

УДК 625.7/.8

DOI:10.33744/0365-8171-2025-118.1-089-102

УДК 625.7/.8

**КОМПЛЕКС ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИНАМІЧНОЇ НАВАНТАГИ
ВІД ДОРОЖНЬО-БУДІВЕЛЬНОЇ ТЕХНІКИ НА ДРЕНАЖНІ КОНСТРУКЦІЇ
МІЛКОГО ЗАКЛАДАННЯ НА ЕТАПІ ЇХ ВЛАШТУВАННЯ**

**COMPLEX FOR EXPERIMENTAL RESEARCH OF DYNAMIC LOAD FROM ROAD
CONSTRUCTION EQUIPMENT ON SHALLOW-LAYING DRAINAGE STRUCTURES AT THE
STAGE OF THEIR INSTALLATION**



Разбойніков Олександр Олександрович, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, доцент кафедри автомобілів, e-mail: razboyn1k@ukr.net, тел.: +380972214790,

<https://orcid.org/0000-0003-3024-0999>



Поляков Володимир Михайлович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри транспортного будівництва та управління майном, e-mail: 153121@ukr.net, тел. +380979878582,

<https://orcid.org/0000-0002-0408-7153>

Анотація. Забезпечення сприятливого водно-теплогового режиму та видалення зайвої вологи з шарів основи дорожнього одягу стає важливим завданням під час проєктування стійких та довговічних дорожніх конструкцій. У контексті будівництва дорожньої конструкції, дренажі мілкового закладання виступають як необхідний елемент для підвищення її несної здатності. Разом з тим, бувають випадки коли на етапі влаштування під динамічною навантагою від колісних транспортних засобів та дорожньо-будівельної техніки зокрема, конструкції мілкового закладання руйнуються. Це пояснюється тим, що щільність ґрунту під час виконання будівельних та ремонтних робіт ще не досягає своїх регламентованих значень. Будівельна техніка, що рухається над дренажними трубами, створює додаткову динамічну навантагу, яка і призводить до їх руйнування. В статті запропоновано конструктивне рішення для визначення значень руйнівної динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції мілкового закладання. Наведено особливості конструкції, тарування та влаштування вимірювальної платформи комплексу для експериментальних досліджень динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції мілкового закладання, а також особливості збереження отриманих результатів експериментальних досліджень.

Ключові слова: дренажна конструкція мілкового закладання, щебеневो піщана суміш, динамічна навантага, дорожньо-будівельна техніка, експериментальні дослідження.

Вступ. Автомобільні дороги призначені для безпечного, зручного та комфортного руху транспортних засобів. Мережа автомобільних доріг є важливим елементом транспортної інфраструктури, що забезпечує, в тому числі, і обороноздатність країни. Враховуючи, що витрати на проектування, будівництво та експлуатаційне утримання мережі доріг складають значну частину національного бюджету, важливим питанням залишається гарантування достатньої міцності та експлуатаційної надійності дорожньої конструкції на стадії будівництва та експлуатації [1]. Забезпечення сприятливого водно-теплогового режиму та видалення зайвої вологи з шарів основи дорожнього одягу стає важливим завданням під час проектування стійких та довговічних дорожніх конструкцій. У контексті будівництва дорожньої конструкції, дренажі мілкового закладання виступають як необхідний елемент для підвищення її несної здатності [2].

Теорія та методи регулювання водно-теплогового режиму дорожньої конструкції, який впливає на її транспортно-експлуатаційний стан, потребують суттєвого розвитку в зв'язку з дією багаторазових навантажень, особливо від великогазових транспортних засобів, з наявністю надлишкової води у весняний період та під час відлиг [1]. Дослідники роботи [3] відмічають, що стійкість насипу має вирішальне значення при будівництві доріг. Основним засобом збору та відведення надлишкової вологи є влаштування дорожніх дренажних систем. Вони повинні проектуватися із умов ефективної роботи протягом усього терміну служби дорожньої конструкції [1]. В роботі [4], авторами було представлено технологію будівництва горизонтального дренажу на зрошуваних територіях, наведено результати теоретичних досліджень щодо визначення глибини дренажу, ширини дренажної траншеї, діаметра дренажної труби, товщини фільтрувального матеріалу, відстані між дренажними прорізами та дренажним модулем. У статті [5] представлено технологію будівництва та контроль якості систем водовідведення. Наведено методи влаштування та монтажу дренажних труб. У роботі [6] проводились дослідження труб з поліетилену, які зберігають характеристики щодо надійного їх з'єднання та терміну служби, ударостійкість, стійкість до рідини та корозії, що, відповідно, сприяє їх застосуванню у дренажних системах. На основі чисельного динамічного моделювання отримані результати, що характеризують стан навантаження труби та забезпечують теоретичну основу для економічно-доцільного визначення її довжини. Будівництво системи водовідведення пов'язане з повсякденним життям мешканців, тому такі проекти відіграють основну роль щодо об'єктів комунальної інженерії. У роботі [7] проаналізовано технологію будівництва систем водовідведення в міських умовах, але не розглядається динамічний вплив на дренажні труби саме на етапі їх влаштування.

Разом з тим, бувають випадки коли на етапі влаштування під динамічною навантагою від колісних транспортних засобів та дорожньо-будівельної техніки зокрема, конструкції мілкового закладання руйнуються. Це пояснюється тим, що щільність ґрунту під час виконання будівельних та ремонтних робіт ще не досягає своїх регламентованих значень. Будівельна техніка, що рухається над дренажними трубами, створює додаткову динамічну навантагу, яка і призводить до їх руйнування. Тому постає нагальна потреба у визначенні значень руйнівної динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції мілкового закладання. Експериментальне випробування є найбільш точним та достовірним підходом в дослідженні цих явищ. Для проведення таких випробувань необхідно розробити технічні рішення, зокрема комплекс для експериментальних досліджень динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції мілкового закладання.

Мета роботи - розроблення та тарування комплексу для експериментальних досліджень динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на етапі влаштування дренажних конструкцій мілкового закладання.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішувались наступні **завдання**:

- розроблення та створення вимірювальної вантажної платформи комплексу для експериментальних досліджень динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції мілкового закладання на етапі їх влаштування;

- вибір вимірювально-реєструючого комплексу та місць встановлення його давачів на вимірювальній вантажній платформі;

- тарування вимірювальної вантажної платформи комплексу для експериментальних досліджень динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції мілкового закладання на етапі їх влаштування;

- монтаж в дренажній траншеї вимірювальної вантажної платформи комплексу для експериментальних досліджень динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції мілкового закладання на етапі їх влаштування;

- визначення динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції з бетонною та ПВХ дренажними трубами мілкового закладання на етапі їх влаштування;

- збереження та обробка результатів проведених експериментальних досліджень, щодо визначення динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції мілкового закладання на етапі їх влаштування.

Об'єкт дослідження – динамічна навантага від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції з бетонною та ПВХ дренажними трубами мілкового закладання на етапі їх влаштування.

Основна частина дослідження. Для проведення експериментальних досліджень динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на етапі влаштування дренажних конструкцій мілкового закладання, необхідно розробити конструктивні рішення, щодо визначення динамічної навантаги в реальних дорожньо-будівельних умовах.

Задачами експериментальних досліджень передбачено визначення динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції з бетонною (рис. 1, а) та ПВХ (рис. 1, б) дренажними трубами мілкового закладання на етапі їх влаштування. Діаметр бетонної дренажної труби становить рівним 120 мм; ПВХ – 110 мм.



Рисунок 1 – Бетонна (а) та ПВХ (б) дренажні труби, що використовуються в експериментальних дослідженнях

Figure 1 – Concrete (a) and PVC (b) drainage pipes used in experimental studies

В експериментальних дослідженнях також передбачено використання дорожньо-будівельної техніки, зокрема тандемний вібраційний дорожній каток Hamm HD 130 (рис. 2, а), його вага 13,82 т, ширина катка 2,14 м [8]; навантажувач Sinomach 955 (рис. 2, б), його вага 16,5 т, ширина ковша 2,946 м [9].

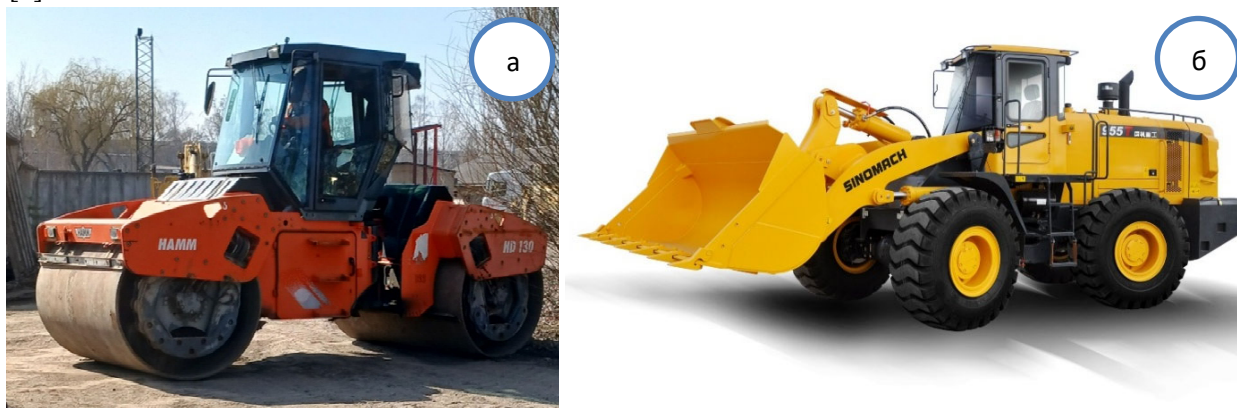
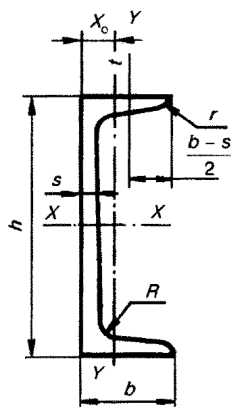


Рисунок 2 – Загальний вигляд тандемного вібраційного дорожнього катка Hamm HD 130 (а) та навантажувача Sinomach 955 (б)

Figure 2 – General view of the Hamm HD 130 tandem vibratory road roller (a) and the Sinomach 955 loader (b)

Відповідно довжина дренажних труб (рис. 3.1) та вимірювальної вантажної платформи має бути не менше 3 м (найбільша габаритна ширина робочих органів дорожньо-будівельної техніки, що безпосередньо контактує з ґрунтом + похибка оператора). Зовнішній діаметр бетонної дренажної труби становить 120 мм, ПВХ – 110 мм, тож ширина вантажної платформи має бути не менше 120 мм.



а

Номер швелера серії У	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	Площа поперечного перерізу <i>F</i> , см ²	Маса 1 м, кг
	не більше							
	мм							
5У	50	32	4,4	7,0	6,0	2,5	6,16	4,84
10У	100	46	4,5	7,6	7,0	3,0	10,90	8,59
12У	120	52	4,8	7,8	7,5	3,0	13,30	10,40

б

Рисунок 3 – Профіль поперечного перерізу і позначення геометричних параметрів швелерів з ухилом граней полиць (а) та їх значення (б) відповідно до сортаменту швелерів ДСТУ 3436-96 [10]

Figure 3 – Cross-sectional profile and designation of geometric parameters of channels with slope of shelf faces (a) and their values (b) according to the range of channels DSTU 3436-96 [10]

Дренажна труба лежить на піщаній подушці, а по бокам та зверху оточена основою із щебенево піщаної суміші (ЩПС 7). Глибина влаштування дренажної труби мілкового закладання знаходиться на

рівні 0,5 м. Відповідно, конструкція вимірювальної платформи комплексу має бути встановлена під дренажною трубою і залишатися в робочому стані в зазначених умовах. Тож, в якості кришки вимірювальної вантажної платформи обрано швелер сталевий гарячекатаний 12У довжиною 3 м, висота h 120 мм (рис. 3), площа поперечного перерізу 13,30 см² [10]

В якості основи вимірювальної вантажної платформи обрано швелер сталевий гарячекатаний 10У довжиною 3 м, висота h 100 мм, площа поперечного перерізу 10,90 см² (рис. 3) [10]. Крім того, для забезпечення стійкості корпусу вимірювальної вантажної платформи від провертання відносно повздовжньої осі до її основи по бокам приварено поперечні опори (рис. 4) зі швелеру 5У довжиною 1 м, висота h 50 мм, площа поперечного перерізу 6,16 см² (рис. 3) [10].



Рисунок 4 – Кришка та основа вимірювальної вантажної платформи

Figure 4 – Cover and base of the measuring load platform

Для контролю та фіксації даних, щодо вертикального навантаження, в якості датчиків вимірювальної вантажної платформи обрано вісім тензодавачів LOCOSC LP7110-2t C3, з номінальним навантаженням 2000 кг (рис. 5) [11].

Основною перевагою тензодавачів LOCOSC LP7110-2t C3 є габаритні параметри (рис. 5), що дозволяють розмістити їх попарно у швелері У10 основи вимірювальної вантажної платформи (рис. 6). Таким чином, кришка вантажної платформи може опиратися на вимірювальні опорні поверхні тензодавачів. Вимірювальні опорні поверхні тензодавачів мають можливість регулювання по висоті, що забезпечує рівномірний розподіл навантаження по датчикам вантажної платформи.

Для уникнення провертання кришки вантажної платформи відносно своєї повздовжньої осі на кінцях полиць швелера У12 передбачені трикутні направляючі (рис. 7), які при вертикальному навантаженні ковзають по полицям швелера У10 основи вантажної платформи. Трикутні направляючі (рис. 7) також використовуються при таруванні датчиків (рис. 5) вантажної платформи.

Для монтажу попарно розміщених тензодавачів LOCOSC LP7110-2t C3 у швелері У10 основи вимірювальної вантажної платформи, виконані відповідні отвори. Зважаючи, що тензодавача LOCOSC LP7110-2t C3 є тензодавачами консольного типу, між тензодавачем та основою має бути встановлена спеціальна дистанційна пластина, яка йде у комплекті з тензодавачем. Фрагмент з вирином вигляду

збірного 3D креслення з змонтованого тензодавача LOCOSC LP7110-2t C3 у швелері У10 основи вимірювальної вантажної платформи з кришкою вантажної платформи наведено на рисунку 8, а; з попарно розміщеними тензодавачами LOCOSC LP7110-2t C3 – на рисунку 8, б. Фотографія давачів з виведеними дротами та заземленням наведено на рисунку 9.

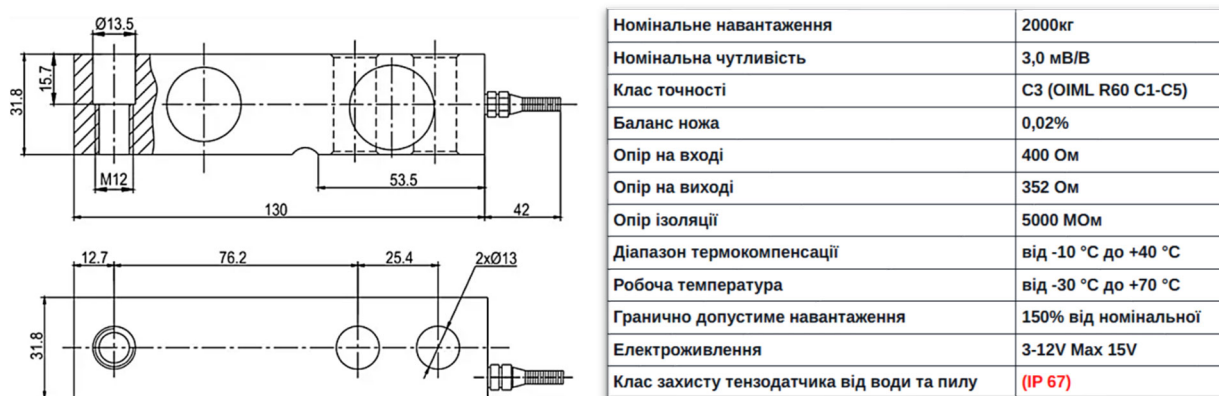


Рисунок 5 – Геометричні параметри та основні технічні характеристики тензодавача LOCOSC LP7110-2t C3 [11]

Figure 5 – Geometric parameters and main technical characteristics of the LOCOSC LP7110-2t C3 strain gauge [11]



Рисунок 6 – Попарне розміщення тензодавачів LOCOSC LP7110-2t C3 в швелері У10 основи вимірювальної вантажної платформи

Figure 6 – Pairwise placement of LOCOSC LP7110-2t C3 strain gauges in the channel U10 of the base of the measuring cargo platform

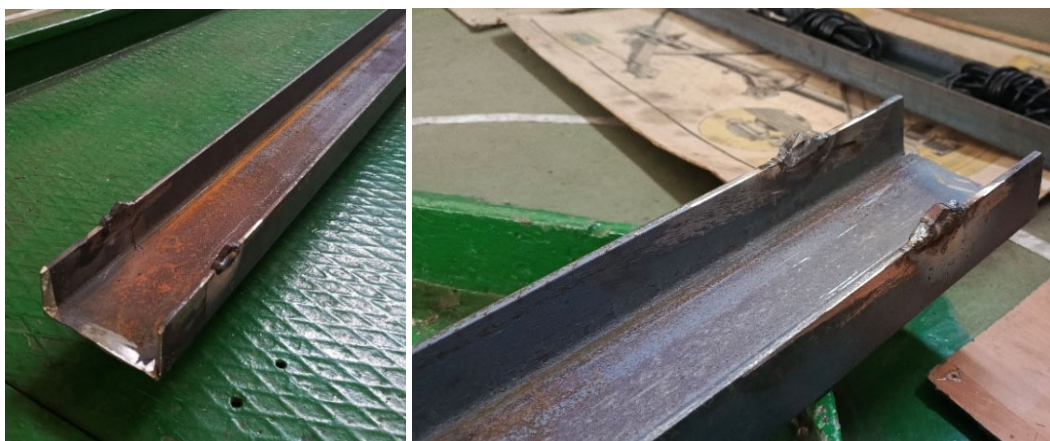


Рисунок 7 – Трикутні направляючі на кінцях швелера У12 кришки вантажної платформи
Figure 7 – Triangular guides at the ends of the U12 channel of the cargo platform cover

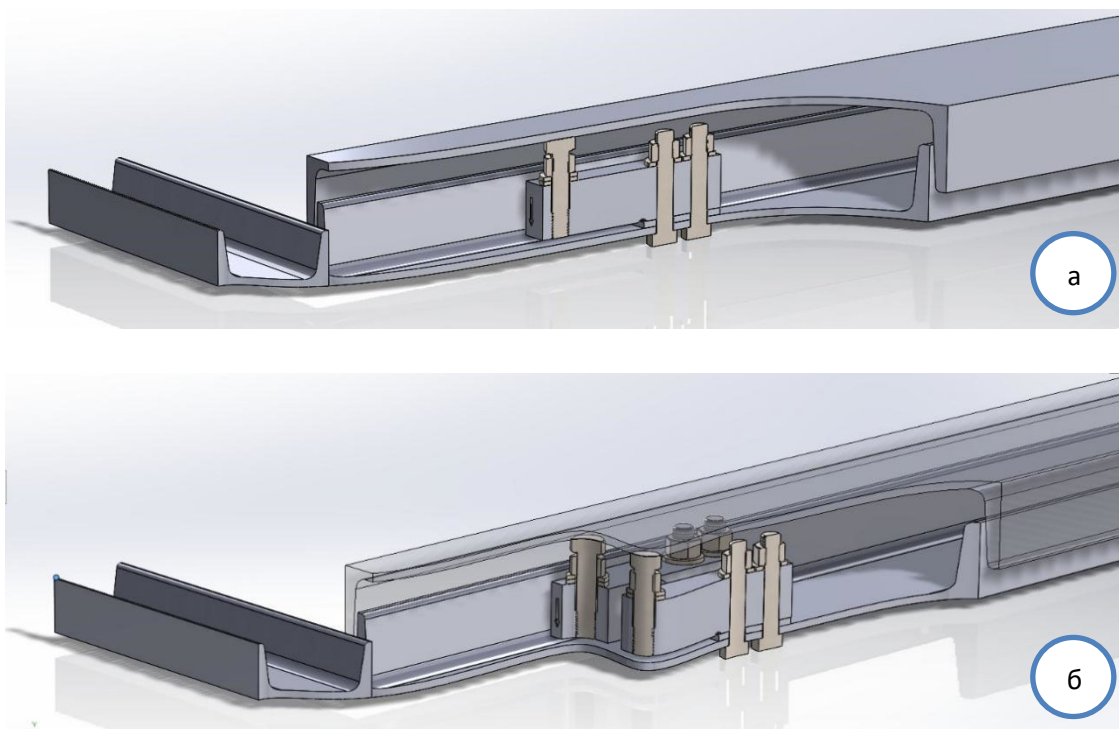


Рисунок 8 – Фрагмент з виворотом вигляду збірного 3D креслення з змонтованого тензодавача LOCOSC LP7110-2t C3 у швелері У10 основи вимірювальної вантажної платформи з кришкою вантажної платформи (а); з попарно розміщеними тензодавачами LOCOSC LP7110-2t C3 (б)
Figure 8 – Fragment with a cut-out view of the prefabricated 3D drawing of the mounted LOCOSC LP7110-2t C3 strain gauge in the channel U10 of the measuring cargo platform base with the cargo platform cover (a); with LOCOSC LP7110-2t C3 strain gauges placed in pairs (b)

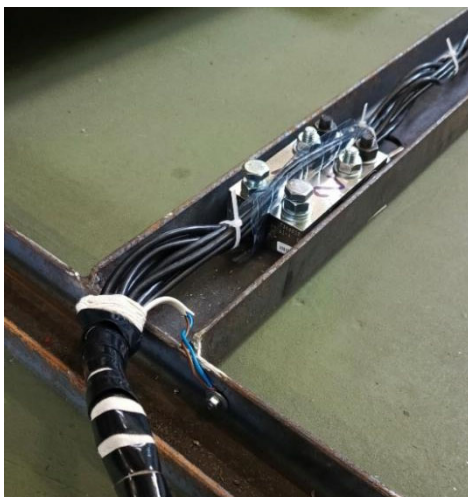


Рисунок 9 – Фотографія попарно розміщених давачів з виведеними дротами та заземленням
Figure 9 – Photograph of sensors placed in pairs with wires and grounding exposed

Загальне номінальне навантаження, що може сприйматися тензодавачами вимірювальної вантажної платформи складає 16000 кг. Для точної та справної роботи вимірювальної вантажної платформи необхідне її тарування (рис. 10).

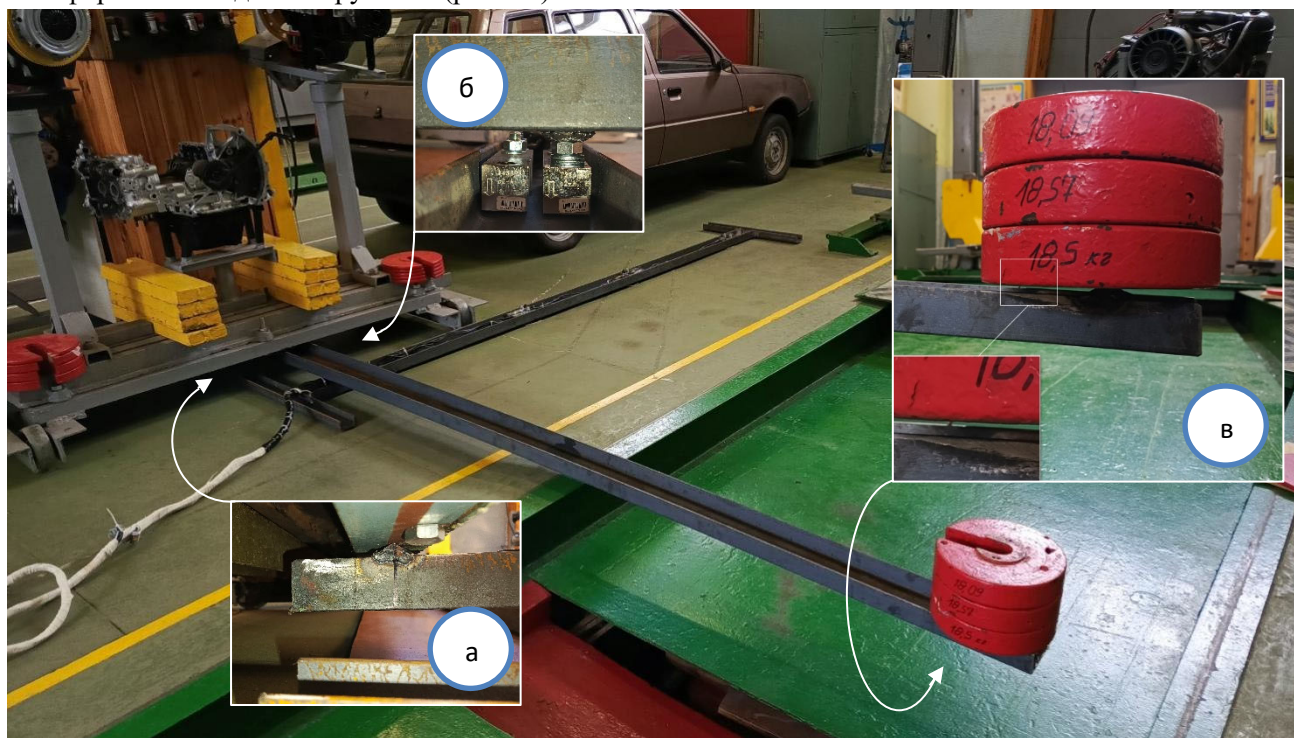


Рисунок 10 – Процес навантаження тензодавачів тарованим зусиллям:

а – робоча поверхня кришки вантажної платформи з опорою плеча важеля; б – посадочне місце під вимірювальну опорну поверхню тензодавача; в – робоча поверхня кришки вантажної платформи з тарованим баластом

Figure 10 – General view of the process of loading strain gauges with a tare force:

а – working surface of the cargo platform cover with a lever arm support; б – seat for the measuring support surface of the strain gauge; в – working surface of the cargo platform cover with tare ballast

Для визначення значення тарованого зусилля, що сприймається на кінці кришки вантажної платформи, використовуються контрольні ваги TECHNO WAGY з максимальним навантаженням 30 кг та точністю вимірювання до 0,5 г [12] (рис. 11, а). Після визначення маси кожного тарованого вантажу відбувається його поступове розміщення на кінці важеля (кришки вантажної платформи). З урахуванням передаточного співвідношення важільного механізму (рис. 10), тароване зусилля на вимірювальні опорні поверхні тензодавачів становлять: без вантажу – 149 кг; при тарованому навантаженні від першого вантажу – 317 кг; при тарованому навантаженні від першого та другого вантажу – 485 кг; при тарованому навантаженні від першого, другого та третього вантажу – 653 кг. Отримані значення навантажень від тензодавачів LOCOSC LP7110-2t C3 передаються на комплекс вимірювально-реєструючий багатоканальний універсальний (рис. 11, б), який дозволяє: зчитувати сигнали з тензодатчиків; візуально контролювати рівні сигналів на моніторі комп'ютера; записувати отриману інформацію на картку пам'яті типу microSD; зчитувати на комп'ютер записану інформацію для подальшого аналізу. На основі отриманих даних відбувається тарування кожного з давачів LOCOSC LP7110-2t C3 вантажної платформи.



Рисунок 11 – Визначення маси тарованого вантажу на контрольних вагах TECHNO WAGY (а); загальний вигляд багатоканального вимірювально-реєструючого комплексу (б)

Figure 11 – Determination of the mass of a tare load on TECHNO WAGY checkweighers (a); general view of the multi-channel measuring and recording complex (b)

Після тарування кожного давача окремо необхідно налаштувати положення вимірювальних площадок кожного давача по відношенню до кришки вантажної платформи. Для цього відбувається регулювання кожної вантажної площадки давача по вертикалі. Далі при закритій кришці вантажної платформи на неї необхідно створити навантаження з відомим значенням, наприклад, від коліс осі автомобіля. Всі давачі мають давати приблизно рівні значення, а їх сума відповідати значенню навантаження на колеса автомобіля. У разі менших або більших значень на тензодавачі, його положення по вертикалі необхідно підняти або опустити відповідно.

Відповідно до програми експерименту дренажна труба має бути розміщена над вантажною платформою на рівні 0,5 м (рис. 12,а). Для захисту кабелю даних від руйнування під навантаженням, використано захисний тунель з цегли та сталевих пластин (рис. 12, б). Для візуального контролю стану дренажної труби в основі із щебеневано-піщаної суміші (ЩПС 7), виконано опалубку (рис. 12, в) та встановлено швидкісну відеокамеру (рис. 13, а). В процесі експериментальних досліджень, відбувався контроль стану та глибини встановлення (рис. 13, б) дренажної труби.



Рисунок 12 – Захист вантажної платформи від потрапляння сторонніх предметів в її конструкцію (а); захист кабелю передачі даних (б); опалубка для візуального контролю стану дренажної труби (в)
Figure 12 – Protection of the cargo platform from foreign objects entering its structure (a); protection of the data transmission cable (b); formwork for visual inspection of the condition of the drainage pipe (c)

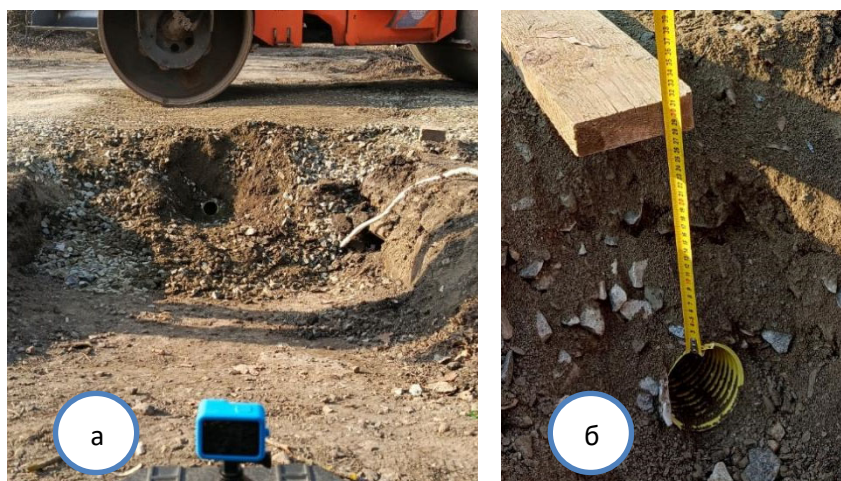


Рисунок 13 – Встановлена швидкісна відеокамера для відео фіксації та контролю стану дренажної труби (а), а також процес контролю глибини встановлення дренажної труби (б)

Figure 13 – A high-speed video camera has been installed for video recording and monitoring the condition of the drainage pipe (a), as well as the process of monitoring the depth of installation of the drainage pipe (b)

Висновки. Розроблено та створено вимірювальну вантажну платформу комплексу для експериментальних досліджень динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки на дренажні конструкції мілкового закладання на етапі їх влаштування. Для контролю та фіксації даних, щодо вертикального навантаження, в якості давачів вимірювальної вантажної платформи обрано вісім тензодавачів LOCOSC LP7110-2t C3, з номінальним навантаженням 2000 кг. Загальне номінальне навантаження, що може сприйматися тензодавачами вимірювальної вантажної платформи складає 16000 кг. Для точної та справної роботи вимірювальної вантажної платформи проведено її тарування. Для визначення значення тарованого зусилля, що сприймається на кінці кришки вантажної платформи, використовуються контрольні ваги TECHNO WAGY з максимальним навантаженням 30 кг та точністю вимірювання до 0,5 г. З урахуванням передаточного співвідношення важільного механізму, тароване зусилля на вимірювальні опорні поверхні тензодавачів становлять: без вантажу – 149 кг; при тарованому навантаженні від першого вантажу – 317 кг; при тарованому навантаженні від першого та другого вантажу – 485 кг; при тарованому навантаженні від першого, другого та третього вантажу – 653 кг. Отримані значення навантажень від тензодавачів LOCOSC LP7110-2t C3 передаються на комплекс вимірювально-реєструючий багатоканальний універсальний (рис. 11, б), який дозволяє: зчитувати сигнали з тензодатчиків; візуально контролювати рівні сигналів на моніторі комп'ютера; записувати отриману інформацію на картку пам'яті типу microSD; зчитувати на комп'ютер записану інформацію для подальшого аналізу. На основі отриманих даних відбувається тарування кожного з давачів LOCOSC LP7110-2t C3 вантажної платформи. Після тарування кожного давача окремо передбачене налаштувати положення вимірювальних площадок кожного давача по відношенню до кришки вантажної платформи. Далі при закритій кришці вантажної платформи на неї створюється навантаження з відомим значенням, наприклад, від коліс осі автомобіля. Всі давачі мають давати приблизно рівні значення, а їх сума відповідати значенню навантаження на колеса автомобіля. Такий підхід дає можливість перевірити якість тарування та точність вимірювальної вантажної платформи комплексу для експериментальних досліджень динамічної навантаги від дорожньо-будівельної техніки

на дренажні конструкції мілкового закладання на етапі їх влаштування. Для захисту кабелю даних від руйнування під навантаженням, запропоновано використовувати захисний тунель з цегли та сталеві пластили. Для візуального контролю стану дренажної труби в основі із щебеневі піщаної суміші (ЩПС 7), виконано опалубку та встановлено швидкісну відеокамеру. В процесі експериментальних досліджень, забезпечено контроль стану та глибини встановлення дренажної труби.

Перелік посилань

1. Славінська О.С. Удосконалення методу розрахунку параметрів поперечного дренажу мілкового закладання на автомобільних дорогах / О.С. Славінська, А.В. Бубела, А.М. Онищенко, О.Ю. Усиченко, В.В. Стьожка // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К.: НТУ, 2022, – Вип. 1 (51). С. 352–362. DOI: [10.33744/2308-6645-2022-1-51-352-362](https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-1-51-352-362)
2. Бубела А.В. Визначення технологічних вимог при влаштуванні дренажних конструкцій мілкового закладання / А.В. Бубела, В.М. Поляков // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий, науково-виробничий журнал. – К.: НТУ, 2023. – Вип. 3 (57). С. 35–42. DOI: [10.33744/2308-6645-2023-3-57-035-042](https://doi.org/10.33744/2308-6645-2023-3-57-035-042)
3. Rufaizal Che Mamat, Anuar Kasa, Siti Fatim Mohd Razali. A review of road embankment stability on soft ground: problems and future perspective. IJUM Engineering Journal, Vol. 20, No. 2, 2019. <https://doi.org/10.31436/ijumej.v20i2.996>.
4. Vafiev Safo, Dauletov Nuzamadin, Turdibekov Ikhomjon, Vafiev Rustam, Vafieva Ozoda. Construction of closed horizontal drainage on irrigated lands and determination of its parameters. [Електронний ресурс] / E3S Web of Conferences. – 2021. – Режим доступу: 264. 04071. 10.1051/e3sconf/202126404071.
5. Qu Zhenlun, Wang Weihai, Zhou An, Liu Jianyin, Feng Jianhua. Study on construction technology and quality control of municipal drainage engineering. [Електронний ресурс] / Smart Construction Research. – 2018. – Режим доступу: 2. 10.18063/scr.v2i3.575.
6. Wang Weizhi, Xue Linhu, Chen Meng. Application study on numerical analysis method of onshore launching system design for over-length with large diameter HDPE pipe. [Електронний ресурс] / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Режим доступу: 768. 012160.10.1088/1755-1315/768/1/012160.
7. Ding Li, Liwu Li. Analysis of Water Supply and Drainage Construction Technology for Municipal Engineering. [Електронний ресурс] / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Режим доступу: 608. 012003. 10.1088/1755-1315/608/1/012003.
8. Hamm HD 130. Технічні характеристики та технічні дані (2003-2007). [Електронний ресурс] – URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/budivel-na-tehnika/katki-tandemni-vibracijni-dorozni-katki-hamm/hd-130-1020640>
9. Sinomach 955T. Технічні характеристики та технічні дані (2017-2025). [Електронний ресурс] – URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/budivel-na-tehnika/kolisni-navantazuvaci-sinomach/955t-11706113>
10. ДСТУ 3436-96 Швелери сталеві гарячекатані. Сортакмент (ГОСТ 8240-97). [Електронний ресурс] – URL: <https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/dstu%203436-96%20sgvelery%20stalevi%20garyacekatani.%20sortament.%20z%20popravkoyu.pdf>
11. Тензодатчик для платформних ваг LOCOSC LP7110-2t C3 (аналог KELI SQB. ZEMIC H8C) 2000 кг. [Електронний ресурс] – URL: <https://vesovik.com.ua/ua/p2133049703-tenzodatchik-dlya-platformennyh.html>
12. Ваги лабораторні загального призначення електронні ТВЕ. Настанова щодо експлуатування ТВТВ 404316 HE [Електронний ресурс] – URL: <https://chemtest.com.ua/jnstrukcii/nastanova%20tve.pdf>

COMPLEX FOR EXPERIMENTAL RESEARCH OF DYNAMIC LOAD FROM ROAD CONSTRUCTION EQUIPMENT ON SHALLOW-LAYING DRAINAGE STRUCTURES AT THE STAGE OF THEIR INSTALLATION

Razboinikov Oleksandr O., Ph.D (Candidate of Technical Sciences), Associate Professor, National Transport University, Associate Professor of Department of Automobiles, e-mail: razboyn1k@ukr.net, tel.: +380972214790, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovicha-Pavlenko str., 1, <https://orcid.org/0000-0003-3024-0999>

Poliakov Volodymyr M., National Transport University, Postgraduate student of the Department of Transport Construction and Property Management, e-mail: 153121@ukr.net, tel.: +380979878582, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovicha-Pavlenko str., 1, <https://orcid.org/0000-0002-0408-7153>

Abstract. Ensuring a favorable water-thermal regime and removing excess moisture from the base layers of the road surface becomes an important task when designing stable and durable road structures. In the context of building a road structure, shallow-laid drainages act as a necessary element to increase its bearing capacity. However, there are cases when at the stage of arrangement under dynamic loads from wheeled vehicles and road construction equipment in particular, shallow-laid structures collapse. This is explained by the fact that the soil density during construction and repair work has not yet reached its regulated values. Construction equipment moving over drainage pipes creates additional dynamic loads, which leads to their destruction. The article proposes a constructive solution for determining the values of destructive dynamic loads from road construction equipment on shallow-laid drainage structures. The features of the design, calibration and arrangement of the measuring platform of the complex for experimental studies of dynamic loads from road construction equipment on shallow drainage structures are presented, as well as the features of preserving the obtained results of experimental studies.

Keywords: shallow drainage structure, crushed stone-sand mixture, dynamic loading, road construction equipment, experimental research.

References

1. Slavins'ka O.S. Udoskonalennya metodu rozrakhunku parametriv poperechnoho drenazhu milkoho zakladannya na avtomobil'nykh dorohakh / O.S. Slavins'ka, A.V. Bubela, A.M. Onyshchenko, O.YU. Usychenko, V.V. St'ozhka // Visnyk Natsional'noho transportnoho universytetu. Seriya «Tekhnichni nauky». Naukovyy zhurnal. – K.: NTU, 2022, – Vyp. 1 (51). S. 352–362. DOI: [10.33744/2308-6645-2022-1-51-352-362](https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-1-51-352-362) [in Ukrainian].
2. Bubela A.V. Vyznachennya tekhnolohichnykh vymoh pry vlashtuvanni drenazhnykh konstruktsiy milkoho zakladannya / A.V. Bubela, V.M. Polyakov // Visnyk Natsional'noho transportnoho universytetu. Seriya «Tekhnichni nauky». Naukovyy, naukovo-vyrobnychy zhurnal. – K.: NTU, 2023. – Vyp. 3 (57). S. 35–42. DOI: [10.33744/2308-6645-2023-3-57-035-042](https://doi.org/10.33744/2308-6645-2023-3-57-035-042) [in Ukrainian].
3. Rufaizal Che Mamat, Anuar Kasa, Siti Fatin Mohd Razali. A review of road embankment stability on soft ground: problems and future perspective. IIUM Engineering Journal, Vol. 20, No. 2, 2019. <https://doi.org/10.31436/iiumej.v20i2.996>. [in English].
4. Vafoev Safo, Dauletov Nuzamadin, Turdibekov Ilkhomjon, Vafoev Rustam, Vafoeva Ozoda. Construction of closed horizontal drainage on irrigated lands and determination of its parameters. [Електронний ресурс] / E3S Web of Conferences. – 2021. – Режим доступу: 264. 04071. 10.1051/e3sconf/202126404071. [in English].

5. Qu Zhenlun, Wang Weihai, Zhou An, Liu Jianyin, Feng Jianhua. Study on construction technology and quality control of municipal drainage engineering. [Електронний ресурс] / Smart Construction Research. – 2018. – Режим доступу: 2. 10.18063/scr.v2i3.575. [in English].
6. Wang Weizhi, Xue Linhu, Chen Meng. Application study on numerical analysis method of onshore launching system design for over-length with large diameter HDPE pipe. [Електронний ресурс] / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Режим доступу: 768. 012160.10.1088/1755-1315/768/1/012160. [in English].
7. Ding Li, Liwu Li. Analysis of Water Supply and Drainage Construction Technology for Municipal Engineering. [Електронний ресурс] / IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – Режим доступу: 608. 012003. 10.1088/1755-1315/608/1/012003. [in English].
8. Hamm HD 130. Tekhnichni kharakterystyky ta tekhnichni dani. [Електронний ресурс] – URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/budivel-na-tehnika/katki-tandemni-vibracijni-dorozni-katki-hamm/hd-130-1020640> [in Ukrainian].
9. Sinomach 955T. Tekhnichni kharakterystyky ta tekhnichni dani (2017-2025). [Електронний ресурс] – URL: <https://www.lectura-specs.com.ua/ua/model/budivel-na-tehnika/kolisni-navantazuvaci-sinomach/955t-11706113> [in Ukrainian].
10. DSTU 3436-96 Shvelery stalevi haryachekatani. Sortament (HOST 8240-97). [Електронний ресурс] – URL: <https://uscc.ua/uploads/page/images/normativnye%20dokumenty/dstu/dstu%203436-96%20sgvelery%20stalevi%20garyacekatani.%20sortament.%20z%20popravkoyu.pdf> [in Ukrainian].
11. Tenzodatchyk dlya platformnykh vah LOCOSC LP7110-2t S3 (analog KELI SQB. ZEMIC H8C) 2000 kg. [Електронний ресурс] – URL: <https://vesovik.com.ua/ua/p2133049703-tenzodatchik-dlya-platformennyh.html> [in Ukrainian].
12. Vahy laboratorni zahal'noho pryznachennya elektronni TVE ...Nastanova shchodo ekspluatuvannya TVTV 404316 NE [Електронний ресурс] – URL: <https://chemtest.com.ua/jnstrukcii/nastanova%20tve.pdf> [in Ukrainian].

Дата надходження до редакції 11.05.2025.