

## СЕКЦІЯ 9 МЕТРОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВИМІРЮВАННЯ МАСИ

УДК 531.751.1

### ПЕРЕВИЗНАЧЕННЯ КІЛОГРАМА – КРОК ДО СТВОРЕННЯ НОВОЇ МІЖНАРОДНОЇ СИСТЕМИ ОДИНИЦЬ SI

*Ціпоренко С. В., Тугай В. С.*

*Державне підприємство "Всеукраїнський державний науково-виробничий центр  
стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів"*

*(ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ»), Київ, Україна*

*E-mail: [s\\_tsiporenko@ukrcsm.kiev.ua](mailto:s_tsiporenko@ukrcsm.kiev.ua)*

Французька революція кінця XVIII сторіччя поклала початок заснування сучасної міжнародної системи одиниць. Так, 22 червня 1799 р. французькими вченими було прийнято десяткову метричну систему одиниць та впроваджено два платинові еталони, які представляли одиницю довжини «метр» та одиницю маси «кілограм». Сучасний вигляд міжнародна система одиниць (SI) набула аж у 1971 р., коли до шести основних одиниць «метр», «кілограм», «секунда», «ампер», «кельвін», «кандела» було додано сьому одиницю – «моль».

Три з семи основних одиниць системи SI визначені через фізичні сталі – це «метр», «секунда» та «кандела». У 2011 Генеральна конференція з мір та ваг (CGPM) постановила, що у майбутньому всі основні одиниці SI необхідно визначити через фізичні сталі.

З огляду на такий підхід, Генеральною конференцією з мір та ваг (CGPM) було запропоновано під час майбутнього перегляду Міжнародної системи одиниць перевизначити кілограм в термінах сталої Планка. 26-те засідання CGPM (заплановано у листопаді 2018 р.) має розглянути таке визначення кілограма:

«Кілограм, позначення kg, – одиниця маси. Він визначається шляхом прийняття фіксованого числового значення сталої Планка,  $h$ , яка дорівнює  $6,62607015 \cdot 10^{-34}$  кг·м<sup>2</sup>/с».

Таке визначення має на меті забезпечити тривалу стабільність одиниці маси, на відміну від діючого міжнародного прототипу кілограму.

Нове визначення кілограма реалізовано через «Ваги Кіббла» («Ватт ваги») або через «кремнієву сферу» («Проект Авогадро»).

Ваги Кіббла – електромеханічний вимірювальний прилад, який дозволяє оцінити масу вимірюючи електромагнітні сили, пов'язуючи між собою одиниці електричної та механічної потужності.

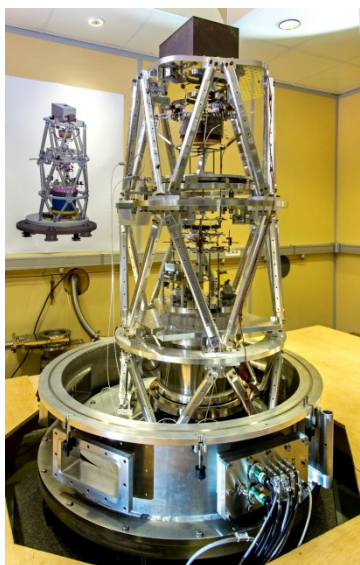


Рис. 1. Ваги Кіббла

Принцип дії ваг Кіббла: тіло, масу якого необхідно визначити, прикріплюють до котушки, розміщеної в магнітному полі. Струм у котушці підбирають таким чином, щоб сила ампера урівноважувала силу тяжіння:

$$BLI = mg,$$

де  $B$  – магнітна індукція,  $L$  – довжина провідника у котушці,  $I$  – сила струму,  $m$  – маса тіла,  $g$  – прискорення вільного падіння.

З метою уникнення проблем під час вимірювань магнітної індукції  $B$  та довжини провідника, котушку переміщують в такому ж самому магнітному полі із відомою швидкістю  $v$ . При цьому, за законом електромагнітної індукції Фарадея, на кінцях провідника виникає різниця потенціалів  $U = BLv$ . Виключаючи з обох рівнянь добуток  $BL$ , отримуємо  $UI = mgv$ , звідки  $m = UI/gv$ .

Застосування в конструкції ваг ефектів Джозефсона (вимірювання напруги), квантового ефекту Хола (вимірювання сили струму), гетеродинного інтерферометра (вимірювання швидкості), гравіметрів для абсолютних та відносних вимірювань (просторові вимірювання прискорення сили тяжіння) та інших сучасних технологій дозволяє на сьогоднішній день вимірювати сталу Планка з невизначеністю  $9,1 \cdot 10^{-9}$ .

В основу проекту Авогадро покладена залежність сталої Авогадро та сталої Планка:

$$N_A = \frac{M_e}{m_e} = \frac{cM_e\alpha^2}{2R_\infty h} \rightarrow N_A h = 3,9903127110 \cdot 10^{-10} \text{ Дж} \cdot \text{с} \cdot \text{моль}^{-1}.$$

Згідно із визначенням, число Авогадро – це кількість структурних одиниць в одному молі речовини, іншими словами це відношення молярного та атомного об'ємів:

$$N_A = \frac{V_{mol}}{V_{atom}} = \frac{n \cdot M_{mol}}{\frac{m}{V} \cdot a^3} = \frac{n \cdot M_{mol}}{\rho \cdot a^3}, \text{ де } V_{mol} = \frac{M_{mol}}{\rho} = \frac{M_{mol}}{m} \cdot V; V_{atom} = \frac{V_{cell}}{n} = \frac{a^3}{n}$$

Таким чином, встановлюється зв'язок між кілограмом та атомною масою. Цей підхід було реалізовано проектом Авогадро.

Сутність проекту полягала в підрахунку числа атомів в «практично ідеальній» моно кристалічній сфері кремнію  $^{28}\text{Si}$  (99,99999 %  $^{28}\text{Si}$ ), масою 1 кг. В ході проекту було визначено ізотопний склад, хімічний склад та товщину поверхневого шару, молярну масу, масу сфери, об'єм, густину, параметр кристалічної решітки двох однокілограмових сфер кремнію  $^{28}\text{Si}$ .

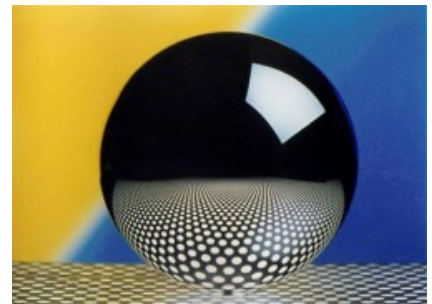


Рис. 2. Сфера з кремнію  $^{28}\text{Si}$

Застосування сучасних технологій, реалізованих через інтерферометр Фізо, понадвисоковакуумний рентгенівський рефлектометр, рентгенівський інтерферометр, вакуумний компаратор маси тощо, дозволило на сьогоднішній день виміряти число Авогадро з невизначеністю  $2 \cdot 10^{-8}$ .

*Ключові слова:* міжнародна система одиниць SI, перевизначення кілограма, ваги Кіббла, стала Планка, число Авогадро.

УДК 681.26

## **ЗАКОНОДАВЧІ ВИМОГИ ДО ВИМІРЮВАЛЬНИХ ПРИЛАДІВ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ ЗВАЖУВАННЯ В РУСІ**

*Ціпоренко С. В., Присяжний В. М.*

*Державне підприємство "Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів"*

*(ДП «УКРМЕТРТЕСТСТАНДАРТ»), Київ, Україна*

*E-mail: [s\\_tsiporenko@ukrcsm.kiev.ua](mailto:s_tsiporenko@ukrcsm.kiev.ua)*

Прилади для зважування в русі призначені для визначення маси транспортного засобу або окремих його елементів упродовж проїзду такого засобу через вантажоприймальний пристрій приладу. Тобто, на відміну від приладів, які визначають масу у статичному режимі, немає потреби зупиняти транспортний засіб для проведення точного зважування, що суттєво впливає на ефективність зважувального процесу.



Рис. 3. Високошвидкісні вагівні пристрої (до 300 км/год.)

застосовують для моніторингу вагових параметрів таких засобів на дорогах загального користування.

Високошвидкісні залізничні ваги (до 300 км/год.) використовують для контролю вагонів на предмет наявності перевантаження, асиметрично розміщеного вантажу, технічної несправності коліс.

Прилади з низькою швидкістю зважування застосовують під час здійснення комерційних операцій або габаритно-вагового контролю дорожніх транспортних засобів. На такі прилади поширюється дія Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність». В експлуатації вони підлягають періодичній повірці, а під час надання на

Залежно від об'єкту зважування прилади можна поділити на дві основні категорії: для зважування дорожніх транспортних засобів («автомобільні ваги») та для зважування залізничних вагонів та потягів («залізничні ваги»). Залежно від швидкості зважування прилади поділяють на прилади з низькою швидкістю зважування та «високошвидкісні ваги».

Високошвидкісні (до 130 км/год.) прилади для зважування дорожніх транспортних засобів

застосовують

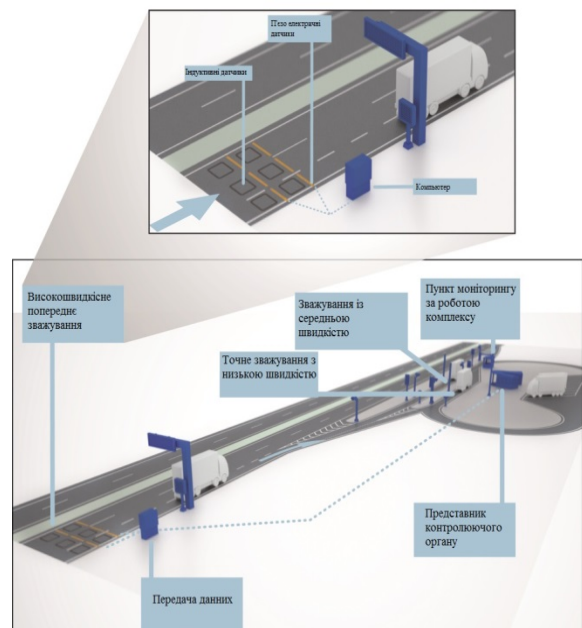


Рис. 4. Комплекс габаритно-вагового контролю дорожніх транспортних

ринку – оцінці відповідності.

Вимоги до законодавчо-регульованих приладів для зважування дорожніх транспортних засобів у русі визначені у Технічному регламенті законодавчо регульованих засобів вимірювальної техніки та національному стандарті ДСТУ ОІМЛ R 134, а вимоги до залізничних ваг для зважування у русі – у Технічному регламенті засобів вимірювальної техніки та національному стандарті ДСТУ ОІМЛ R 134. Ці документи регламентують, зокрема, вимоги до технічних та метрологічних характеристик приладів, до їх конструкції, програмного забезпечення, а також методи випробувань з мето встановлення відповідності приладів таким вимогам.

*Ключові слова:* зважування в русі, технічні регламенти, рекомендації ОІМЛ.

УДК 53.088:531.751.1

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ КАЛІБРУВАННЯ ГИР 500-2000 КГ ТА ОЦІНЮВАННЯ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ

*Клос І. М., Ільницька Т. М.*

*Товариство з обмеженою відповідальністю Науково-виробниче підприємство «Техноваги»,  
Львів, Україна*

*E-mail: [kl-tw@ukr.net](mailto:kl-tw@ukr.net)*

Гиря – це матеріальна міра маси, регламентована відповідно до її фізичних і метрологічних характеристик. Використовують гирі для калібрування та повірки гир нижчого класу точності; для градування, калібрування, повірки та перевірки метрологічних характеристик зважувальних приладів, а також при інших зважуваннях.

Еталони, що застосовують у своїй діяльності органи з оцінки відповідності, у тому числі випробувальні та калібрувальні лабораторії, наукові метрологічні центри, метрологічні центр та повірочні лабораторії, повинні бути калібровані з дотриманням міжкалібрувальних інтервалів. Отже, гирі, як еталони маси, необхідно калібрувати.

Складності калібрування гир 500 кг, 1 т, 2 т пов'язана з великою масою гирі. Тому, для автоматизації процесу калібрування гир, на заводі ваговимірювального обладнання «Техноваги» розроблено та введено в експлуатацію електронний компаратор маси ТВЕ-2000К для калібрування гир масою 500 кг, 1 т, 2 т класів точності  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$ .

У режимі автоматичного компарування (порівняння) гирі з еталоном компаратором управляє комп'ютер з програмним забезпеченням розробленим на мові Qt 5.6. Програмне забезпечення задає алгоритм почергового підйому і опускання гирі й еталона (цикл АВВА). Після виконання заданої кількості циклів (від двох до 10) автоматично опрацьовуються результати вимірювання, обчислюється невизначеність та формуються протокол та сертифікат калібрування. У протоколі подано результати вимірювання, номінальне

значення маси, відхил від номінального значення маси гирі, невизначеність результатів калібрування.

Оцінювання невизначеності результатів калібрування гирі виконується за методикою калібрування МК 02.01.М-16 "Методика калібрування еталонів маси та гир", розробленою калібрувальною лабораторією НВП «Техноваги» відповідно до вимог ДСТУ ОІМЛ R 111-1:2008

*Ключові слова:* гиря, калібрування, компаратор, маса, невизначеність.

УДК 681.2.087

## ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ “OASES” ДЛЯ КОНТРОЛЮ ВАГОВИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВІТРЯНИХ СУДЕН

*Корнєва Ю. О.,  
FL TECHNICS, UAB, Вільнюс, Литва  
E-mail: [yuliya.kornyeva@fltechnics.com](mailto:yuliya.kornyeva@fltechnics.com)*

В процесі експлуатації повітряного судна (ПС) при виконанні регламентних робіт з технічного обслуговування та позапланових ремонтів його вагові характеристики можуть змінюватися. Основними ваговими характеристиками, що суттєво впливають на польотні показники, є базова вага або експлуатаційна вага ненавантаженого повітряного судна та положення центру мас. Зміни цих характеристик можуть відбуватися, наприклад, при встановленні або заміні обладнання, зміні розташування пасажирських крісел, зовнішньому фарбуванні.

Для контролю вагових параметрів ПС необхідно виконувати його періодичне зважування. Процедура зважування відбувається в закритому ангарі при чіткому дотриманні відповідних умов, таких як повне злиття палива в присутності пожежних, видалення обладнання і технічних рідин, вага яких не включена до базової ваги літака і т.п. З фінансових та організаційних міркувань забезпечити такі умови є не завжди можливим.

Альтернативою фізичному зважуванню є використання розрахункових методів. Так, згідно з вимогами Регуляції Європейської Комісії № 859/2008 від 20.08.2008, використання розрахункових методів вважається доцільним при умовах, що розрахункова базова вага змінюється не більш ніж  $\pm 0.5\%$  від максимальної посадкової ваги, а розрахункове положення центру мас зміщується не більш ніж на  $0.5\%$  від середньої аеродинамічної хорди.

Програмний комплекс “OASES”, розроблений британською компанією Communications Software (Commsoft), дозволяє на етапі складання програми технічного обслуговування ідентифікувати роботи, які впливають на вагові характеристики ПС, а також вказувати значення Weight change (зміна ваги) та Moment change (зміна моменту) для кожної окремої роботи. Всі дані про виконання таких робіт система зберігає в спеціальному журналі подій, а також

автоматично перераховує вагові характеристики для окремого ПС.

В “OASES” передбачено два типи оповіщення: оповіщення першого типу інформують відповідального інженера про виконання робіт, що впливають на вагові характеристики ПС; оповіщення другого типу активізуються, коли значення вагових характеристик перевищує значення, рекомендовані для використання розрахункових методів.

Програмний комплекс “OASES” є одним з найпопулярніших рішень для планування технічного обслуговування та підтримки льотної придатності ПС. Доступ до комплексу надається на основі хмарної SaaS технології.

*Ключові слова:* зважування, центр мас, повітряне судно, “OASES”, SaaS, базова вага, максимальна посадкова вага.

УДК 681.26

## ОПЫТ ВЗВЕШИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ В ДВИЖЕНИИ

*Мороз Н.А.*

*ТОВ «АСВИК-ЦЕНТР», Киев, Украина*

*E-mail: [moroz@asvik.kiev.ua](mailto:moroz@asvik.kiev.ua)*

В докладе рассматриваются методы, алгоритмы вычисления массы, конструкции платформ и весовоспринимающих узлов разработанной ТОВ «АСВИК-ЦЕНТР» системы для взвешивания автомобилей в движении. Обсуждаются следующие качества системы - удобство использования результатов взвешивания и взаимодействие системы с другими системами автоматизации. Подробно представлена диагностика и определение работоспособности всей системы и отдельных ее узлов в период между калибровками и метрологическими поверками.

Система разрабатывалась для взвешивания автомобилей в движении в пунктах пропуска на пограничных переходах. Особенно большое внимание определялось безопасности хранения, невозможности изменения и фальсификации результатов взвешивания. Также в системе есть наличие механизмов перепроверки и доказательства правильности результатов взвешивания, предоставляемых перевозчику.

При взвешивании грузовых автомобилей в движении количество факторов (боковые нагрузки, колебания, удары, кривизна платформы и т.д.), влияющих на результаты гораздо больше чем при статическом взвешивании. Применяемые быстродействующие аналого-цифровые преобразователи и алгоритмы вычисления веса с использованием цифровых фильтров, в сочетании с определенной конструкцией весовоспринимающих узлов позволяет минимизировать влияние этих факторов.

Результаты взвешивания хранятся в интерактивной базе данных с удобным поиском за произвольный период времени по различным критериям (перевесы,

характер перевозки, страны и т.д.). Результаты взвешивания могут быть использованы локально (на месте работы оператора), переданы на удаленные рабочие места, интегрированы в другие системы автоматизации и учета. Доступ к базе данных возможен, как из локальной сети, так и через средства удаленного доступа internet, с определенными уровнями и ограничениями доступа.

Программный интерфейс системы построен с максимальными удобствами и легкостью использования для оператора и не требует специальных знаний и навыков. В наличии есть механизм визуализации восприятия веса платформой для принятия решения оператором об правильности результатов взвешивания.

Система может быть интегрирована или взаимодействовать с другими системами контроля и учета. Это передача данных по определенных протоколах в произвольных форматах описания, доступ непосредственно к данным в базе с определенными уровнями доступа, получение данных от систем видеонаблюдения и распознавания номеров автомобилей. Также система позволяет управлять механизмами разрешения проезда (светофоры, шлагбаумы и т.п.).

Система взвешивания автомобилей в движении оснащена самодиагностикой с функциями определения работоспособности в конкретный момент времени и во время взвешивания. Функции позволяют определить работоспособность тензодатчиков, их некоторые характеристики, правильность восприятия нагрузки весовоспринимающими узлами и распределение нагрузки на платформу. Результаты диагностики сохраняются в log файле для дальнейшего анализа. При отклонении величин результатов диагностики от заданных выводится сообщение оператору о возможной неисправности.

В системе присутствует механизм определения метрологических характеристик с выдачей результатов в виде таблиц или протоколов, для оценки правильности работы. Результаты могут быть использованы при калибровке или метрологической поверке. Это позволяет оценить метрологические характеристики во время проведения операции и принять решение об соответствии на месте, а не потом, после расчета метрологом.

Многолетний опыт работы с различными весовоспринимающими платформами, а также их регулярное техническое обслуживание и ремонт позволило разработать конструкцию, работающую без разрушения и ремонтов с интенсивностью в 400-600 автомобилей в сутки. Также разработаны узлы воспринимающие с минимизацией влияния на результаты взвешивания таких факторов, как боковые нагрузки, колебания, удары и т.д. В системе предусмотрена возможность безгиревой нагрузки на платформу при проведении калибровки или метрологической поверки, которая основана на применении эталонного комплекта тензодатчиков с измерительным прибором. Это позволяет оперативно оценивать метрологические характеристики при невозможности быстрой и дешевой доставки эталонных гирь или при их отсутствии в регионе и в местном отделении Укрметртестстандарта. Платформа

выполнена с защитой от попадания грязи, снега, ила в рабочие зазоры и оснащена приспособлениями для ее подъема для ремонта или обслуживания без привлечения грузоподъемных механизмов.

Система взвешивания автомобилей в движении может быть использована не только для применения на пунктах пропуска на пограничных переходах, а и в других отраслях, при незначительной адаптации программного обеспечения под задачи и требования заказчика.

*Ключевые слова:* взвешивание в движении, конструкция весов, тензопреобразователи.

УДК 681.121.8

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОТОКА СЫПУЧЕГО МАТЕРИАЛА И ТЕЛ ОБТЕКАНИЯ

*Никитин А.К.*

*КПИ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна*

*E-mail: [vargin\\_@ukr.net](mailto:vargin_@ukr.net)*

Известны гидродинамический и аэродинамический методы измерения параметров потока жидкостей и газов. В части использования данных методов для измерения параметров потоков сыпучих материалов научно-технической информации значительно меньше. И особенно это относится к результатам экспериментальных исследований данного вопроса.

Работа, информация по которой частично изложена в данных тезисах, а результаты — в докладе, была ориентирована на установление параметров процесса взаимодействия потока сыпучего материала и твердых тел обтекания, устанавливаемых в поток.

В качестве сыпучего материала была выбрана перловая крупа. В качестве тел обтекания были использованы консольно-закрепленные плоские пластины и круглые дисковые тела. Поток сыпучего материала формировался двумя методами:

1-ый метод—поток формировался путем свободного гравитационного истечения сыпучего материала из донного круглого отверстия конусно-цилиндрического бункера;

2-ой метод—поток формировался путем прямолинейного горизонтального движения слоя сыпучего материала на ленте транспортера.

Силовое динамическое воздействие потока сыпучего материала на твердые упругие тела обтекания приводило к изгибу упругих консольных балок, которые либо сами являлись твердыми телами, непосредственно взаимодействующими с потоком сыпучего материала, либо являлись элементами, удерживающими твердые не деформируемые тела обтекания. Деформация поверхностных слоев упругих консольных преобразователей воспринималась приклеиваемыми фольговыми тензорезисторами. При



измерениях реализовывалась полная мостовая электрическая измерительная цепь с четырьмя рабочими тензорезисторами. Для питания датчиков, усиления выходного напряжения, аналого-цифрового преобразования применялась весовая электроники WE2110 производства НВМ. Для сбора и обработки полученных результатов, расчетов и построения графиков использовался персональный компьютер с ОС Linux.

*Ключевые слова:* сыпучий материал, поток, расход, тела обтекания.

УДК 681.26

## СОЗДАНИЕ ПРИБОРОВ ДЛЯ ВЗВЕШИВАНИЯ ВАГОНОВ В ДВИЖЕНИИ В ОДЕССКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

*Калинин А. И.*

*ООО «НПФ «Тензо ЭВМ ЛТД», Одесса, Украина*

*E-mail: [kai.odessa@gmail.com](mailto:kai.odessa@gmail.com)*

В начале 60-х годов XX века в Одесском политехническом институте была организована «Отраслевая лаборатория по разработке устройств и средств автоматизации процессов взвешивания движущихся объектов» (далее лаборатория).

Задачами лаборатории были создание: первичных преобразователей силы - тензорезисторных датчиков силы (ТД); создание грузоприемных конструкций весов, а также вторичной аппаратуры (в дальнейшем приборов), позволяющей осуществлять дозирование жидких и сыпучих материалов, а также измерять вес объектов в статике и движении. Под объектами взвешивания понимались железнодорожные вагоны, грузовые автомобили и другие аналогичные специальные средства передвижения и тяжелых грузов. С целью решения данных задач в тензолaborатории в 1967 году была установлена первая в СССР образцовая машина прямого нагружения типа ОСМ2-200-10, способная создавать эталонное усилие на ТД величиной до 10 тонн, а с помощью рычажной системы – до 200 тонн.

Помимо разработки тензодатчиков в лаборатории разрабатывались несколько вариантов вторичной тензометрической аппаратуры. Одним из первых тензоприборов, разработанных в стенах лаборатории, и серийно применяемых в весах для потележного взвешивания вагонов в движении, был прибор ПТВ-5 (разработчик Трофименко Г.А.). Основой прибора служил аналого-цифровой преобразователь (АЦП) поразрядного кодирования, который выводил информацию о весе вагона на печатающий механизм, а также на одиночные индикаторы, расположенные на лицевой панели прибора. Для фильтрации выходного сигнала ТД использовались аналоговые фильтры.

В последующем была разработана и внедрена на Чебоксарском ПО «Электроприбор» серия тензометрических преобразователей Ф4231, Ф4232, Ф4233 (разработчик Скалевой В.В.). В АЦП данных преобразователей

применялся принцип адаптивно-слеящего преобразования, при котором скорость отслеживания изменялась от величины рассогласования между измеренным и компенсирующим напряжением. Кроме того, для подавления низкочастотных динамических помех в приборах использовалась многоинтегральная обработка цифровой информации (цифровая фильтрация).

С 1985 года на Чебоксарском ПО «Электроприбор» стал выпускаться прибор микропроцессорном Ф4235 с выносными блоками аналого-частотного преобразования (разработчик Калинин А.И.), которым комплектовались платформенные и крановые весы на Одесском ПО «Точмаш».

В 1992-1994 годах разработчиками прибора Ф4235 была осуществлена модернизации нескольких весов 100х2хГВД для потележечного взвешивания вагонов в движении на трёх предприятиях: Черкасская ТЭЦ, Богословский алюминиевый комбинат и Южноуральская ГРЭС. Во всех трёх случаях механическая часть железнодорожных весов оставалась без изменения. В результате эксплуатации весов была получена стабильная точность взвешивания в движении не хуже 0,2%.

В докладе анализируются современные схмотехнические решения преобразующей аппаратуры сигналов тензопреобразователей веса для систем взвешивания в движении.

*Ключевые слова:* взвешивание в движении, потележечное взвешивание вагонов, тензопреобразователи.

УДК 656.073.2

## ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ГРУЗОВ ПРИ БЕСТАРНЫХ ПЕРЕВОЗКАХ

*Стриков В. С.*

*ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ», Мариуполь, Украина*

*E-mail: [vladimir.strikov@metinvestholding.com](mailto:vladimir.strikov@metinvestholding.com)*

В Украине основной поток грузооборота товаров и сырья осуществляется в бестарном виде автомобильным и железнодорожным транспортом. Доклад посвящен вопросам потерь предприятий из-за несовершенства законодательной базы, регулирующей метрологические аспекты приемки грузов, поступающих на промышленные предприятия.

1. Критика положений Инструкции П-6. Юридические отношения грузоотправителей и грузополучателей регулируется разделом договора «Порядок приемки-передачи груза», который в большинстве случаев носит случайный характер. Чаще всего отмечается, что приемка груза ведется с учетом требований Инструкции П-6. Если речь идет о железнодорожных перевозках, изредка встречается отсылка к пункту 27 Правил выдачи грузов УЗ. Однако Инструкция П-6 (1965 года с изменениями 1967- года) указывает

только порядок приемки, т.е. составления и оформления документов. Однако в ней отсутствуют метрологические требования к процессу приемки, в первую очередь – определение величины допустимых расхождений при определении массы грузов.

2. Критика применения положений МИ 1953-88 «Масса народнохозяйственных грузов при бестарных перевозках Методика выполнения измерений». Но данная методика позволяет рассчитать погрешность однократного определения массы Нетто, т.е. или у грузоотправителя, или у грузополучателя.

3. Попытка охватить разом погрешности средств и методов определения массы нетто груза в вагоне как при отправке, так и при приемке груза, предпринята в Правилах выдачи грузов пункт 27. Несмотря на то, что документ «Правила выдачи грузов (ст.35, 42, 46, 47, 48, 52, 53 Устава)», утвержден приказом Министерства транспорта Украины от 21.11.2000 г. за № 644, зарегистрирован в Минюсте Украины 24.11.2000 г. № 862/5083, при анализе пункта 27 очевидно, что перед утверждением метрологическая экспертиза документа не проводилась.

4. Анализ физических основ определения размера фактической недостачи или излишка груза. Рассматривается случай при отсутствии на груз нормы естественной убыли.

5. Сравнение порядка расчета размера фактической недостачи или излишка груза при железнодорожной перевозке навалом/насыпью определяемого требованиями Инструктивного письма Госарбитража И-1-9 от 29.03.68 и ГСТУ 3-038-2003 «Маса господарських вантажів під час бестарних перевезень при торгівельно-комерційних операціях. Методика виконання вимірювань» и расчета в соответствии с МИ 2815-2003 (РФ).

6. Обоснование необходимости разработки государственного нормативного документа (ДСТУ), устанавливающего единый порядок расчета величины недостачи груза.

*Ключевые слова:* бестарные перевозки, приемка грузов, недостача груза.

УДК 681.121.8

## К ВОПРОСУ ИЗМЕРЕНИЯ МАССОВОГО РАСХОДА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

*Никитин А. К.*

*КПИ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна*

*E-mail: [vargin@ukr.net](mailto:vargin@ukr.net)*

Существует большое многообразие сыпучих материалов: зерно, крупы, песок, мука, сахар, уголь, гранулы, руда, окатыши и др. С сыпучими материалами связано понятие потока. Задача определения параметров потока сыпучих материалов является одной из основных при проектировании

технологических процессов в которых в качестве рабочего тела выступает сыпучий материал.

Сыпучий материал характеризуется плотностью, размерами и формой частиц. Поток сыпучего материала характеризуется скоростью, параметрами поперечного сечения, расходом, природой создания потока, конструкцией формирующей и ограничивающей поток. Одним из основных параметров потока является расход — количество сыпучего материала, проходящего через контрольное сечение потока в единицу времени.

В отличие от жидкостей и газов вопросы измерения расхода сыпучих материалов изучены значительно в меньшей степени.

Единицами измерения расхода сыпучих материалов являются килограмм в секунду и метр кубический в секунду.

На сегодняшний день в качестве основных методов измерения расхода сыпучих материалов можно назвать весовой, силовой, тахометрический и кориолисовый методы.

Доклад, тезисы которого перед вами, ориентирован на изложение материала, полученного при проведении экспериментальных работ, связанных с измерением расхода сыпучих материалов. Речь будет идти о весовом и силовом методах реального определения расходов сыпучих материалов.

Весовой метод определения расхода сыпучего материала основан на непрерывном измерении веса сыпучего материала в свободновисящем цилиндрическом бункере из которого сыпучий материал непрерывно вытекает через донное круглое отверстие. Анализируется возможность использования бункера как датчика расхода сыпучего материала с метрологически приемлемыми параметрами.

Для измерения и регистрации непрерывно уменьшающегося веса сыпучего материала в бункере использовался тензорезисторный параллелограмный измерительный преобразователь силы и компьютерная система со специальной платой аналого-цифрового преобразования. Разработанное программное обеспечение в ОС Linux реализовывает операции обработки и визуализации результатов.

*Ключевые слова:* сыпучий материал, расход, бункер, вес.

УДК 681.26

## КОНЦЕПЦИИ INDUSTRY 4.0 ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЙ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ВЗВЕШИВАНИЯ

*Зайцев В. Н.*

*КПИ им. Игоря Сикорского, Киев, Украина*

*E-mail: [viniza@ukr.net](mailto:viniza@ukr.net)*

Возрастающий рынок технологических весоизмерительных систем потребовал

стандартизації підходів при створенні сучасних компонентів автоматизованих систем вимірювання. Це викликане революційними змінами в підходах проектування сучасних автоматизованих систем управління технологічними процесами. Ці вимоги концептуально визначають ідеологію Industry 4.0 для технологій.

В доповіді проаналізовані концепції Industry 4.0 конкретизовані в Process Sensor 4.0 Roadmap Міжнародної організації користувачів компаній NAMUR для вимірних технологій. Більш детально розглянуті концепції, які повинні реалізовуватися при проектуванні сучасних і перспективних вимірних компонентів промислових вимірних систем.

Положення розглянутої дорожньої карти направлені на створення систем, які мають більшу ефективність завдяки наданню можливості обробки великих потоків вимірної інформації на основі нових комунікаційних здатностей датчикової апаратури, інтелектуалізації пристроїв проміжного перетворення сигналів датчиків або однорівневого введення інформації по узгодженим інтерфейсам в керувану систему.

Всі концептуальні положення обговорюються на прототипі перспективної вимірної системи розроблюваної в межах проекту «CLOUD.UKRVES.COM» з інтелектуальними датчиками і проміжним перетворювачем на основі мікро обчислювальної платформи, яка задовольняє концепції Process Sensor 4.0. До метрологічних завдань системи належать - цифрова корекція похибок нелінійності, температурних адитивних і мультиплікативних похибок, подання термо-ЕДС мідь-константан, фільтрації мережних, промислових і системних перешкоб. До вимог забезпечення інформаційних потоків вимірної інформації належать – обладнання системи перспективними стандартизованими полевими шинами, здатними працювати в вибугоп небезпечних середовищах і використовуючі протоколи IEC 61784-2 - Ethernet / IP і Profinet IO CC для двостороннього обміну інформацією, в тому числі і прямого між компонентами вагових систем, можливість безпроводного з'єднання на основі LP-Wan мереж. Реалізація останніх функцій повинна включати технологію plug-and-play, рішення питань електромагнітної сумісності і безпеки передачі інформації з контролем прав доступу.

Всі компоненти розроблюваних промислових вимірних систем мають строк промислової експлуатації життєвого циклу не менше 20 років.

*Ключові слова:* Industry4.0, інтелектуальні датчики, корекція похибок, вимірні системи.