены результаты приемочных испытаний станции для штамповых испытаний дорожных конструкций и их слоев, которая реализует статический метод испытаний. Описана конструкция станции, а также приведена методика проверки точности определения усилия и перемещений, создаваемых станцией, в лабораторных и полевых условиях.

Ключевые слова: автомобильная дорога, станция для штамповых испытаний, статические штамповые испытания, дорожная конструкция.

Annotation. This article deals with the results of the acceptance tests of the road constructions and their layers' plate-bearing tests, which implement the static testing method. The structure of the station is described and the test procedure of the effort and shift evaluation precision, created by the station, in laboratory testing and in-situ testing is given in this article.

Keywords: road, station for plate-bearing tests, the static plate-bearing tests, road construction.

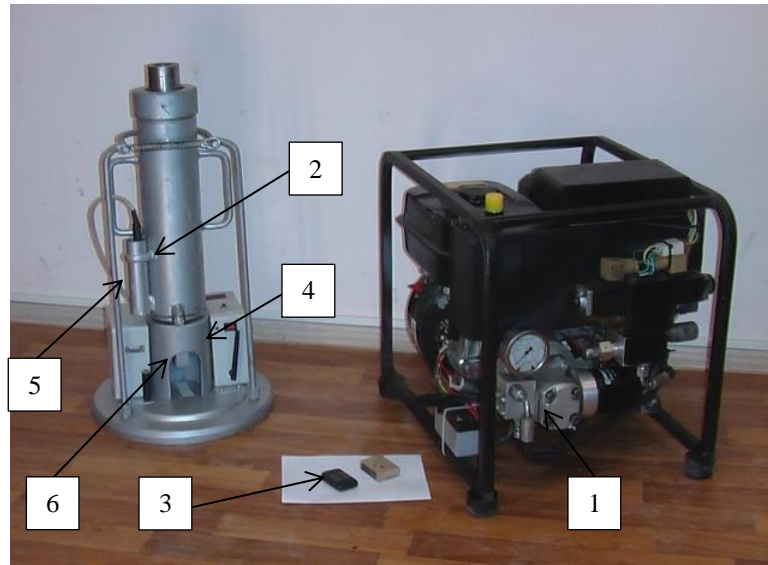
Використання для оцінки щільності ґрунтів земляного полотна та шарів дорожніх конструкцій коефіцієнта ущільнення передбачено діючим нормативним документом [1]. Коефіцієнт ущільнення показує, наскільки щільність матеріалу шару близька до максимальної, але у багатьох випадках не дає об'єктивної оцінки несучої здатності шару і його придатності до вкладання верхніх шарів. Ущільнення щебеневих основ і покриттів контролюється лише шляхом візуального спостереження за проходами котка з гладкими вальцями масою 8-13 тон [1]. Перед переднім вальцем не повинна утворюватися хвиля, а за заднім – не повинно залишатися сліду. Контрольна щебінка, кинута під валець котка, повинна бути роздавлена. Такий спосіб теж не є об'єктивним, морально застарів та не має кількісної визначеності.

Одним з найбільш об'єктивних методів оцінки стану дорожніх конструкцій та їх шарів є штампові випробування, при яких навантаження передається через жорсткий штамп, і згідно з діючими нормативними документами [2,3] вимірюється пружній прогин після зняття навантаження. За визначеним пружнім прогином знаходиться загальний модуль пружності конструкції, що і є показником деформативності шару чи дорожнього одягу в цілому. Недоліки відомих засобів, які реалізують цей метод, наведені в роботах [4,5]. В ряді випадків була присутня похибка вимірювань до 30 %.

Враховуючи вищезгадані обставини та з метою підвищення якості будівництва дорожніх одягів, фахівцями Національного транспортного університету на замовлення Державного агентства автомобільних доріг України «Укравтодор» був розроблений експериментальний зразок станції для статичних штампових випробувань дорожніх конструкцій і їх шарів, яка реалізує статичний метод випробувань з мінімальними затратами часу і фізичних зусиль [6].

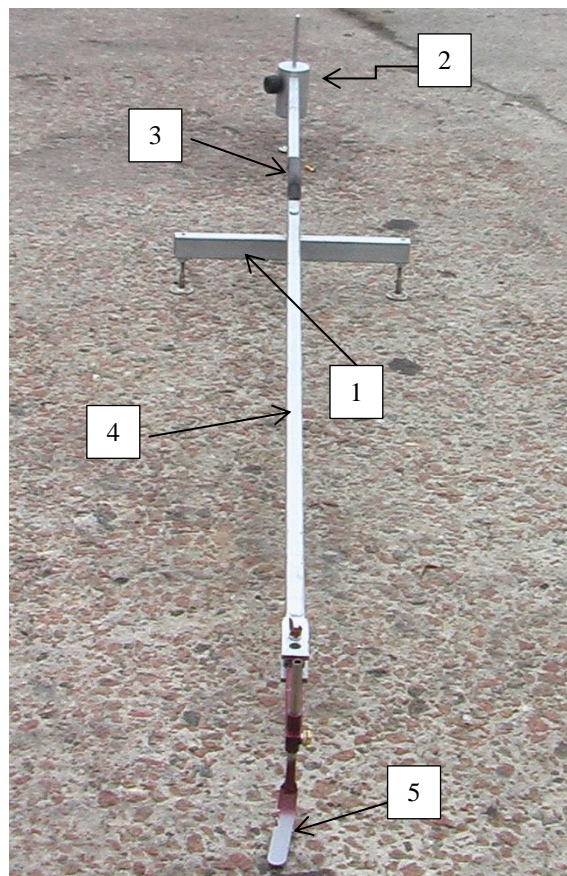
До складу станції входять (рис. 1):

- насосна станція;
- штамп з гідроциліндром, лазерним датчиком переміщення, датчиком зусилля, пристроями передачі результатів вимірювань;
- прогиномір (рис. 2);
- пульт дистанційного керування;
- персональний комп'ютер [6].



1 – насосна станція; 2 – штамп з гідроциліндром; 3 – пульт дистанційного керування; 4 – пристрої передачі результатів вимірювань; 5 – датчик тиску(навантаження); 6 – лазерний датчик переміщення

Рисунок 1 – Станція для статичних штампових випробувань дорожніх конструкцій і їх шарів



1 – задня опора; 2 – передня опора; 3 – ручка для транспортування; 4 – основна консоль; 5 - щуп

Рисунок 2 – Прогиномір

Для здійснення в режимі BlueTooth персональним комп'ютером реєстрації та обробки результатів вимірювань зусилля на штамп і його переміщення, розроблене спеціальне програмно-алгоритмічне забезпечення обробки вимірів «ЕРМ_010», головне вікно якого наведено на рис. 3.

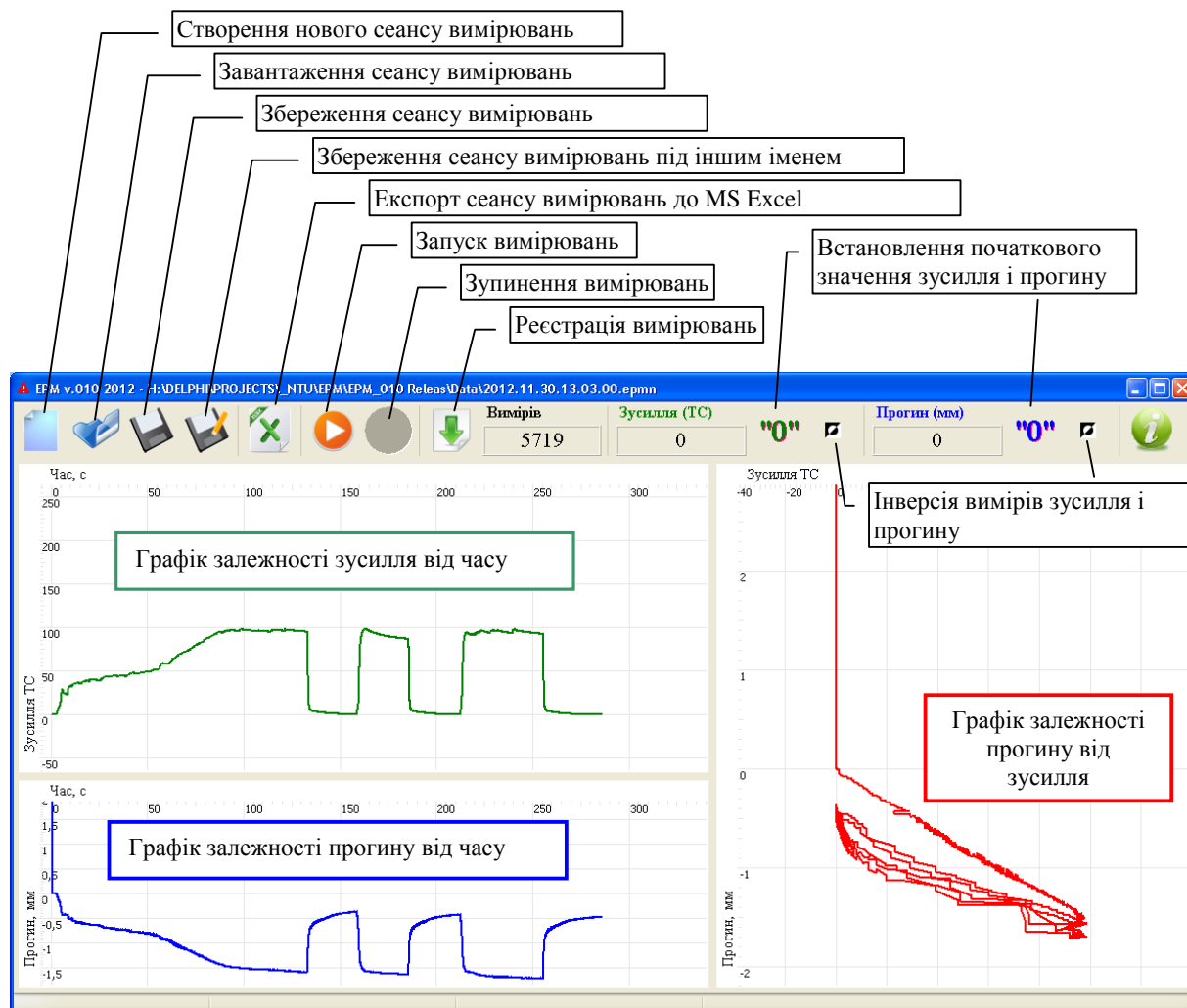


Рисунок 3 – Головне вікно програмно-алгоритмічного забезпечення обробки вимірів «ЕРМ_010»

В програмно-алгоритмічному забезпеченні «ЕРМ_010» встановленому на персональному комп'ютері оператора станції, передбачено гнучкий алгоритм його застосування та експлуатації. Головне вікно умовно поділене на чотири частини. Верхня частина являє собою кнопочке меню, до якого включені основні операції, такі як:

- 1) створення нового сеансу вимірювань;

- 2) завантаження сеансу вимірювань;
- 3) збереження сеансу вимірювань;
- 4) збереження сеансу вимірювань під іншим іменем;
- 5) експорт сеансу вимірювань до MS Excel;
- 6) запуск вимірювань;
- 7) зупинення вимірювань;
- 8) реєстрація вимірювань;
- 9) встановлення початкового значення зусилля і прогину;
- 10) інверсія вимірів зусилля і прогину.

У цій же частині головного вікна містяться поля для відображення поточних величин вимірів:

- 1) кількість зареєстрованих вимірів;
- 2) поточне значення зусилля;
- 3) поточне значення прогину.

Інші три частини являють собою поля для виведення результатів вимірювань у графічному вигляді:

- 1) графік залежності зусилля від часу;
- 2) графік залежності прогину від часу;
- 3) графік залежності прогину від зусилля.

Після проведення вимірювань станцією, результати експортуються до MS Excel, в середовищі якого проводиться подальша обробка та візуалізація отриманих даних.

В грудні 2012 року комісією Державного агентства автомобільних доріг України «Укравтодор» проводились приймальні випробування станції для штапових випробувань дорожніх конструкцій і їх шарів.

Метою приймальних випробувань була перевірка працездатності станції; перевірка точності визначення зусилля, що створюється станцією, шляхом порівняння показань станції з показаннями еталонної гідравлічної месдозы; перевірка точності визначення переміщень, що реєструються станцією, шляхом порівняння показань станції та показань еталонного датчика переміщень; перевірка виконання інших вимог, передбачених технічним завданням.

На першому етапі приймальних випробувань виконувалась перевірка точності визначення зусилля, що створюється станцією (рис. 5). При цьому

порівнювались показання станції з показаннями еталонної гідравлічної месдозы.



1 – металева балка протываги; 2 – гумова пластина; 3 – жорсткий штамп; 4 – еталонна гідравлічна месдоза; 5 – гідроциліндр; 6 – датчик зусилля

Рисунок 5 – Перевірка точності визначення зусилля, що створюється станцією

З цією метою, для імітації переміщення штампа у визначене місце під металеву балку протываги 1 розмістили гумову пластину 2 товщиною 30 мм, розміром 50 × 50 см. Встановили штамп 3 з еталонною гідравлічною месдозою 4 на вищезгадану гумову пластину. На штамп з еталонною гідравлічною месдозою встановили гідроциліндр 5 з датчиком зусилля 6. Створюючи тиск в гідравлічній системі станції, задавали ступінчате навантаження на штамп 0, 1, 2, 3, 4, 5 тс. Результати перевірки точності визначення зусилля, що створювалося станцією наведені в табл. 1.

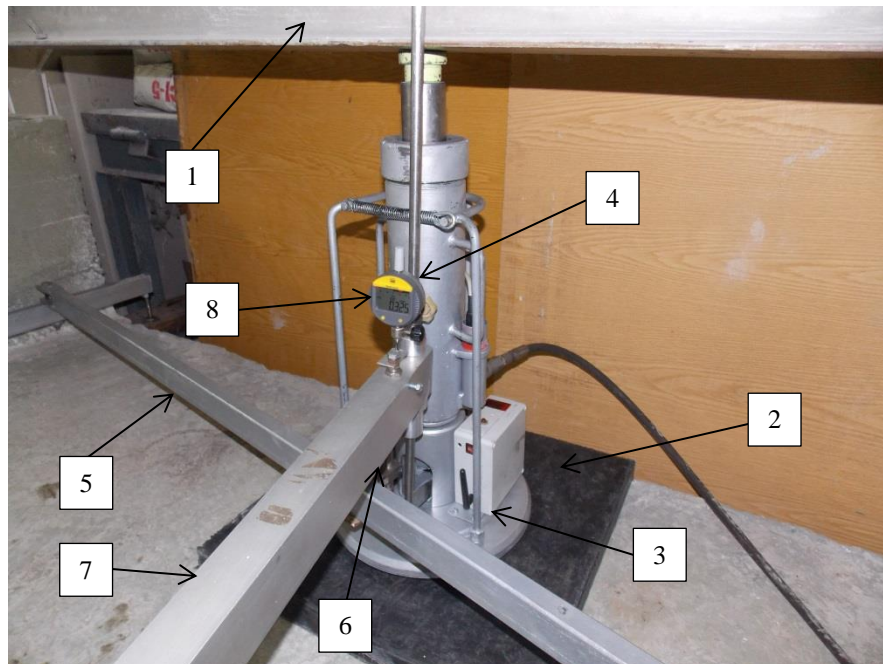
Як слідує з таблиці, відносна похибка δ_{zi} визначення зусилля, що створювалось станцією при кожному навантаженні, не перевищувала гранично допустимого значення 5 %.

На другому етапі приймальних випробувань виконувалась перевірка точності визначення переміщень, що реєструються станцією. При цьому

порівнювались показання станції з показаннями еталонного датчика переміщень (рис. 6).

Таблиця 1 - Результати перевірки точності визначення зусилля, що створюється станцією

№	Показання гідравлічної месдози при i -му навантаженні P_{mi} , тс	Показання Станції при i -му навантаженні P_{ci} , тс	Модуль абсолютної похибки Δ_{zi} , тс	Відносна похибка δ_{zi} , %
1	2	3	4	5
1	0	0	–	–
1	2	3	4	5
2	1	1,028	0,028	2,80
3	2	2,050	0,050	2,50
4	3	3,037	0,037	1,23
5	4	4,020	0,020	0,50
6	5	5,023	0,023	0,46



1 – металева балка противаги; 2 – гумова пластина; 3 – жорсткий штамп; 4 – гідроциліндр; 5 – реперна балка; 6 – шуп; 7 – прогиномір; 8 – еталонний датчик переміщень «TESA»

Рисунок 6 – Перевірка точності визначення переміщень шляхом порівняння показань станції та показань електронного датчика переміщень

Для імітації переміщення штампа у визначене місце під металеву балку противаги 1 розмістили гумову пластину 2 товщиною 30 мм, розміром 50 × 50 см. Встановили штамп 3 на вищезгадану гумову пластину під металеву балку противаги. На штамп встановили гідроциліндр 4. Поряд встановили реперну балку 5, з щупом 6. Також встановили прогиномір 7 з еталонним датчиком переміщень «TESA» 8 в робоче положення, завчасно розмістивши щуп прогиноміра максимально близько до щупа реперної балки. Створюючи тиск в гідравлічній системі станції, задавали ступінчате навантаження на штамп 0, 1, 2, 3, 4, 5 тс. Результати перевірки точності визначення переміщень, що створювались станцією наведені в табл. 2.

Таблиця 2 -Результати перевірки точності визначення переміщень шляхом порівняння показань станції та показань електронного датчика переміщень

№	Показання електронного датчика переміщень S_{di} , мм	Показання Станції S_{ci} , мм	Модуль абсолютної похибки Δ_{ni} , мм	Відносна похибка δ_{ni} , %
1	0	0	-	-
2	4,31	4,44	0,13	3,02
3	7,04	7,23	0,19	2,70
4	8,68	8,89	0,21	2,42
5	9,71	9,96	0,25	2,57
6	10,64	10,86	0,22	2,07

Як слідує з таблиці, відносна похибка δ_{ni} визначення переміщень, що створювались станцією при кожному навантаженні не перевищувала 4 % , що значно менше гранично допустимого значення 10 %.

Висновки

1. Розроблений експериментальний зразок станції для статичних штампових випробувань дорожніх конструкцій і їх шарів успішно пройшов приймальні випробування.

2. Відносна похибка δ_{zi} визначення зусилля, що створювалось станцією при кожному навантаженні, не перевищувала гранично допустимого значення 5 %.

3. Відносна похибка δ_{ni} визначення переміщень, що створювались станцією при кожному навантаженні не перевищувала 4 % , що значно менше гранично допустимого значення 10 %.

4. Комісія Державного агентства автомобільних доріг України «Укравтодор» після успішних приймальних випробувань експериментального зразка станції рекомендувала НТУ продовжити розпочату роботу в напрямку виготовлення дослідного зразка станції, розробки технічного проекту та робочої конструкторської документації з метою серійного виробництва цього нового засобу випробувальної техніки для підвищення якості будівництва доріг.

Література

1. Автомобільні дороги. Споруди транспорту: ДБН В.2.3-4-2007, частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво. – [Чинний від 2007-30-10]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2007. – 91 с.
2. ВБН В.2.3–218–186–2004. Споруди транспорту. Дорожній одяг нежорсткого типу. – К. : Укравтодор, 2004. – 176 с.
3. СОУ 45.2-00018112-042:2009. Стандарт Укравтодору. Автомобільні дороги. Визначення транспортно-експлуатаційних показників дорожніх одягів. – К.: Укравтодор, 2009. – 46 с.
4. Павлюк Д.О., Лебедев О.С., Кизима С.С., Булах Є.О., Глуховеря В.М. (НТУ), Іващенко А.П., Русин Р.М., Собачко С.М., Богданенко А. М. Кореляційні випробування засобів оцінки міцності дорожніх конструкцій // Автошляховик України. – 2008. – № 2. – С. 26–33.
5. Павлюк Д.О., Павлюк В.В., Лебедев О.С., Булах Є.О., Перістий О.О. Начіпне обладнання НТУ для оцінки міцності і деформативності дорожніх конструкцій та ґрунтових основ // Автошляховик України. – 2008. – № 3. – С. 33–36.
6. Павлюк Д.А., Павлюк В.В., Павлюк В.В., Лебедев А.С., Гавришук В.В., Шурьяков М.В., Шуляк І.С. Станция для штамповых испытаний дорожных конструкций и их слоев // Автошляховик України. – 2013. – № 2. – С. 30–35.