

УДК 625. 7/8

**Шиндор М.В., Кіпніс Д. В., Ваїл М.Ш., Дорошенко В.М.,
Даценко В.М. канд. техн. наук, Чечуга О.С. канд. техн. наук**

**ДОСВІД ЗАСТОСУВАННЯ У ДОРОЖНЬОМУ ГОСПОДАРСТВІ
УКРАЇНИ ПРИЛАДІВ ТА ОБЛАДНАННЯ, РОЗРОБЛЕНИХ ДП
«ДОРОЖНІЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ»**

Анотація. Надано опис приладів і обладнання, що розроблені та виготовлені у ДП «Дорожній контроль якості» та пройшли дослідну експлуатацію і використовуються в випробувальних лабораторіях підприємств і організацій дорожньої галузі для наукових досліджень та випробувань, а також приведені їх основні технічні характеристики та представлений загальний вигляд цих виробів.

Ключові слова: обладнання, прилад, випробування, технічні характеристики, дослідне впровадження.

Abstract. The description of devices and the equipment which are disassembled and made in SE "Road quality control" and passed experimental operation and used in testing laboratories of the enterprises and the organizations of road branch for scientific researches and tests, and also their basic technical characteristics and the general look of these products is resulted.

Key words: equipment, device, tests, technical characteristics, experimental implementation.

Вступ. Кінцевим продуктом дорожнього будівництва є автомобільна дорога, конструкція дорожнього одягу якої повинна забезпечити безпечність і комфортність транспортних послуг, наданих користувачеві, впродовж запроектованого строку її експлуатації.

Технологічний процес створення автомобільної дороги складається з таких основних етапів: науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, проектні роботи, роботи по виготовленню дорожньо-будівельних матеріалів (далі – ДБМ)

і конструктивних елементів дорожнього одягу, будівництво автомобільної дороги, її експлуатація і утримання, виконання яких на рівні європейських стандартів потребує укомплектування випробувальних лабораторій і контролюючих підрозділів підприємств і організацій дорожньої галузі відповідними приладами і обладнанням.

З метою суттєвого зменшення впливу дефіциту необхідних приладів і обладнання на якість виконання кожного етапу процесу будівництва автомобільної дороги, Державне підприємство «Науково-технічний центр «Дорожній контроль якості» за сприяння Державного агентства автомобільних доріг України та за заявками підприємств і організацій дорожньої галузі створює такі вироби, що не поступаються імпортованим зразкам за технічними характеристиками, але суттєво виграють за вартістю, впроваджує їх у виробництво і здійснює науково-технічний супровід.

Основна частина. Для здійснення контролю якості ДБМ і завершених конструктивних елементів дорожнього одягу автомобільної дороги підприємство розробило та виготовляє відповідні прилади та обладнання для випробувальних лабораторій.

Обладнання для виготовлення зразків асфальтобетонної суміші

Для випробування асфальтобетонної суміші на колієутворення було створене обладнання для виготовлення зразків асфальтобетонної суміші стандартної форми і розмірів, з різними температурами суміші та середовища, у якому проходить процес виготовлення зразка та при навантаженнях, які створює укочувальне обладнання в умовах влаштування шару асфальтобетону. Метод ущільнення зразка суміші на обладнанні значною мірою моделює ущільнення суміші у виробничих умовах і забезпечує можливість отримання визначеного ступеня щільності без подрібнення щебеню, що входить до складу суміші. Таке обладнання експлуатується у випробувальних лабораторіях кафедри дорожньо-будівельних матеріалів і хімії НТУ, кафедри технології, дорожньо-будівельних матеріалів ХНАДУ, ДП «Дорожній контроль якості». Загальний вигляд і технічні характеристики обладнання показані на рис.1.

Обладнання для виготовлення зразків армованого асфальтобетону та прилад для визначення його розрахункових характеристик

На автомобільних дорогах України, як і в цілому світі, переважають нежорсткі дорожні одяги з асфальтобетонними шарами.



Технічні характеристики:

Розміри зразків асфальтобетону, мм	
– довжина	230
– ширина	160
– висота	до 70
Навантаження на зразок, кг	від 50 до 350
Довжина шляху переміщення візка, мм	230±5
Потужність електродвигуна, кВт	0,37
Маса приладу, кг	750

Рисунок 1 – Обладнання для виготовлення зразків асфальтобетону з пристосуванням для випробування зразків на колієутворення

Такі дорожні одяги нерідко під дією транспортного навантаження досить швидко руйнуються та вимагають передчасних ремонтів. Руйнування проявляються різною мірою в залежності від режиму та характеру навантаження. Досить поширеними руйнуваннями асфальтобетонних шарів є тріщини. Тому, в останні роки для підвищення довговічності таких шарів, на практиці досить широко застосовують армуючі прошарки у вигляді синтетичних матеріалів, але їх застосування не підкріплене достатньою теоретичною базою, яка б дозволяла розраховувати асфальтобетонні шари дорожнього одягу з урахуванням особливостей роботи армуючих синтетичних прошарків. Визначення розрахункових характеристик армованого асфальтобетону потребує створення нового спеціального обладнання для виготовлення у стандартних формах зразків армованого синтетичними прошарками асфальтобетону з метою проведення наступних їх випробувань на міцність шарів на розтяг, на визначення модулю пружності та на показник втоми за розробленою методикою. З метою надання можливості здійснення теоретичних розробок, що дозволили б розробити єдину методику розрахунку асфальтобетонних шарів армованих синтетичними матеріалами, створено обладнання для виготовлення зразків армованого асфальтобетону та прилад для визначення його розрахункових характеристик. Обладнання та прилад експлуатуються у випробувальній лабораторії ДП «Держдор НДІ». Загальний вигляд і технічні характеристики обладнання для

виготовлення зразків армованого асфальтобетону показані на рис. 2. Загальний вигляд і технічні характеристики приладу для визначення розрахункових характеристик армованого асфальтобетону показані на рис. 3.



Технічні характеристики:

Зусилля прикочування, максимальне, Н	до 10 000
Діаметр котка, мм	220
Розміри зразка асфальтобетону, мм	
– довжина	600
– ширина	320
– висота	100
Температура в термошафі, °С	до 60

Рисунок 2 – Обладнання для виготовлення зразків з армованого асфальтобетону



Технічні характеристики:

Швидкість переміщення каретки, мм/хв	265
Величина навантаження, Н	від 0 до 50 000
Тип механізму переміщення каретки	Електро - механічний

Рисунок 3 – Прилад для визначення розрахункових характеристик армованого асфальтобетону

Когезіометр моделі 0906-2(КХД-3)

Визначення показників когезійної міцності бітумних в'язучих дозволяє об'єктивно оцінювати ефективність різних прийомів регулювання їх властивостей та дає можливість прогнозування зсувостійкості та колієстійкості

асфальтобетонних покриттів автомобільної дороги та зсувостійкості бетонів на їх основі. Оцінка властивостей бітумного в'язучого, модифікованого полімером, повинна виконуватись з урахуванням його внутрішньої міцності, яка характеризується показником когезії матеріалу. Фізичним поняттям когезії є ступінь внутрішньої взаємодії молекул матеріалу між собою. Існують різні критерії для оцінювання впливу явища когезії на міцність асфальтобетону, що свідчить про важливість цієї властивості бітумів, з одного боку, та про невизначеність критеріїв оцінювання показника когезії, що пропонують науковці США та країн ЄС, з другого боку. Ці критерії не являються безпосередніми для визначення когезійної міцності бітумного в'язучого, що перешкоджає їх використанню в якості критерію для прогнозування міцності кінцевого продукту – асфальтобетону. З метою отримання можливості визначення когезійної міцності бітумних в'язучих матеріалів на підприємстві створено відповідний прилад – когезіометр моделі 0906-2(КХД-3) з пристроєм для керування робочим процесом, зчитування інформації про результати випробувань, відображення та реєстрацію значення когезійної міцності в обраному інтервалі часу. Прилади експлуатуються у випробувальних лабораторіях ДП «Держдор НДІ» та Відокремленого відділу ДП «Дорожній контроль якості» - «Східне представництво» (у співробітництві з кафедрою технології дорожньо-будівельних матеріалів ХНАДУ). Загальний вигляд і технічні характеристики когезіометру показані на рис. 4.

Обладнання для приготування модифікованого бітуму

Існуючий термін служби асфальтобетонного покриття не задовольняє вимоги сучасного транспортного руху. Це, в основному, пов'язано зі збільшенням транспортних навантажень за рахунок підвищення інтенсивності руху на дорогах і зростання частки автомобілів з підвищеним навантаженням на вісі. Крім того, на довговічність асфальтобетонного покриття негативно впливає зміна клімату, що сприяє аномально високому нагріванню покриття в літній період і різкому охолодженню в зимовий. Для підвищення довговічності асфальтобетонного покриття поширилась тенденція поліпшення фізико-механічних характеристик традиційних дорожніх бітумів і асфальтобетонних сумішей за рахунок застосування різних добавок. Низька довговічність дорожніх покриттів пов'язана з низькими показниками фізико-механічних властивостей як бітуму, так і асфальтобетону.



Технічні характеристики:

Швидкість переміщення стрічки мм/хв	від 4 до 8
Межі вимірювання зусилля, Н	від 0 до 200
Точність вимірювання зусилля, Н	± 0,03
Площа зразка бітуму на стрічці, мм	250
Маса приладу, кг	85

Рисунок 4 – Прилад для визначення когезійної міцності бітумних в'язучих матеріалів (когезіометр)

Практика останніх років показала, що багато властивостей можуть бути покращені, а недоліки дорожнього бітуму і асфальтобетону усунені частково або повністю за рахунок введення в бітум спеціальних матеріалів – модифікаторів. На даний час існує значна різноманітність модифікаторів, що направлено регулюють технологічні властивості бітумного в'язучого та асфальтобетонних сумішей. З їх допомогою регулюють адгезійні і когезійні властивості в'язучих матеріалів, а також фізико-хімічні та фізико-механічні властивості бітумів і асфальтобетону. Для отримання модифікованого бітуму необхідно забезпечити інтенсивне перемішування його складових, визначених розрахунками. На підприємстві створено обладнання для приготування бітуму, модифікованого полімерами і адгезійними добавками у двох варіантах: з посудиною для бітумного в'язучого ємністю 2 дм³ і 7 дм³. Обладнання експлуатуються у випробувальних лабораторіях ДП «Держдор НДІ» та ДП «Дорожній контроль якості». Загальний вигляд і технічні характеристики обладнання показані на рис.5.

Прилад для визначення легкоукладальності асфальтобетонної суміші

Під час укладання кожного шару асфальтобетонного покриття автомобільної дороги в ньому можуть виникати різні дефекти, що обумовлені властивістю асфальтобетонної суміші та технічним станом обладнання, застосованого при виконанні цієї операції. Для мінімізації отримання дефектів при виконанні укладання асфальтобетонної суміші (далі – суміш) необхідно

забезпечити якість шару, що укладається, низкою технологічних властивостей, серед яких одним з важливіших є легкоукладальність суміші.



Технічні характеристики:

Привід робочого механізму	електромеханічний
Електродвигун:	
– тип	трифазний
– робоча напруга, В	220
– кількість обертів за хвилину	1500
– потужність, кВт	0,25
Механічна передача:	
– тип	клинопасова
– передаточне число	1,0
– кількість обертів змішувача за хвилину	від 100 до 1500
Розігрів матеріалу нагрівачем:	
– тип	теплоелектричний
– кількість нагрівачів, шт	2
– потужність нагрівача, кВт	1,0
– теплоносій	масло МС-20
– кількість теплоносія, л	5,5
Посудина для бітуму:	
– кількість, шт	2
– місткість, дм ³	2,0
Маса обладнання, кг	40

Рисунок 5 – Прилад для визначення когезійної міцності бітумних в'язучих матеріалів (когезіометр)

Фізико-механічні характеристики сумішей на основі органічних в'язучих та методи їх визначення регламентуються національними стандартами України. Але показник легкоукладальності стандартами України не регламентується та методів визначення цього показника не існує, хоча легкоукладальність обумовлює якість всіх видів сумішей та асфальтобетонів. При роботі з сумішами легкоукладальність проявляється на стадіях завантаження у транспортні засоби або у бункери – накопичувачі, завантаження в приймальний бункер асфальтоукладача та укладання суміші в конструктивний шар покриття. Легкоукладальність може слугувати важливим засобом визначення ефективності різноманітних добавок для приготування сумішей. Визначення легкоукладальності сумішей дає можливість визначення найбільш сприятливих температур їх приготування та укладання. Зниження температури виробництва

та укладання сумішей дає відчутну економію енергії та знижує об'єм шкідливих викидів в атмосферу. На підприємстві створено прилад для визначення легкоукладальності суміші з пристроєм для керування робочим процесом, зчитування інформації про результати випробувань, її відображення та реєстрація, розроблена методика визначення легкоукладальності асфальтобетонної суміші приладом. Прилад передано для проведення дослідної експлуатації у випробувальній лабораторії ДП «ДерждорНДІ». Загальний вигляд і технічні характеристики приладу показані на рис. 6.



Технічні характеристики:

Кількість форм, шт	2
Маса суміші у формі, кг :	
великій	12
малій	6
Швидкість переміщення штовхача, см/с	від 0,04 до 4
Зусилля, що прикладене до штовхача, Н	до 250

Рисунок 6 – Прилад для визначення легкоукладальності асфальтобетонної суміші

Вібростенд для визначення динамічних модулів пружності асфальтобетону.

Однією з найважливіших характеристик асфальтобетону, що використовується при виборі конструкції дорожнього одягу та при оцінці експлуатаційної надійності, є динамічний модуль пружності. Значення динамічних модулів пружності, що визначаються на діючому в країні обладнанні, можна вважати такими, що відповідають лінійній області деформування асфальтобетону. У даний час дорожні одяги в частині теорії розрахунків перестали бути якимись «особливими інженерними конструкціями», застосування до яких методів теорії пружності не є коректним. Доведена та перемогла точка зору, що критерії міцності та методи розрахунку нежорсткого дорожнього одягу цілком обґрунтовано можуть базуватися на фундаментальних законах теорії пружності. В країнах Європейської співдружності діє стандарт, за яким динамічні модулі пружності визначають за

допомогою вібраційного стенду, що забезпечує виконання зазначених вище умов. На підприємстві виготовлено експериментальний зразок приладу для визначення динамічних модулів пружності зразків з асфальтобетонних матеріалів – вібростенд, проведено його дослідну експлуатацію. Вібростенд уможлиблює визначення динамічних модулів пружності зразків з асфальтобетонних матеріалів за різними частотами та температурами при виборі складу суміші та проведенні розрахунків товщини шарів дорожнього одягу, які забезпечать необхідну міцність та довговічність автомобільної дороги, в умовах випробувальної лабораторії наукової установи або підприємства дорожньої галузі. Створений вібростенд дозволяє визначати критерії міцності та методи розрахунку нежорсткого дорожнього одягу, зважаючи на фундаментальні закони теорії пружності. Вібростенд укомплектовано пристроєм управління та зчитування інформації про результати випробувань і призначений для забезпечення керування виконавчими механізмами та відображення та реєстрації результатів випробувань в автоматичному режимі. Прилад передано для експлуатації у випробувальній лабораторії ДП «ДерждорНДІ». Загальний вигляд і технічні характеристики приладу показані на рис. 7.



Технічні характеристики:

Зусилля робоче, Н	100
Діапазон амплітуди коливань зразка матеріалу, мм	від 0 до 5
Діапазон частоти коливань, Гц	від 0,02 до 33
Діапазон температур у робочій камері, °С	від мінус 24 до 50

Рисунок 7 – Прилад для визначення динамічних модулів пружності зразків з асфальтобетонних матеріалів (вібростенд)

Прилад для визначення зчеплення між асфальтобетонними шарами.

Під час моніторингу якості виконаних робіт з улаштування асфальтобетонних шарів дорожнього одягу залишається проблемним питання

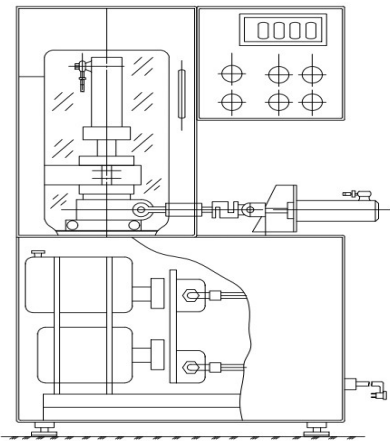
оцінки зчеплення між шарами та стійкості при зсуві під впливом зміни зовнішніх умов (температура, активне навантаження та частота його прикладання). Відсутність дієвих методів та відповідного сучасного обладнання або приладів не дозволяє вирішити ці питання, що, в свою чергу, не дає можливості повноцінно контролювати якість асфальтобетонної конструкції дорожнього одягу, впливати на склад суміші при проектуванні дорожнього одягу з метою поліпшення її технічних характеристик, зокрема колієстійкості та зсувостійкості. Підприємство приступило до створення приладу для визначення зчеплення між асфальтобетонними шарами дорожнього одягу та врахування граничного стану при зсуві за різними кліматичними умовами та параметрами навантаження від сучасних транспортних засобів при проектуванні дорожнього одягу (далі – прилад). Проведення наукових досліджень з використанням приладу дозволить розробити методику визначення міцності зчеплення та стійкості при зсуві між конструктивними шарами асфальтобетонного покриття при проектуванні дорожнього одягу різних типів на дорогах загального користування та контролюванні якості дорожнього покриття, та дозволять підвищити колієстійкість і зсувостійкість в асфальтобетонних шарах покриття автомобільної дороги. Врахування результатів досліджень при проектуванні дорожнього одягу дозволить підвищити колієстійкість і зсувостійкість дорожнього покриття.

Креслення загального вигляду приладу і основні технічні характеристики приведені на рис. 8.

Причіпний дорожньо-вимірювальний комплекс ПДВК – ДЯ

Оцінка і діагностування стану автомобільних доріг є основою системи управління станом автомобільних доріг, у тому числі планування, розподілювання та використання коштів, що направляються на утримання, ремонт і реконструкцію доріг, оптимізацію програм дорожніх робіт.

Ефективність вимірювання основних транспортно-експлуатаційних характеристик автомобільної дороги та продуктивність діагностичних робіт підвищуються за умов можливості одночасного вимірювання декількох параметрів та підвищення швидкості процесу вимірювання.



Технічні характеристики:

Зусилля зрізування, кгс	до 2500
Тиск у гідросистемі, МПа	до 10
Температура у термошафі, С	до 50
Маса приладу, кг	не більше 250

Рисунок 8 – Прилад для визначення зчеплення між шарами асфальтобетонного покриття

З метою вирішення цієї задачі фахівці підприємства створили причіпний дорожньо-вимірювальний комплекс з системою автоматичного управління робочими процесами – ПДВК – ДЯ (далі – комплекс) за допомогою якого здійснюється інспекційний контроль якості дорожньо-будівельних робіт та моніторинг поточного стану покриття автомобільної дороги, що включає визначення його основних експлуатаційних показників: міцність дорожнього покриття, що в більшості випадків достатньо повно може бути охарактеризована величиною його пружного прогину під навантаженням; повздовжня рівність покриття автомобільної дороги, що вимірюється в автоматичному режимі поштовхоміром моделі 0905 – приладом, створеним на підприємстві; зчіпні характеристики поверхні покриття проїзної частини автомобільної дороги, що визначаються приладом, змонтованим на шасі комплексу, який складено з таких основних частин: вимірювального колеса, гальмівного циліндру і клапану зливу води.

Фіксування координат початкової точки проведення контролю рівності і зчіпних характеристик поверхні покриття автомобільної дороги, а також протяжності процесу вимірювання цих показників, здійснюється змонтованим на шасі комплексу приладом, що показує відстань і швидкість руху пересувної лабораторії з причіпним комплексом. Показання приладу відображаються на дисплеї бортового комп'ютера одночасно з показниками визначення рівності і зчіпних характеристик.

Загальний вигляд і технічні характеристики комплексу показані на рис. 9. Загальний вигляд і технічні характеристики поштовхоміра показані на рис. 10.



Технічні характеристики:

Діапазон вимірювання модуля пружності дорожнього одягу , МПа	від 100 до 400
Діапазон вимірювання рівності покриття автомобільної дороги, см/км	від 0 до 50
Діапазон вимірювання показника зчпних якостей покриття автомобільної дороги	від 0,1 до 0,9
Маса ударника, кг	110
Висота падіння ударника, мм	740
Напруга живлення гідроелектроприводу, В	12
Маса комплексу, кг	420

Рисунок 9 – Причіпний дорожньо-вимірювальний комплекс



Технічні характеристики:

Тип	оптико-електричний
Живлення	від бортової системи автомобіля
Напруга, В	12
Інформаційне табло для зняття визначених показників	ЖКІ

Рисунок 10 – Прилад для визначення рівності покриття автомобільної дороги

Щільномір моделі 0503

Земляне полотно для автомобільної дороги являється фундаментом для наступних шарів дорожнього одягу. Допущені похибки у процесі вироблення земляних робіт щодо улаштування земляного полотна важко виправити після улаштування дорожнього одягу, тому контроль якості улаштування земляного полотна є важливою ланкою у процесі. Зокрема, для контролю щільності ґрунтів у польових умовах пропонується щільномір моделі 0503, що імітує роботу стандартного лабораторного приладу СоюздорНДІ. Прилад визначає ущільнення піщаних, супіщаних та суглинистих ґрунтів, що містять не більше ніж 25% твердих часток завбільшки понад 2 мм. Для здійснення контролю ступені ущільнення ґрунтів і «свіжого» асфальтобетону покриття автомобільної дороги

пропонується щільномір моделі 0502. Загальний вигляд і технічні характеристики щільноміру динамічного моделі 0503 показані на рис. 11.



Технічні характеристики:

Висота падіння гирі, мм	300
Маса гирі, кг	2,5
Довжина штанги для гирі, мм	560
Довжина штанги для наконечника конусного, мм	294
Висота кільця ріжучого, мм	50
Внутрішній діаметр кільця ріжучого, мм	50,5
Кут конусу, градус	60
Маса приладу, кг	6,2

Рисунок 11 – Щільномір динамічний для визначення ступеню ущільнення ґрунтів експрес-методом

Підприємство виготовляє низку стандартних виробів, що мають попит у підприємств і організацій дорожньої галузі: прилад для визначення злежуваності холодного асфальтобетону та форми циліндричні для приготування зразків асфальтобетону, кільця ріжучі для відбору проб ґрунту та ін.

Висновки. Дієвий контроль якості ДБМ і закінчених конструктивних елементів дорожнього одягу та контроль якості виконання робіт з будівництва, ремонту та утриманню автомобільних доріг загального призначення в великій мірі залежить від наявності в підприємствах, організаціях і наукових установах дорожньої галузі сучасного випробувального і контрольного обладнання і приладів.

Обладнання і прилади, що їх виготовляє ДП «Дорожній контроль якості», отримали позитивну оцінку фахівців дорожньої галузі.

Зважаючи на існування в складі Укравтодору Державного підприємства «Науково-технічний центр «Дорожній контроль якості», фахівців, які мають багаторічний досвід розроблення та виготовлення обладнання та приладів, для контролю якості дорожньо-будівельних матеріалів і дорожніх робіт на усіх етапах створення автомобільної дороги, та таких, що не поступаються за технічними показниками аналогічним імпортним виробам, але суттєво виграють за вартістю, та за сприяння створенню нового випробувального та контрольного обладнання та приладів Укравтодором, потрібна подальша підтримка розвитку вітчизняного приладобудування для потреб дорожньої галузі.