

8. Ryley, M. D., «The use of a microwave oven for the rapid determination of moisture content of soils». RLR Report LR280. Road Research Laboratory, Crowthorne, England, 1969.

9. Ломоносов Д. А. Повышение долговечности плунжерных пар дизельной топливной аппаратуры за счет контроля влагосодержания в топливной системе (в условиях эксплуатации юга Дальнего Востока): автореф. дис. ... канд.

техн. наук: 05.20.03 / Д. А. Ломоносов; ПГСА. – М., 2006. – 18 с.

Поступила в редакцию 16.05.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Братченко Г. Д., Одесская государственная академия технического регулирования и качества, г. Одесса.

І. П. Солоненко, к.т.н.

ЗАСТОСУВАННЯ НВЧ ВИПРОМІНЮВАЧІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ ВОЛОГИ У ЗРАЗКАХ БУДІВЕЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ

У статті розглядаються існуючі методи визначення вмісту вологи у будівельних матеріалах. Приводяться результати їх аналізу та порівняння. Запропоновано метод визначення кількості води, яка знаходиться у будівельних матеріалах, шляхом впливу на них надвисокочастотного випромінювання фіксованої потужності та часу впливу. Наведено методику його застосування в інженерній і технологічній практиці.

Ключові слова: вологість, будівельні матеріали, НВЧ, пісок, вимірювання, зразок.

I. P. Solonenko, PhD

THE USE OF A MICROWAVE OVEN FOR DETERMINATION OF MOISTURE CONTENT IN SAMPLES OF BUILDING MATERIALS

In this article the existing methods of moisture content determination in building materials are considered. The results of their analysis and comparison are presented. The method of determination of the amount of water in building materials through exposure to microwave emission with fixed power and exposure time is offered. The implementation of the method in engineering and technological practice is given herein.

Keywords: moisture content, building materials, microwave, sand, measurement, sample.

УДК 621.86

К. Ф. Боряк, д.т.н., А. Г. Цимбалюк, О. О. Лопатін

Одеська державна академія технічного регулювання та якості, м. Одеса

ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ МАСИ КАЛІБРУВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ ЗНКП-60

В статті розглядаються результати виконаної науково-дослідної роботи з розробки нового зважувального неавтоматичного калібрувального пристрою для великовантажних платформних ваг з найбільшою границею зважування 60 т (ЗНКП-60), який для створення зусиль навантаження на вантажоприймальну платформу використовує гідравлічні домкрати і баластний вантаж. Було розроблено декілька варіантів конструкції ЗНКП-60, кожен з яких має свої переваги і обмеження щодо застосування на практиці. Авторами пропонуються заходи по вдосконаленню пристрою ЗНКП-60, які суттєво підвищують точність вимірювання маси і розширюють сферу його застосування.

Ключові слова: зважувальний неавтоматичний калібрувальний пристрій, вантажоприймальна платформа, вагопередавальний пристрій, залізничні ваги, безгирна повірка, калібрування великовантажних ваг, еталонні засоби вимірювання маси.

Актуальність досліджень існуючої проблеми. В даний час в Україні є дефіцит вагоповірочних вагонів, що призводить до тривалої

затримки у часі та зриву термінів міжповірочного інтервалу. Крім того, доставка вагоповірочного вагону до місця повірки і робота з ним вима-

гають великих матеріальних витрат і часу. Зробимо простий розрахунок і дамо оцінку похибкам. Допустима абсолютна похибка застосованої еталонної гири класу M_1 масою 2 т дорівнює ± 100 г, тому можна вважати [2]:

$$3\sigma = \pm 0,1 \text{ кг},$$

де σ – середнє квадратичне відхилення (СКВ) значення похибки.

Для вагонних ваг з найбільшою межею зважування 100 тон необхідна кількість гир вагою по 2 т – 50 одиниць. Отже, дисперсія величини абсолютної похибки усієї маси (100 т) застосованих гир буде:

$$D(100) = 50 \cdot \sigma^2,$$

а загальна абсолютна похибка 50 одиниць гир для 100 т платформних ваг складе:

$$\Delta = 3 \cdot \sqrt{D(100)} = \sqrt{50} \cdot 100 = 707 \text{ г} \approx 0,7 \text{ кг}$$

В комерційних взаєморозрахунках при перевезенні вантажів залізницею допускається абсолютна похибка для стотонних вагонних ваг на рівні 50 кг. Ця обставина нашоєхує на думку ввести в повірочну схему інший проміжний робочий еталонний засіб вимірювальної техніки (ЗВТ), який так само може повірятися за методикою прямого навантаження за допомогою еталонних гир класу M_1 . Важливо, щоб співвідношення похибок $\Delta_{\text{ваг}}$ робочого засобу вимірювання (вагової платформи) до $\Delta_{\text{етал}}$ застосованого еталонного засобу (набір гир класу M_1), згідно відповідно до повірочної схеми вимог [1] був в межах:

$$\frac{\Delta_{\text{ваг}}}{\Delta_{\text{детал}}} \geq 3.$$

Впровадження такого пристрою зменшить чергу серед власників комерційних ваг, яким доводиться очікувати декілька тижнів вагоповірочного вагону із гирями для проведення періодичної повірки чи калібрування ваг після їх ремонту. В Україні немає на сьогодні виробника вагоповірочних вагонів, а існуючі вже вичерпали свій технічний ресурс, бо були побудовані ще за часів СРСР.

Прикладна проблема, на вирішення якої спрямовані дослідження. В рамках виконання НДР 0115U002188 «Розробка, виготовлення і експериментальне випробування еталонного мобільного вимірювального комплексу для безгирної повірки і калібрування великовантажних залізничних платформних ваг» було розроблено два варіанти конструкції допоміжного робочого еталонного пристрою під назвою «ЗНКП-60», який може на практиці замінити вагоповірочний вагон. Розроблений зважувальний неавтоматич-

ний калібрувальний пристрій (ЗНКП-60) відповідає вимогам технічного регламенту України [3] і вимогам [1] в частині, яка стосується еталонних засобів вимірювання маси. Особливості застосування ЗНКП-60 на практиці більш детально наведено в роботі [4].

ЗНКП-60 являє собою розбірну металеву конструкцію, в яку вмонтовано гідравлічні домкрати та тензометричні датчики, що монтується між баластовим вантажем (наприклад, завантаженим залізничним вагоном) 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 підставу [5]. Варіанти відрізняються конструкціями, застосуванням різних за класом точності і навантаження тензометричних датчиків марки ZEMIC H8C. В обох варіантах для вимірювання зусиль в режимі розтягнення / стиснення використовується силовий міст з трьох балкових тензометричних датчиків. В першому варіанті конструкції ЗНКП-60 використовується 36 одиниць класу точності: C_3 , C_4 , а у другому – 18 одиниць класу точності A_5M , відповідно з номінальним навантаженням 2000 кг і 5000 кг [6]. Але у порівнянні між собою перший варіант ЗНКП-60 має на 20% кращі показники по точності вимірювання маси ніж другий, незважаючи на застосування датчиків більш нижчого класу точності (Таблиця 1).

Таблиця 1 – порівняння розрахункових похибок вимірювання маси різних варіантів конструкції ЗНКП-60

Клас точності датчиків H8C марки ZEMIC	Границя допустимої похибки вимірювання маси, кг	
	Варіант 1	Варіант 2
C_3	$\pm 25,2$	$\pm 31,5$
C_4	$\pm 18,9$	$\pm 23,6$
A_5M	$\pm 15,1$	$\pm 18,9$

У зв'язку з цими розрахунками і діючими вимогами щодо похибок вимірювання маси [7], застосування калібрувального пристрою ЗНКП-60 на практиці обмежується рамками експлуатації ваг і не може бути використане виробником ваг при випуску своєї продукції до споживача. Таким чином, проблема дефіциту вагоповірочних вагонів з еталонними гирями до кінця залишається не вирішеною.

Аналіз останніх досягнень. Обидва варіанти конструкції ЗНКП-60 можуть використовуватися в якості допоміжного повірочного пристрою

для перевірки платформних залізничних ваг з ціною поділки 50 кг під час експлуатації з межею допустимої похибки менше $\Delta m_{\text{ваг}} = \pm 100$ кг. Але при випуску ваг із виробництва вимоги до похибок більш жорсткіші [7], тому потрібно вдосконалити пристрій ЗНКП-60 у напрямку підвищення точності вимірювання.

Мета та основні завдання досліджень. Метою досліджень є підвищення точності вимірювання маси калібрувальним пристроєм ЗНКП-60.

Виклад основного матеріалу. Для підвищення точності вимірювання маси із застосуванням другого варіанту конструкції ЗНКП-60 авторами пропонується замінити тензометричні датчики класу «С» на датчики більш високого класу «В». Перші кроки в цьому напрямку вже зроблені. Науковці академії разом із спеціалістами розробили НВЦ «Тензометричні вимірювання», виготовили дослідний зразок цифрового тензометричного датчика нового покоління з номінальним навантаженням 5000 кг і роздільною здатністю у 30000 поділок. Це новітня вітчизняна розробка, яка проходить дослідні випробування на заводі важкого вагобудування «Точмаш» (м. Одеса).

Загальна похибка пристрою згідно вимог [8] розглядається, як сукупність похибок тензометричних датчиків у купі:

де D_{max} – номінальне навантаження тензодатчика;

n_{max} – кількість повірочних інтервалів;

N – кількість тензодатчиків у пристрою.

Пристрій ЗНКП-60 із 18 датчиками марки «ДСТ-10» по точності вимірювання маси відповідає вимогам [1]:

При повірці пристрою ЗНКП-60 використовуються еталонні гирі класу M_1 в кількості 30 одиниць із межею абсолютної похибки:

Очевидно, що похибка $\Delta m = 3,15$ кг самого пристрою із датчиками нового покоління класу «В» і похибка $\Delta m = 3$ кг гир класу M_1 майже однакові.

Новітні цифрові датчики отримали назву «ДСТ» і мають автокомпенсацію по температурі

навколишнього середовища. Отримані перші позитивні результати випробування датчиків при 10000 циклів навантаження (рис. 1).

Разом із тим, є певні проблеми, які пов'язані із пошуком в Україні потрібного матеріалу для виготовлення силового елемента конструкції датчика-балки, який би задовольнив експлуатаційним вимогам не менше 150000 циклам навантаження. Пошуки ускладнюються загальним скороченням асортименту продукції вітчизняних виробників металу через світову фінансову кризу, яка привела до спаду виробництва в країні.

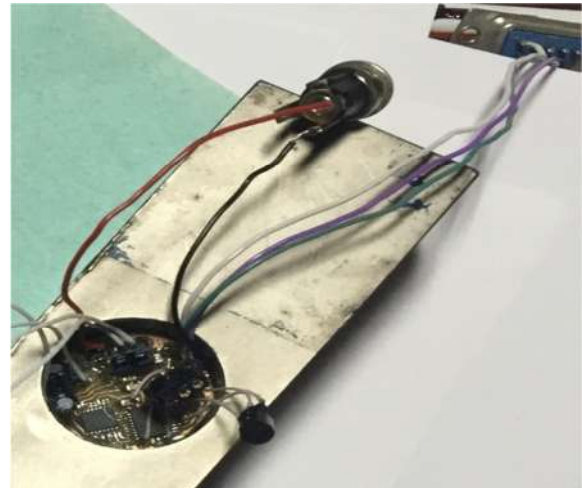


Рисунок 1 – Новий датчик «ДСТ» вітчизняного виробництва з вмонтованим датчиком температури та енергонезалежною пам'яттю

Висновки

Запропонований шлях вдосконалення пристрою ЗНКП-60 розширює можливості його застосування не тільки при періодичній повірці платформних ваг у експлуатації, але й при випуску їх з виробництва, наприклад, у якості робочого еталону для калібрування. Відпадає потреба у залученні виробником платформних ваг до цього процесу вагопівірочного вагону з комплектом еталонних гир IV розряду.

Список використаних джерел

- ГОСТ 8.453 ГСИ. Весы для статического взвешивания. Методы и средства поверки.
- 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} , IM_3 . Частина 1. Загальні технічні вимоги та методи випробування.
- Технічний регламент неавтоматичних зважувальних приладів. Постанова КМУ від 11.03.2009 № 190.
- Боряк К. Ф., Ваганов О. І., Коломієць Л. В., Лопатін О. О., Цимбалюк А. Г. Особ-

ливості застосування методики безгирної повірки для великовантажних платформних вагонних ваг // Научно-технический и производственный журнал «Металлургическая и горнорудная промышленность». – Днепропетровск, 2016. – Выпуск 1(298). – С. 86 – 91. – Режим доступа: <http://www.metaljournal.com.ua/1-298-201/>.

5. Boryak K. F. A new design of non-automatic weighing calibration device for weight-free verification of large-load platform railroad scales // Metallurgical and Mining Industry. Polytechnic journal. – Dnepropetrovsk, № 7 (298), 2016. – page 46 – 49. – Режим доступа: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2016_7/008Boryak.pdf.

6. Boryak K. F. Analysis of the design versions of auxiliary verifier for weight-free verification of

large-load platform railroad scales // Metallurgical and Mining Industry. Polytechnic journal. – Dnepropetrovsk, № 5(298), 2016. – page 94 – 99. – Режим доступа: http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/english-edition/MMI_2016_5/015Boryak.pdf.

7. ДСТУ EN45501 Прилади неавтоматичні зважувальні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань.

8. ГОСТ 30129 Датчики весоизмерительные тензорезисторные. Общие технические требования.

Надійшла до редакції 19.06.2016 р.

Рецензент: Ваганов О. І., д.т.н., проф., головний метролог ДП «Одеська залізниця».

К. Ф. Боряк, д.т.н., А. Г. Цымбалюк, А. А. Лопатин

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ МАССЫ КАЛИБРОВОЧНЫМ УСТРОЙСТВОМ ВНКУ-60

В статье рассматриваются результаты выполненной научно-исследовательской работы по разработке нового взвешивающего неавтоматического калибровочного устройства для большегрузных платформенных весов с наибольшим пределом взвешивания 60 т (ВНКУ-60), который для создания усилий нагрузки на грузоприемную платформу использует гидравлические домкраты и балластный груз. Было разработано несколько вариантов конструкции ЗНКП-60, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения по применению на практике. Авторами предлагаются меры по усовершенствованию устройства ВНКУ-60.

Ключевые слова: *весовое неавтоматическое калибровочное устройство, грузоприемная платформа, весопередающее устройство, железнодорожные весы, безгирная поверка, калибровка большегрузных весов, эталонное средство измерения массы.*

K. Boryak, DSc, A. Tsymbalyuk, A. Lopatin

IMPROVEMENT OF ACCURACY OF WEIGHT MEASUREMENT BY CALIBRATION DEVICE VNKU-60

The article deals with the results of the research work on the development of a new weighing non-automatic gauge device for heavy duty platform weights with the largest limit of weighing 60 t (ZNKP-60), which uses hydraulic jacks and ballast cargo to build load efforts on the load-receiving platform. Several variants of the design of ZNKP-60 have been developed, each of which has its advantages and limitations on application in practice. The authors propose measures to improve the device ZNKP-60.

Keywords: *non-automatic weighing calibration device, load carrier, weight-transmitting device, weighing bridges, weightless verification, calibration of large-load scales, standard weight measuring instrument.*