

К. Ф. Боряк /д. т. н./, О. І. Ваганов, /д. т. н./,
Л. В. Коломієць, /д. т. н./, О. О. Лопатін,
А. Г. Цимбалюк

Одеська державна академія технічного
регулювання та якості

Зважувальний неавтоматичний калібрувальний прилад для безгирної перевірки великовантажних платформних залізничних ваг

У статті розглядається спосіб вирішення існуючої проблеми із затримкою у часі виконання перевірочних (калібрувальних) робіт і порушення термінів міжперевірочного інтервалу великовантажних платформних залізничних ваг, яка пов'язана із дефіцитом вагоперевірочних вагонів. Авторами пропонується ввести в перевірочну схему вимірювання маси новий робочий еталон – «Зважувальний неавтоматичний калібрувальний прилад з найбільшою межею зважування 60 т (ЗНКП-60)», який для створення зусиль навантаження на вагову платформу використовує гідравлічні домкрати і баластний вантаж, що є в наявності у замовника. Наприклад, завантаженого за нормою чим-небудь залізничного вагона відкритого типу (піввагон). Автори пропонують впровадження ЗНКП-60 замість вагоперевірочних вагонів, які використовують еталонні гирі класу М1 ГОСТ 111-1 (OIML R 111-1, IDT). (л. 4. Бібліоєр.: 7 назв.).

Ключові слова: зважувальний неавтоматичний калібрувальний прилад, платформні ваги, безгирна перевірка, калібрування великовантажних ваг, еталонні засоби вимірювання

In article the mode of the solution of the existing problem with a time lag of performance of testing (calibration) works and violation of terms of an interesting interval of heavy-load platform railway scales, which is connected with the lack of scale test cars is considered. Authors offer to enter into the test scheme of measurement of weight a new working standard – «Weighing non-automatic calibration device with the greatest limit of weighing of 60 t (WNCD-60)», which for creation of loads on a weight platform uses hydraulic jacks and ballast freight, available in the customer. For example, the railway car of open type normally loaded by something (gondola car). Authors offer implementation of WNCD-60 instead of the scale test cars using an sample weight of the class M1 GOST 111-1 (OIML R 111-1, IDT).

Key words: weighing automatic calibration instrument, platform scales, weightless calibration, calibration of heavy weights, reference devices

Актуальність досліджень існуючої проблеми

На цей час на залізничному транспорті України для забезпечення обліку перевезених вантажів експлуатуються тисячі одиниць вагонних ваг для зважування із зупинкою та у русі. Для перевірки вагонних ваг на залізничному транспорті використовуються вагоперевірочні вагони (ВПВ) з обладнанням, підтримання технічного стану та експлуатація яких здійснюються відповідно до вимог [1; 2], нормативно-правових актів, нормативних документів [3]. ВПВ обладнується на базі рухомого складу згідно з проектом, затвердженим встановленим порядком, і може бути чотири-, шести- чи восьмивісним. ВПВ має бути оснащеним робочими еталонами [4]: гирями масою 2000 кг, самохідними вагоперевірочними візками, комплектом інших гир, а також може бути оснащений дизель-електростанцією та приводами керування для автономного пересування вагону. Загальна маса гир, яка потрібна при перевірці, має дорівнювати максимальній

межі зважування ваг, яка може досягати більше 100 т. У зв'язку з цим виникає необхідність застосування вантажопідйомних механізмів при проведенні перевірки разом із спеціалізованим вагоперевірочним вагоном.

Проблемою є дефіцит вагоперевірочних вагонів, більшість яких були створені за часів СРСР і є морально застарілими. Наприклад, на Одеській залізниці кількість вагоперевірочних вагонів за останні 15 років скоротилася в 3 рази (з 24 одиниць до 8). У зв'язку з цим терміни міжперевірочного інтервалу порушуються, що призводить до тимчасової зупинки експлуатації вагового обладнання і виробничих простоїв. У результаті порушується весь технологічний процес виробництва. У такій ситуації створюється черга із замовників і велика затримка в часі виконання перевірочних (калібрувальних) робіт щодо платформних ваг. Це призводить до великих збитків, які несуть промислові підприємства в очікуванні своєї черги.

Аналіз відомих технічних рішень існуючої проблеми

Відома російська методика перевірки [5] має певні недоліки. При створенні перевірного зусилля на платформу ваг виникає сила протидії, що в застосовуваних конструкціях призводить до необхідності значного посилення фундаменту ваг або істотного ускладнення самої металевої конструкції. Зазначені конструкційні складності призвели до того, що загальна вартість нових платформних ваг значно зростає, а для вже існуючих ваг зовсім стає неможливим застосувати відомий метод безгірної перевірки. Тому російський метод безгірної перевірки ваг не набув широкого застосування на практиці в Україні.

Мета та основні завдання дослідження

Метою дослідження є зниження експлуатаційних витрат, пов'язаних із застосуванням еталонних гир IV розряду і вантажопідіймної техніки вагоперевірочних вагонів, і скорочення технологічного часу на проведення операцій перевірки (калібрування) великовантажних залізничних платформних ваг за рахунок використання нового робочого еталона.

Запропоноване технічне рішення і сфера його застосування

Нами пропонується ввести в перевірочну схему вимірювання маси [3] новий робочий еталон під назвою «Зважувальний неавтоматичний калібрувальний прилад з найбільшою межею зважування 60 т (ЗНКП-60)», який замінить ВПВ, укомплектований гирями класу М1 ГОСТ 111-1 (OIML R 111-1, IDT).

Теоретичні передумови до реалізації цього технічного рішення базуються на розробленому авторами новому методі і способі завдання зусиль у всьому діапазоні навантаження платформи ваг, які перевіряються з використанням гідравлічних домкратів та баластного вантажу, що є в наявності, наприклад, завантаженого за нормою чим-небудь залізничного вагона відкритого типу (піввагона). Перевірка ваг за допомогою ЗНКП-60 здійснюється методом порівняння з використанням будь-якого баластного вантажу навантаженнями, рівними значеннями маси, рівномірно розподіленими у всьому діа-

пазоні зважування, при цьому розрахункові значення перевірочних точок можуть не збігатися з округленими значеннями з набору гир класу М1. Схему навантаження вагової платформи баластним вантажем наведено на рис. 1.

Технічні характеристики приладу. ЗНКП-60 являє собою розбірну металеву конструкцію, в яку вмонтовано гідравлічні домкрати та тензометричні датчики, яка монтується між баластним вантажем (наприклад, навантаженим залізничним вагоном відкритого типу «піввагон») і ваговою платформою таким чином, що навантажувальні зусилля від гідравлічних домкратів передаються вертикально на залізничні рейки вагової платформи, далі на саму конструкцію платформи, фундамент і підстильну основу.

Технічний результат досягається завдяки тому, що сама металева конструкція, в яку вмонтовано гідравлічні домкрати і тензометричні датчики, не має конструкційного зв'язку ні з ваговою платформою, ні з фундаментом, ні з підстильною основою, ні з навколишнім дорожнім покриттям, прилеглим до зазначених елементів конструкції ваг. Завдяки чому забезпечується:

- адекватність відтворення експлуатаційного навантаження ваг при перевірці (калібруванні);
- неможливість виникнення будь-яких деформацій в елементах конструкції ваг і використання залізничного піввагона при проведенні операцій з калібрування (перевірки);
- стабільність отриманих результатів вимірювання при повторенні операцій;
- зменшення часу на проведення технологічних операцій завдяки відсутності необхідності в переміщенні вантажопідіймною технікою еталонних гир;
- зменшення загальної вартості робіт з калібрування (перевірки) завдяки відсутності необхідності в залученні до проведення робіт вагоперевірочних вагонів з еталонними гирями і вантажопідіймною технікою.

Зважувальний неавтоматичний калібрувальний прилад відповідає вимогам технічного регламенту України [6], який розроблений на основі положень Директиви 2009/23/ЄС щодо неавтоматичних приладів для зважування. Зважувальний неавтоматичний калібрувальний

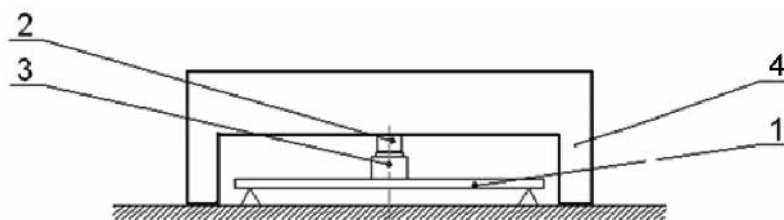


Рис. 1. Варіант навантаження вагової платформи з використанням гідравлічних домкратів і баластного вантажу:

1 – вагова платформа; 2 – вимірювальний прилад; 3 – гідравлічний домкрат; 4 – баластний вантаж

МАШИНОВЕДЕНИЕ

прилад відповідає вимогам [1], в частині яка сто- сується еталонних засобів вимірювання маси.

Найбільша межа зважування Max, кг	60000
Найменша межа зважування Min, кг	400
Межа абсолютної похибки відтворення і вимірювання маси, кг	±25
Кліматичне виконання	за ГОСТ 15150
Навантажувальний модуль УХЛЗ, °С	-20... +40
Система управління УХЛІ, °С	-40...+50
Варіанти зовнішнього інтерфейсу зв'язку	RS232, RS485, CAN
Тривалість циклу зважування, с	20
Напруга, В, Гц	220, 50 ± 20 % ± 15 %
Споживана потужність, не більше, Вт	53
Діапазон робочих температур, °С	-20...+40
Габаритні розміри (без домкратів) (L×B×H), мм	3990×3120×923
Загальна маса не більше, кг	1300
Максимальна маса одиничного конструктивного елемента не більше, кг	63

Для вимірювання зусиль у режимі розтягнення/стиснення використовується силовий міст з трьох балкових тензометричних датчиків марки ZEMIC H8C класу точності С3. Конструктивне виконання тензометричних датчиків:

Тип тензодатчика	балковий
Матеріал корпусу	Сталь
Клас захисту тензодатчика від води та пилу ГОСТ 14254	високий (IP 67)
Номинальне навантаження маси, кг	2000
Клас точності приладу	С3
Максимальна кількість перевірочних поділок	3000
Загальна похибка, %	0,020
Повзучість результатів виміру, %	0,016
Відхилення чутливості	0,011 % на 10 °С
Температурне відхилення від нуля	0,015 % на 10 °С
Вихідна чутливість mv/v	2
Опір на вхід, Ом	350
Опір на вихід, Ом	350
Опір ізоляції, МОм	5000

Діапазон термокомпенсації від -10 °С до +40 °С

Діапазон напруги живлення, В 10 В
Максимальне перевантаження 150 % від номінального

Металева конструкція зважувального неавтоматичного калібрувального приладу складається з шести модулів, згрупованих попарно у три окремі секції, які розташовуються на рейках вагової платформи на міжцентровій відстані 1700 мм одна від одної, що дорівнює відстані між бічними стійками кузова вантажного вагона відкритого типу. До складу однієї секції ЗНКП-60 входить (рис. 2):

- навантажувальний пристрій, що складається із трьох гідравлічних домкратів, які встановлені на перемичках (5) і (6), причому на бічних перемичках (5) встановлені два домкрати з максимальним зусиллям у 5,0 тс (49 кН), а на центральній перемичці (6) встановлено третій домкрат з максимальним зусиллям у 15,0 тс (147 кН):

- вагопередавальний пристрій (4-6), що являє собою складові зварні металоконструкції - перемички (5) і (6) та дві балки (4) - які розташовані поперек рейкового полотна, мають довжину 3120 мм, відповідно до габаритної ширини піввагона по бічних стійках, і які своїми опорами центруються і спираються на диски ваговимірювальних пристроїв (2);

- ваговимірювальний пристрій (2) (чотири одиниці), що являє собою комплект з трьох еталонних балкових датчиків, закріплених на приймальному диску під кутом 120° один до одного, які розташовані попарно з двох боків по центру головки рейки зверху на плитах вантажоприймального пристрою (1);

- вантажоприймальний пристрій (1) (дві балки 1), що являє собою дві рамні зварні металоконструкції, які закріплені поперек рейкового полотна (для запобігання відриву металоконструкції пристрою від головок рейок, під час навантаження в нижній частині рами в обмежуючих куточках передбачена установка двох притискних упорів, що взаємодіють з нижньою частиною головки рейки).

Гідравлічне обладнання ЗНКП-60 складається з двох комплектів: ручних насосів, домкратів, з'єднувальних шлангів і швидкокороз'ємних з'єднувальних елементів (муфт з наконечниками). Один комплект для бічних домкратів з насосом № 1 об'єднує шість домкратів, під'єднаних до насоса паралельно. Другий комплект для центральних домкратів з насосом № 2 об'єднує три домкрати, що також під'єднані паралельно. Три секції ЗНКП-60 одночасно можуть відтво-

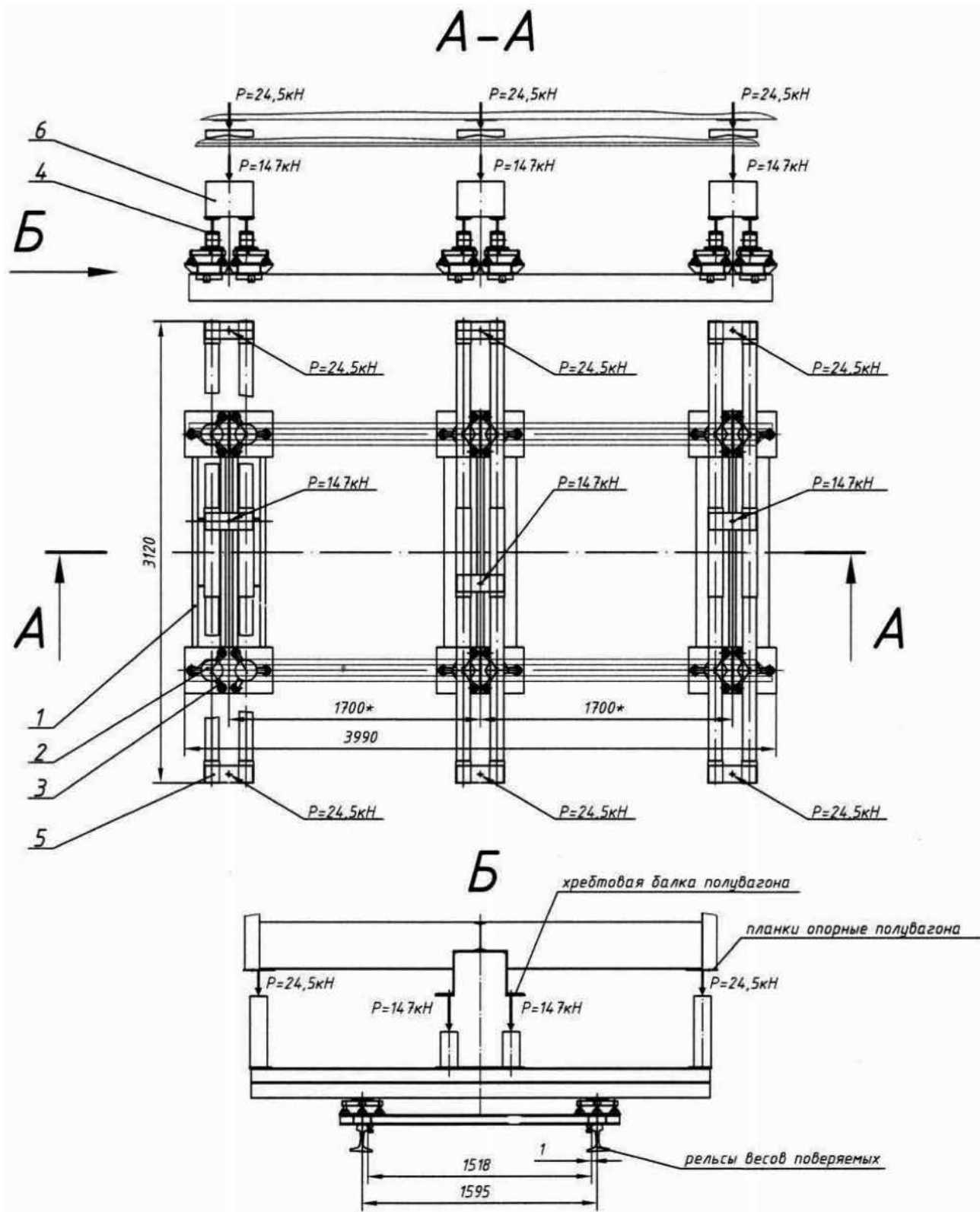


Рис. 2. ЗНКП-60 зі схемою відтворення зусиль навантаження на одну із секцій вагової платформи: 1 – вантажоприймальний пристрій (всього 6 од.), 2 – ваговимірювальний пристрій ВП-5 (всього 12 од.); 3 – тензометричний датчик (всього 36 од.); елементи вагопередавального пристрою: 4 – складна балка (всього 6 од.); 5 – бічна перемичка (всього 6 од.); 6 – центральна перемичка (всього 3 од.)

рювати максимальне навантажувальне зусилля в 60 тс (589 кН). Кожна секція може відтворювати максимальне зусилля в 20 тс (196 кН). А кожен модуль окремо може відтворювати максимальне зусилля в 10 тс (98 кН). Гідравлічні домкрати усіх трьох секцій об'єднані в групи гнучкими шлангами: бокові із зусиллям 5 тс (49 кН) в групу з 6 одиниць і центральні із зусиллям 15,0 тс (147 кН) в групу з 3 одиниць. У кожній із груп гідравлічні домкрати для вирівнювання тиску підключені до насосів паралельно, що забезпечує одночасність відтворення навантажувальних зусиль з боків і по центру конструкції вантажного вагона.

Для вагонних ваг незалежність показань від положення вагона на платформі дуже важлива. На вагах зважують вагони різних баз і колісних формул, які наїжджають на платформу з обох боків. Розрахункові точки докладення зусилля від коліс через рейки на вагову платформу розподілені рівномірно по всій площині платформи, тому при калібруванні (перевірці) треба перевірити ситуації розташування вагона в будь-якому місці по довжині платформи, а відтворювати зусилля потрібно точково і симетрично відносно поздовжньої осі ваг (рис. 3) [7].

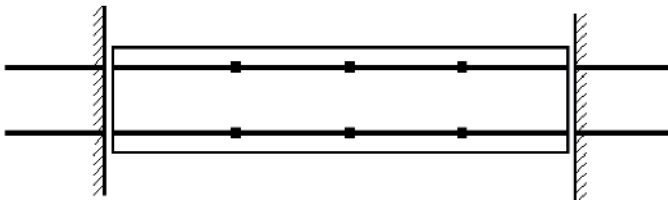


Рис. 3. Схема точкового відтворення зусилля від вагона на вагову платформу

При такій конструкції ЗНКП-60 і схемі (рис. 1) навантаження вагової платформи гідравлічними домкратами потрібні зусилля через залізничні рейки на платформу передаються точково і симетрично до поздовжньої осі платформи, що є найбільш адекватним до умов навантаження ваг в експлуатації. При цьому кожна з трьох секцій ЗНКП-60 імітує навантаження від однієї пари коліс залізничного вантажного вагона. При перевірці перевірник отримує можливість імітувати два різних варіанти навантаження вагової платформи, адекватні експлуатаційним умовам зважування вантажних вагонів, які, відповідно, мають двовісні візки (потрібно використовувати дві секції ЗНКП-60) або тривісні візки (потрібно використовувати три секції ЗНКП-60).

Секції ЗНКП-60 встановлюються під низом завантаженого вагона поперек рейкового полотна з упором на верхню частину головки рейок. Для запобігання відриву опорної ниж-

ньої частини вагопередавального пристрою від ваговимірювального пристрою ВП-5 до металоконструкції вантажоприймального пристрою приварені два куточки з отворами, в які вставлені дві шпильки. Шпильки закручені в приварені до плит рами гайки. Зверху на шпильки накручені дві гайки, з яких нижня гайка, вручну притискається до площини куточка балки і фіксується (контрється) верхньою гайкою. Додатково на протилежних бічних сторонах нижньої частини балки (4) приварено ряд планок з притискними упорами для кріплення верхньої частини балки (4). Верхня частина балки встановлюється на нижню частину і закріплюється до неї упорами. Таким чином забезпечується надійне скріплення вагопередавального пристрою з ваговимірювальним і вантажоприймальним пристроями.

На поверхні верхньої частини балки є три спеціальних планки (дві по краях і одна посередині балки) для установки на них перемичок (5) і (6). Дві перемички (5), з'єднують поперек дві балки (4) по краях (під боковими стійками кузова вагона) в одній секції. Одна перемичка (6), яка з'єднує поперек дві балки (4) в центральній частині однієї секції під хребтовою балкою вагона.

Колісні пари вантажного вагона розміщуються за межами вагової платформи на під'їзній і міжплатформній ділянках рейкового полотна таким чином, щоб навантаження від колісних пар візків не передавалося на вагову платформу (рис. 4).

Електрообладнання приладу ЗНКП-60 включає: перетворювачі сигналу, які вбудовані у ваговимірювальний пристрій ВП-5, з'єднувальні кабелі та прибор ТО-112, що забезпечує візуалізацію результатів вимірювань на табло чи на екрані монітора ПК, фіксацію, запис в електронному сховищі ПК, автоматизований розрахунок відносної похибки вимірювань і подальшого друку протоколу вимірів у паперовому вигляді.

Очікуваний результат при впровадженні. На цей час в Україні має місце дефіцит вагоперевірочних вагонів, що веде до затримання термінів виконання перевірки. Також значних витрат потребує доставка ВПВ до місця перевірки та робота з ним. Операція перевірки з використанням ВПВ є дуже витратною, трудомісткою. Так, за рік експлуатаційні витрати на проведення перевірки вагонних ваг з використанням ВПВ з урахуванням витрат на деповський та капітальний ремонт досягають 3,5 млн грн. Таким чином, для значного скорочення експлуатаційних витрат та часу на проведення перевірки великовантажних платформних ваг акту-

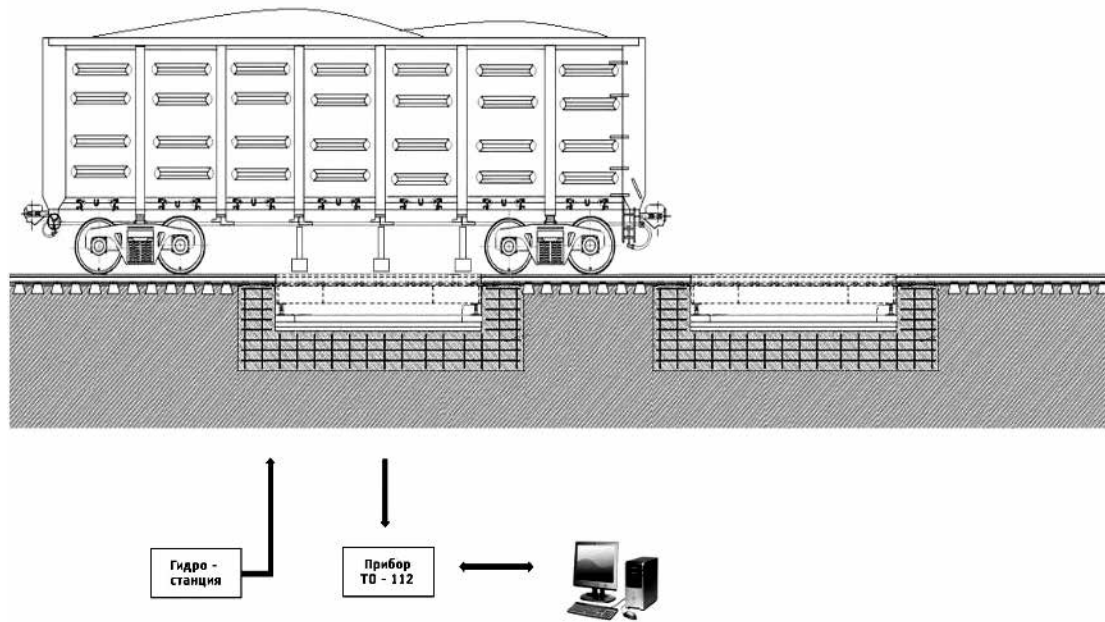


Рис. 4. Схема взаємного розташування складових елементів мобільного пересувного вимірювального еталонного комплексу при виконанні робіт з перевірки (калібрування) платформних ваг

альною та економічно доцільною є розробка методу безгирної перевірки, схем навантаження і конструктивних вузлів нового вимірювального еталонного комплексу, що дозволить застосувати безгирну перевірку до наявних в експлуатації платформних ваг без додаткових фінансових витрат на їх модернізацію.

Весь комплекс може бути змонтований на вантажопасажирському автомобілі. На цей час загальна вартість такої мобільної калібрувальної лабораторії з урахуванням вартості автомобіля складає до 1000 тис грн. При цьому з урахуванням зниження річних експлуатаційних витрат порівняно з використанням ВПВ у 12 разів (до 290 тис. грн) термін окупності витрат на проектування, виготовлення та випробування дослідного зразка мобільної лабораторії для перевірки вагонних ваг складає не більше одного року.

Бібліографічний список

1. ДСТУ EN 45501. Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.

2. ГОСТ 29329. Весы для статического взвешивания. Общие технические требования.

3. ГОСТ 8.453 ГСИ. Весы для статического взвешивания. Методы и средства поверки.

4. ДСТУ 111-1 (OIML R 111-1, IDT). Гирі класів точності $E_1, E_2, F_1, F_2, M_1, M_2, M_{2-3}, I M_3$. Ч. 1. Загальні технічні вимоги та методи випробування.

5. МИ 2520-99. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Весы электромеханические большегрузные. Методика поверки. Госстандарт России.

6. Технічний регламент неавтоматичних зважувальних приладів. Постанова КМУ від 11.03.2009 № 190.

7. Организационно-методические принципы обеспечения точности взвешивания при настройке и поверке большегрузных весов [Электронный ресурс] / А. Г. Кудрявцев, М. В. Сенянский // Сайт весоизмерительной компании «Тензо-М». – Режим доступа: <http://www.tenso-m.ru/publications/90/>

Поступила 24.07.2015

