

АВТОМОБІЛЬНІ ДОРОГИ



УДК 625.7 / 8

- © І.В. Кіяшко, канд. техн. наук, професор,
- © Д.М. Новаковський, канд. техн. наук, ст. наук. співробітник,
- © В.А. Любченко, канд. техн. наук,
- © Р.В. Смолянюк, канд. техн. наук, доцент,
- © О.С. Мінаков, наук. співробітник,
- © О.І. Олексюк (ХНАДУ)

ІСТОРИЧНИЙ ОГЛЯД РОЗВИТКУ МЕТОДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ З ОЦІНКИ МІЦНОСТІ ДОРОЖНІХ КОНСТРУКЦІЙ

Анотація. Наведено історію та перспективи розвитку методів та обладнання з оцінки міцності дорожніх конструкцій в Україні.

Ключові слова: автомобільна дорога, міцність, дорожня конструкція.

Аннотація. Представлено історію і перспективи розвитку методів та обладнання для оцінки прочності дорожніх конструкцій в Україні.

Ключевые слова: автомобильная дорога, прочность, дорожная конструкция.

Annotation. This paper shows the history and development of methods and equipments to assess the road structural strength in Ukraine.

Keywords: road, strength, road structure.

Вступ

Одним з основних показників якості автомобільної дороги є міцність дорожніх конструкцій. Під міцністю дорожньої конструкції слід розуміти певний комплекс механічних властивостей, що характеризують її здатність чинити опір експлуатаційним навантаженням під впливом сукупності кліматичних факторів. Міцність має визначатись за чотирима основними критеріями: механічною жорсткістю, міцністю матеріалів, надійністю та довговічністю конструкції. Серед наведеного комплексу критеріїв, виходячи зі складності експериментальних досліджень, діагностика стану конструкції в процесі експлуатації виконується переважно шляхом визначення її механічної жорсткості з подальшою оцінкою міцності з використанням емпіричних та напівемпіричних методик.

Показники міцності суттєво впливають на загальний транспортно-експлуатаційний стан автомобільної дороги та відповідно на техніко-економічні показники її експлуатації. Це завжди було причиною підвищеної уваги наукових інститутів дорожньої галузі до розвитку ефективних та надійних методів оцінки міцності. Харківський національний автомобільно-дорожній університет (ХНАДУ-ХАДІ) стояв біля витоків розвитку наукового напрямку діагностики стану автомобільних

доріг. Даний напрям в Україні очолювали та безпосередньо розвивали такі видатні науковці як О.К. Біруля, О.Т. Батраков, Є.В. Іваниця, С.С. Кизима, С.Г. Міхович, В.А. Любченко, В.М. Сіденко, Л.П. Стелюк та інші. У науково-дослідних лабораторіях ХАДІ та КАДІ були створені унікальні для свого часу зразки діагностичного обладнання.

Основна частина

Історія розвитку методів оцінки міцності

Одним із перших напрямів оцінки міцності дорожніх конструкцій було визначення деформації її поверхні під дією навантаження, що прикладалося через жорсткі штампи. У ХАДІ цей метод почав розвиватись під керівництвом проф. О.К. Бірулі ще з 30-х років минулого сторіччя. Вже на початку 50-х років з використанням штампів виконували пошарові випробування зі зміною рівнів навантаження та реєстрацією параметрів статичної чаші прогину (рис. 1-а). Цей метод використовується і донині як в Україні (рис. 1-б), так і за кордоном.

Інший метод визначення деформації конструкції під дією статичного навантаження передбачав використання високоточних нівелірів та прогиномірів різних конструкцій (першим розробником такого приладу був Е.К. Бенкельман, рис. 2-а).



а)

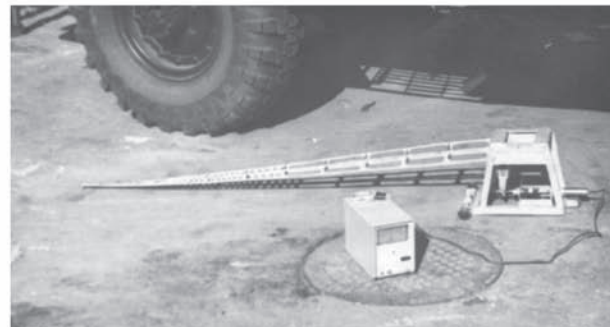


б)

Рис. 1. Дорожні преси: а) ХАДІ; б) НТУ



а)



б)

Рис. 2. Прогиноміри: а) балка Бенкельмана; б) електронний прогиномір ХАДІ

У ХАДІ було розроблено один з перших у Радянському Союзі електронний прогиномір (рис. 2-б), що значно розширював інформативність методу. Сучасний Український електронний прогиномір виготовили вчені Національного транспортного університету (НТУ-КАДІ).

Наступним кроком була розробка французького методу квазістатичних вимірювань Лакруа, в основу якого закладено використання так званої пересувної балки Белькенмана (рис. 3). На основі масштабних досліджень в шістдесятих роках французький дослідник Г.Л. Дешлен довів недостатність оцінки конструкції лише за значенням максимального прогину, це стало початком цілого напрямку, що передбачав не тільки визначення

величини максимального прогину дорожньої конструкції, а й оцінку параметрів всієї чаші прогину (рис. 4) [1].

У середині 70-х років у ХАДІ була створена унікальна установка безупинного контролю та оцінки міцності конструкції дорожнього одягу, що дозволяла так само як і дефлектограф Лакруа виконувати безперервні вимірювання, при цьому, як і в методі Дешлена, з оцінкою радіуса кривизни чаші прогину (рис. 5) [2].

Ще одним з важливих етапів розвитку методів оцінки міцності було введення динамічного тестового навантаження. В Європі цей напрям розвивав Датський технологічний університет (рис. 6) [3]. У ХАДІ метод було реалізовано у вигляді



Рис. 3. Дефлектограф Лакруа

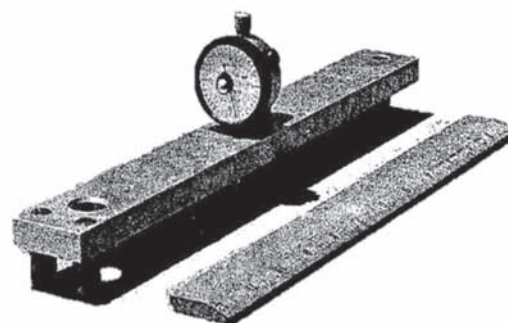


Рис. 4. Прилад Дешлена

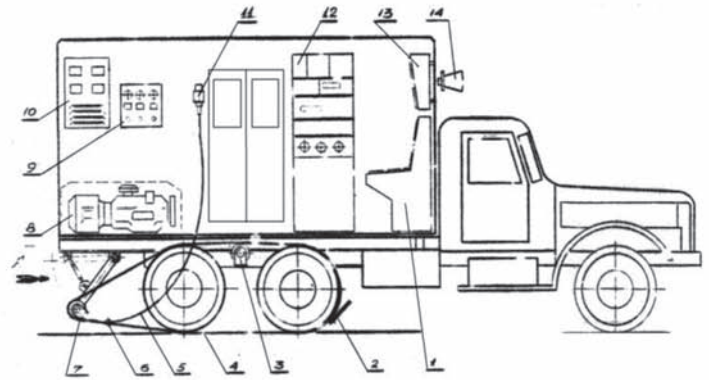
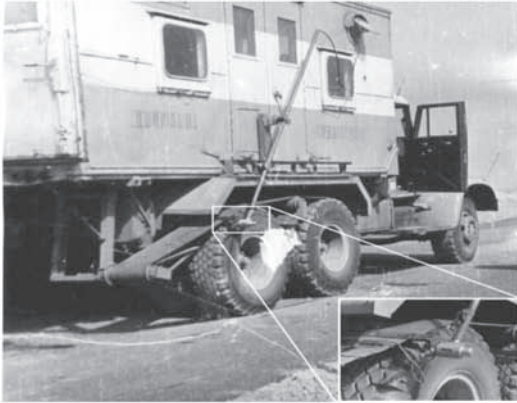


Рис. 5. Установа безупинного контролю міцності ХАДІ



Рис. 6. Прототип установки FWD, DTU, Данія

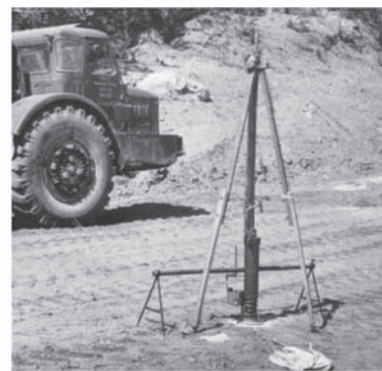


Рис. 7. Прилад ПДК, ХАДІ

приладу динамічного контролю міцності шарів дорожнього одягу (рис. 7).

У кінці 70-х років була створена установка динамічного навантаження ХАДІ, в якій використовувалась схема навантаження покриття через реальний пневматик (рис. 8) [2]. Установка дозволяла виконувати випробування в умовах як статичного, так і циклічного та ударного навантажень із можливістю реєстрації параметрів навантаження (фактична величина, частота прикладання, кількість циклів, тривалість, контактний тиск) та деформації (пружні та залишкові прогини, кут зсуву фаз “навантаження – прогин”, радіус кривизни чаші прогину, швидкість та зона розповсюдження поверхневої хвилі, приведені маса та

в'язкість конструкції). На час свого створення установка була унікальною з позиції переліку характеристик дорожньої конструкції, що досліджувались.

Перспективи розвитку устаткування з оцінки міцності в Україні

Основною відмінністю розвитку галузі розробки та виробництва діагностичного обладнання в Європі та США є фінансування науково-дослідних технічних університетів комерційними організаціями, результатом цього був планомірний розвиток наукових ідей та постійне удосконалення зразків вимірювальної техніки. Наприклад, на сьогодні лише двома датськими виробниками виготовлено та реалізовано близько 600 зразків

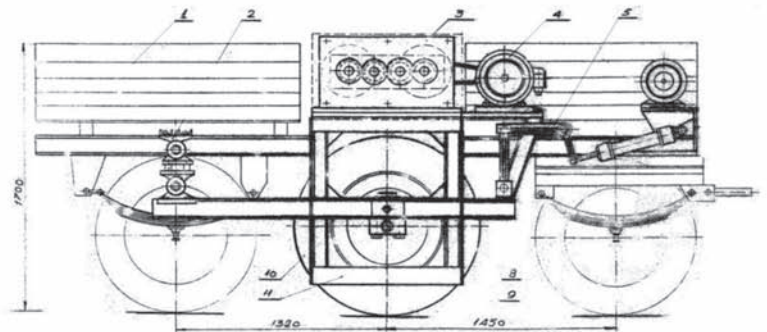
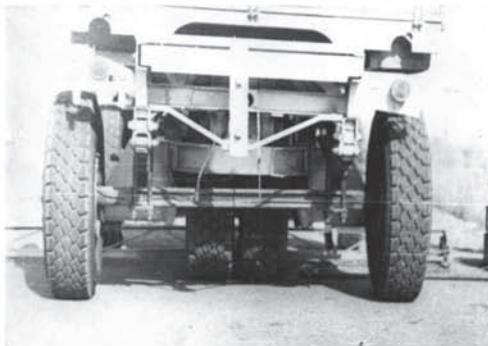


Рис. 8. Установка динамічного навантаження ХАДІ

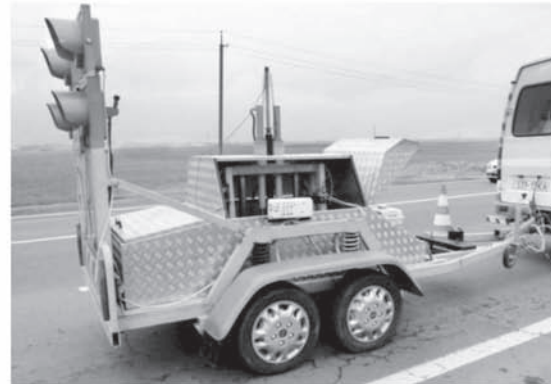


Рис. 9. Прилади серії УДВО-НТУ



Рис. 10. Установка динамічного навантаження “УДН-ХНАДУ”

установок динамічного навантаження різних типів та модифікацій [4]. Найбільш сучасним обладнанням з оцінки міцності є високошвидкісні дефлектометри.

Однак навіть в умовах обмеженого фінансування науки в Україні продовжують розвивати приладову базу вітчизняного виробництва. Подальший розвиток напрямку дорожнього приладобудування в незалежній Україні започатковано науковцями НТУ. Так в галузевій науково-дослідній лабораторії КАДІ, заснованій проф. В.М. Сіденко ще у 1976 році, нашими сучасниками проф. Д.О. Павлюком, с.н.с. О.С. Лебедєвим та ін., розроблено та впроваджено у виробництво ціле покоління приладів із комплексної оцінки якості автомобільних доріг “УДВО-НТУ” (рис. 9) [5].

У ХНАДУ, також продовжено розробки ХАДІ в напрямі удосконалення методів оцінки міцності дорожніх конструкцій. Починаючи з 2011 р. на замовлення Державної служби автомобільних доріг України (Укравтодор) виконується розробка та виготовлення устаткування, яке отримало абревіатуру УДН-ХНАДУ, з реєстрації параметрів чаші прогину дорожніх конструкцій, що виникає під дією тестового динамічного навантаження (в міжнародній класифікації метод FWD), призначеного для оцінки міцності конструкцій дорожнього одягу нежорсткого типу без їх руйнування (рис. 10).

Зазначена розробка знаходиться на завершальній стадії, зараз проводиться метрологічна атестація виготовленого устаткування.

ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ:

Величина тестового навантаження	10 кН - 100 кН
Час дії навантаження.....	15 мс - 35 мс
Точність реєстрації прогинів	± 1 мкм
Кількість точок профілю чаші прогину	8
Максимальний радіус чаші прогину	1,8 м
Час першого вимірювання	20 с
Час повторного вимірювання	10 с
Діаметр штампа	0,3 м
Форма імпульсу навантаження	sup

Висновки

Подальший розвиток наукового напрямку, щодо розробки та удосконалення методів й обладнання з визначення та оцінки транспортно-експлуатаційних показників автомобільних доріг, зокрема міцності дорожніх конструкцій є актуальним завданням.

Приладобудування є винятково наукоємною галуззю, і Україна має значний потенціал розвитку в цьому напрямі. Тому підтримка українських виробників діагностичного обладнання має бути пріоритетною стратегією у Державній політиці, особливо в умовах обмеженого фінансування дорожньої галузі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Офіційний сайт компанії Grontmij. The history of the Falling Weight Deflectometer. By Axel O. Bohn. Дані взято за ел. адресою: http://www.pavement-consultants.com/media/6042/HistoryOfFWD_AxelOBohn.pdf.
2. Стелюк Л.П. Экспресс-методы определения прочности дорожных одежд / Стелюк Л.П., Анфимов В.А., Чайка А.Т. – Харьков: Харьковское областное правление НТО автомобильного транспорта и дорожного хозяйства, 1981. – 24 с.
3. Офіційний сайт компанії Grontmij. The story of Falling Weight Deflectometers - in brief. Дані взято за ел. адресою: <http://www.pavement-consultants.com/about-us/fwd-history.aspx>.
4. Офіційний сайт міжнародного співтовариства користувачів вимірювальних комплексів FWD. Дані взято за ел. адресою: <http://pms.nevadadot.com>.
5. Павлюк Д.О. Універсальне дорожнє вимірювальне обладнання “УДВО-НТУ” / Павлюк Д.О., Лебедєв О.С., Павлюк В.В. та інш. // Автошляховик України. – 2011. – № 1. – С. 40–47.