

ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕТРОЛОГИЯ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ ВЕСОВ

Сенянский М.В.

Статья впервые опубликована в журнале «ПРИБОРЫ», №2, 2011 г.

Предметом законодательной метрологии являются руководящие и методические документы. Удел практической метрологии – изучение реальных характеристик средств измерений, находящихся в эксплуатации. Наиболее интересные результаты мы можем наблюдать на примере большегрузных весов, представляющих наибольший простор для творческой фантазии их разработчиков и производителей. Кроме того, большегрузные весы подвергаются воздействию наибольшего количества внешних факторов, оказывающих существенное влияние на их метрологические характеристики.

К большегрузным весам относят, как правило, автомобильные, вагонные, крановые, конвейерные и тяжелые платформенные весы. Измерение массы может производиться как путем статического взвешивания, так и путем взвешивания в движении. В данной статье мы ограничимся лишь двумя типами большегрузных весов статического взвешивания – автомобильными и крановыми. На их примере рассмотрим, как на практике трансформируются законодательно прописанные свойства весов в реальные метрологические характеристики.

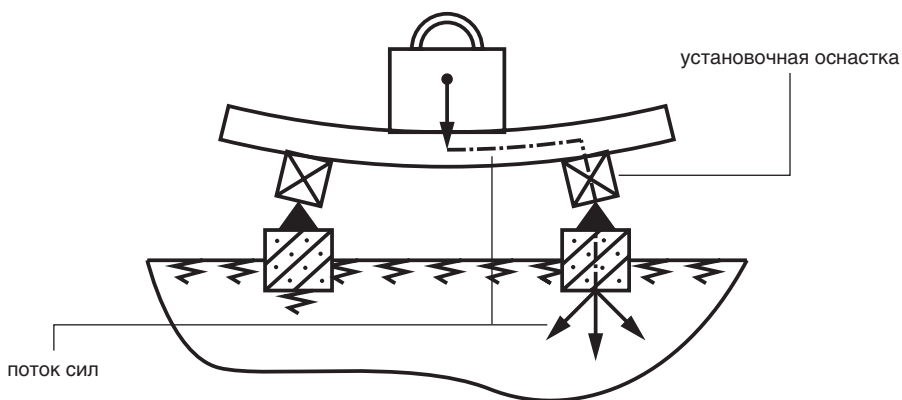


Рис. 1. Измерительная цепочка автомобильных весов
«груз – платформа – узлы встройки – датчики – фундамент – основание»

В отличие от лабораторных или торговых весов, где измеряемый вес груза превращается во внутреннюю силу, замыкающуюся внутри конструкции весов, силовая измерительная цепочка автомобильных весов оканчивается на внешних элементах – опорах фундамента (рис. 1). Она включает в себя грузоприемную платформу, весоизмерительные датчики, силопередающие узлы и фундамент. Все эти элементы играют важнейшую роль в формировании метрологических характеристик автомобильных весов.

Использование дешевых некачественных датчиков

Наибольшее влияние на метрологические характеристики автомобильных весов оказывают весоизмерительные датчики. Серьезной проблемой нескольких последних лет является использование многими производителями некачественных датчиков, ввозимых по импорту «за копейки» из бурно развивающихся стран Юго-Восточной Азии. Корень зла здесь состоит в том, что реальные метрологические характеристики этих датчиков не соответствуют заявленным в паспорте.

С ЭТОГО МОМЕНТА И НАЧИНАЕТСЯ «ПРАКТИЧЕСКАЯ МЕТРОЛОГИЯ».

Как правило, автомобильные весы строятся с числом поверочных делений, равным 3000. Например, весы с наибольшим пределом взвешивания НПВ = 60 т, имеют цену поверочного деления $e = 20$ кг. Они должны иметь датчики веса класса С3 по ГОСТ 30129 или Рекомендациям № 60 Международной организации законодательной метрологии (МОЗМ). Наши исследования показывают, что лишь 7% ввозимых в страну «копеечных» датчиков для большегрузных весов, соответствуют этим требованиям.

По сути, эти датчики аналогичны «роллексам» за 2\$, которые ежеминутно предлагают туристам на самой длинной пешеходной улице Шанхая – Нанкинской. Купив такие часы из любопытства, Вы ничем не рискуете, ведь они «тикают» и даже стрелки вращаются. Более того, в течение суток Вы сможете оценить точность их хода, сравнив с показаниями проверенных часов!

С датчиками же трагедия состоит в том, что недобросовестные импортеры (они же являются производителями дешевых автомобильных и крановых весов) не в состоянии провести входной метрологический контроль закупаемых датчиков. Для этого нужны дорогостоящие эталонные силозадающие машины высокого класса с аттестованной термокамерой, которых в стране

единицы. Зная это, юго-восточные поставщики датчиков не церемонятся с нашими покупателями, отгружая лучший селективно отобранный товар в Европу и США.

Как правило, наибольшее несоответствие наблюдается по величине температурной погрешности рабочего коэффициента передачи (РКП), которая превышает допустимую по классу СЗ согласно Р-60 МОЗМ в разы (рис. 2). В итоге, автомобильные весы, откалиброванные и поверяемые один раз в году, при сезонном изменении температуры от минус 30 до плюс 40°C будут «врать» существенным образом. А их собственник, ставший жертвой, недобросовестных производителей, использующих непроверенные импортные «копеечные» датчики, понесет немалые убытки вследствие неверного учета взвешиваемого сырья и готовой продукции своего предприятия.

Возможные убытки в результате использования автомобильных весов с «копеечными» некачественными датчиками оценены ранее ^[1]. При взвешивании дорогих грузов, например, лома цветных металлов, годовые убытки могут достигать десятков миллионов рублей. Это заставляет нас внимательно изучать именно «практическую» метрологию автомобильных весов.

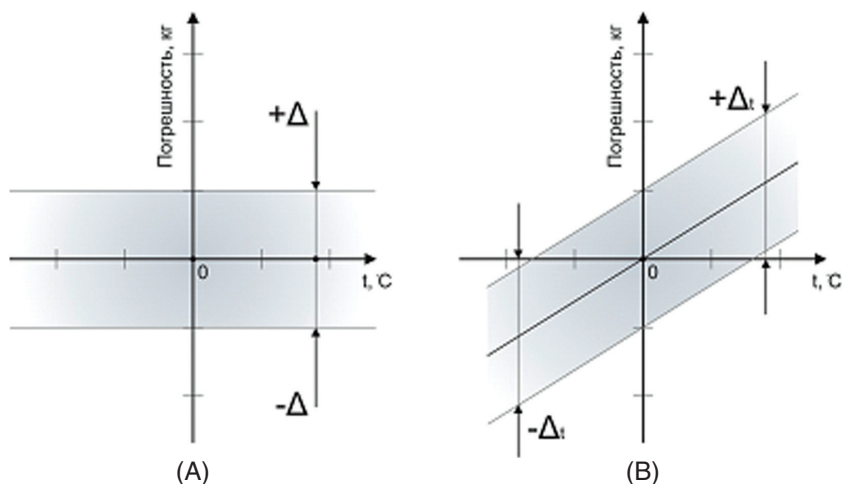


Рис. 2. Поля допусков предельной погрешности весоизмерительных датчиков

А – «честные» датчики по Р-60 МОЗМ и ГОСТ 30129,

В – «копеечные» датчики издалека

Вакханалия «бесфундаментности»

В Государственном Реестре средств измерений по состоянию на декабрь 2010 г. не значилось ни одних автомобильных весов без фундамента. Тем не менее, ИНТЕРНЕТ пестрит предложениями автомобильных весов без фундамента. Это, выражаясь юридическим языком, недобросовестная реклама. Здесь делается расчет на завлечение покупателя мнимой экономией на строительных работах. Результат, как и в случае с «копеечными» датчиками, будет тот же – весы будут «врать», а собственник весов нести убытки от неправильного взвешивания.

В отличие от температурной погрешности датчиков, которую можно квалифицировать как неисключаемую систематическую, погрешность от проседания опор основания под датчиками можно скорее считать случайной. Погрешность весов будет изменяться непрогнозируемым образом (рис. 3). Дающие недобросовестную рекламу производители обещают работу весов с заявленными в паспорте и описании типа характеристиками и на дорожных плитах, и в чистом поле, и на «твердом» асфальтовом покрытии! В результате циклического нагружения конструкции грузоприемной платфор-

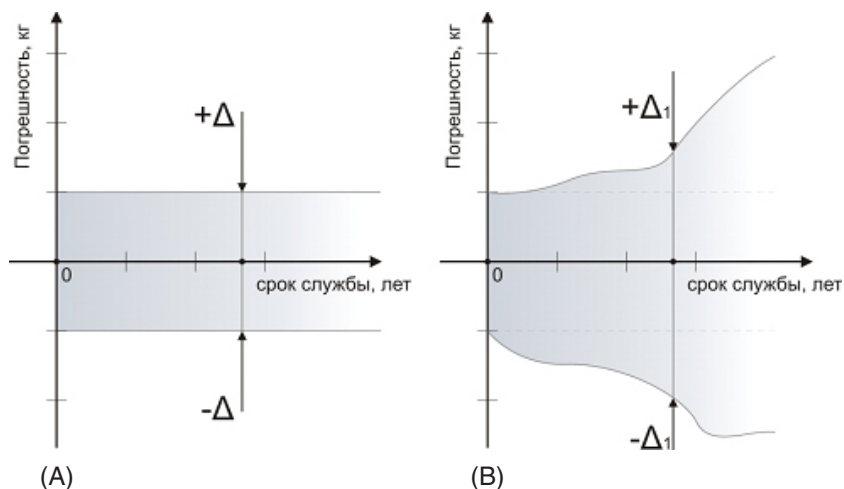


Рис. 3. Поля допусков предельной погрешности автомобильных весов

А – весы на железобетонном фундаменте,

В – «бесфундаментные» автомобильные весы

мы, датчиков и их опор взвешиваемыми автомобилями, происходит постепенное проседание опор и перераспределение нагрузки между датчиками. Нарушается юстировка весов, появляются чувствительность к положению автомобиля на платформе и «невозврат нуля».

При установке весов без фундамента на пучинистых грунтах с высоким уровнем грунтовых вод возможны настолько сильные деформации основания, что силовая цепочка между отдельными датчиками и платформой разрывается (рис. 4). Вследствие этого нарушается калибровка весов, а датчики подвергаются нерасчетным ударным нагрузкам, обычно приводящим к их разрушению.

Появление «автомобилей-убийц» весов

В последние годы для перевозки инертных грузов (песок, щебень и т.д.) широко используются импортные большегрузные короткобазные самосвалы. При числе осей от 4 до 6 их масса «брутто» достигает 60... 80 т, а нагрузка на ось превышает допустимые 10 т и достигает 15... 18 т! Это приводит к нерасчетным деформациям и разрушению грузоприемной платформы.

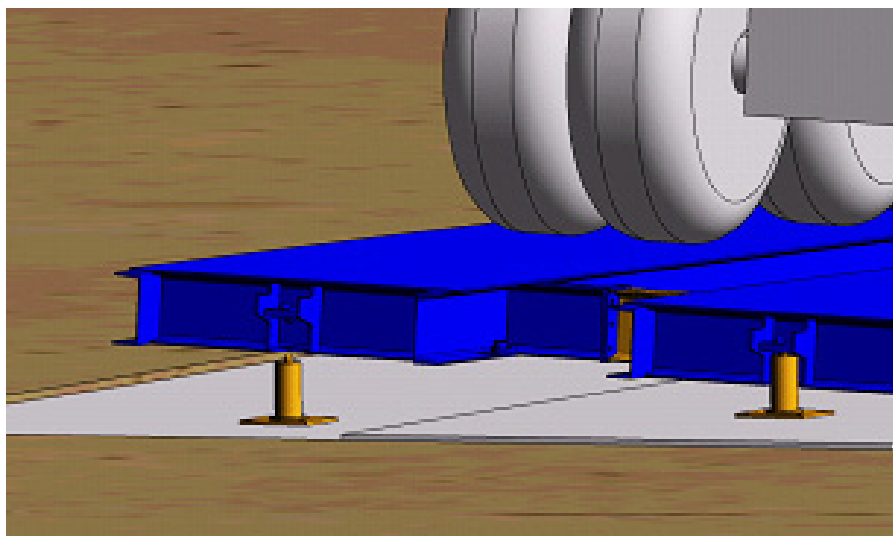


Рис. 4. Разрыв силопередающей измерительной цепочки вследствие неравномерного проседания опор датчиков

Одновременно страдает и метрология весов. Изменяются углы приложения сил к весоизмерительным датчикам, корректирующие величину РКП, а также нарушается угловая юстировка платформы. Объясняется это тем, что большинство находящихся в эксплуатации автомобильных электронных весов, построенных в последние 10... 15 лет, имеют модульную конструкцию, рассчитанную на равномерное распределение нагрузки по длине платформы. Как правило, весы с НПВ = 40... 60 т общей длиной 18 м и состоящие из 3-х шестиметровых модулей, рассчитывались под пяти- или шестiosное транспортное средство (тягач с полуприцепом) с нагрузкой на ось 10 т.

Появившиеся «автомобили-убийцы» требуют от производителей новых подходов к проектированию, изготовлению и испытанию автомобильных весов. В частности, минимальная толщина настила грузоприемной платформы, изготавливаемого обычно из рифленого стального листа, теперь не должна быть меньше 8 мм. Силовой набор платформы должен иметь увеличенное число продольных балок, а кронштейны и силовопередающие узлы необходимо рассчитывать исходя из того, что на один шестиметровый модуль приходится нагрузка от всего короткобазного автомобиля с массой не менее 60 т.

В недавно вступившем в действие ГОСТ-Р 53228-2008 «Весы неавтоматического действия» уже отражены и новые методы испытаний автомобильных весов, учитывающие сказанное выше. Так, чувствительность весов к изменению положения взвешиваемого автомобиля на платформе теперь должна проверяться путем перемещения вдоль платформы сконцентрированного на возможно меньшей площади груза с массой 80% от НПВ. Это очень жесткое, но крайне необходимое в современных условиях испытание.

Появление весов «колейной» конструкции

Изобретательность производителей автомобильных весов не знает предела. Ежегодно в мире выдается более 100 патентов на конструкцию автомобильных весов. Это позволяет двигаться вперед – снижать массу, себестоимость, повышать прочность платформы, улучшать другие параметры и т.д. Одной из конструкций, появившихся в последние годы, и часто используемых нашими производителями, является, так называемая, «колейная» платформа. Внешне она похожа на смотровую эстакаду автосервиса (рис. 5). За счет пустоты в середине грузоприемной платформы эта конструкция позволяет сэкономить 5...10% металла, снизить себестоимость и цену.

Автомобильные весы «колейной» схемы, рассчитанные на большие нагруз-

ки ($\text{НПВ} \geq 60 \text{ т}$), имеют один существенный недостаток – их практически невозможно корректно откалибровать и провести первичную государственную поверку. Обусловлено это тем, что площадь грузоприемной платформы слишком мала для того, чтобы на ней можно было бы разместить необходимое количество традиционных цилиндрических гирь массой по 500 кг, используемых обычно при настройке и поверке автомобильных весов. Корректную настройку таких весов можно осуществить лишь с использованием двухтонных гирь, используемых в весоповерочных вагонах, чего, как правило, никто не делает из-за высокой стоимости их аренды.

Катастрофическая нехватка у ЦСМ гирь и СПВЛ нового поколения

Важнейшей нерешенной задачей государства на протяжении последних 10 лет является обеспечение центров стандартизации и метрологии (ЦСМ) специализированными весоповерочными лабораториями (СПВЛ) нового по-

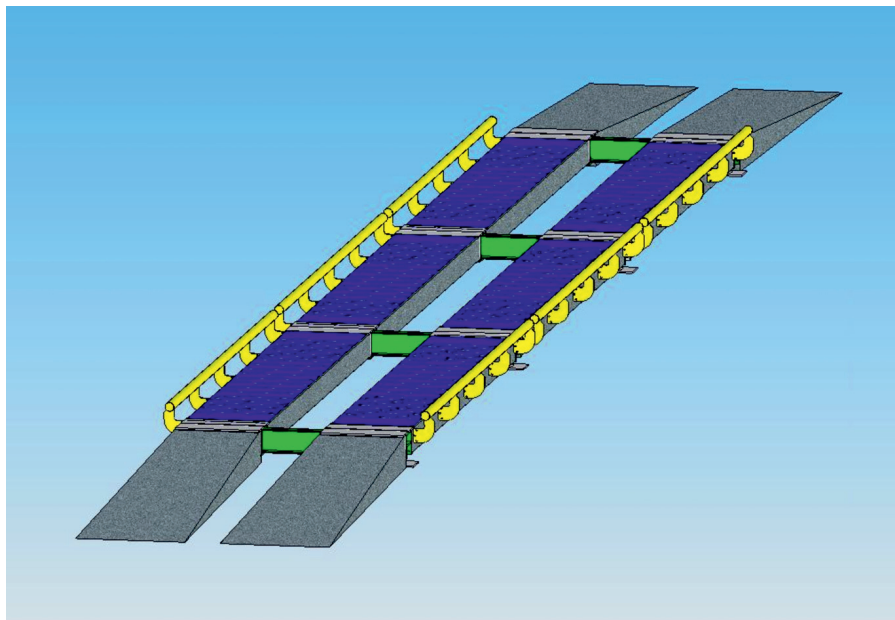


Рис. 5. Автомобильные весы «колейной» схемы

коления с необходимым для современных весов запасом гирь. Даже с использованием метода замещения, для настройки и поверки автомобильных весов с НПВ = 60... 80 т необходимо иметь 15... 20 т гирь [2]. В то же время, большинство ЦСМ до сих пор использует весоповерочные лаборатории на базе двухосных автомобилей «ЗИЛ» с запасом гирь на борту не более 5... 7 т! Не лучше обстоит дело и у большинства мелких производителей. Ничтожная прибыль, зарабатываемая в результате их демпинговой ценовой политики при продаже весов, не позволяет обзавестись достаточным количеством гирь и подходящим автомобилем для их перевозки.

Следует также отметить, что используемые десятилетиями цилиндрические гири по 500 кг сегодня уже не соответствуют требованиям дня. С их помощью невозможно создать плотность нагрузки грузоприемной платформы, соответствующую воздействию на весы большегрузных ТС, упоминавшихся выше. Необходимая плотность нагрузки от 4 до 6 т/кв.м может быть создана только с использованием гирь новой конструкции массой 500 кг и 1 т [3], [4], приспособленных для укладки их в два или три этажа (рис. 6). Установка таких гирь штабелем возможна только с использованием гидравлического манипулятора, который должен быть установлен на СПВЛ нового поколения, базирующейся на современном шасси «КАМАЗ» или «МАЗ» требуемой грузоподъемности.

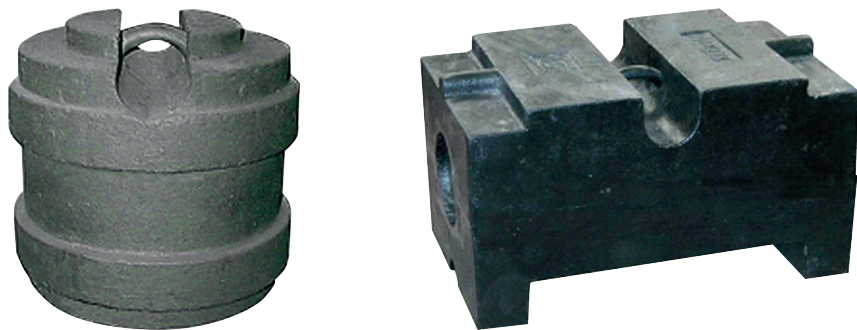


Рис. 6. Гири нового поколения массой 500 кг и 1 т, производимые предприятием «Промконструкция»

Отсутствие в ЦСМ и у производителей эталонных силозадающих машин для настройки и поверки крановых весов

Заголовок раздела звучит ужасно. Если нет эталонных средств, то как же весы производятся и поверяются в эксплуатации? Однако, положение дел в метрологии большегрузных крановых весов (НПВ = 5...30 т) именно таково.

Начнем с производителей. В Государственном Реестре средств измерений значится около трех десятков типов крановых весов. Из них в России, по-настоящему, производится не более 5 типов. Остальные ввозятся по импорту из Китая – это показывает официальная таможенная статистика. Нет секрета и в том, что в Госреестр, в большинстве своем, эти импортные весы попадают уже под Российским брендом.

ВЕДЬ МНОГИМ ГОРАЗДО ПРИЯТНЕЕ СЧИТАТЬ СЕБЯ «ПРОИЗВОДИТЕЛЕМ», А НЕ ПРОСТЫМ ПЕРЕПРОДАВЦОМ!

На деле же «производство» сводится к наклейке новой этикетки и вложению паспорта и эксплуатационной документации на русском языке. Дело за малым – перед продажей надо пройти первичную поверку. Но вот незадача – аттестованных силозадающих машин с эталонными датчиками силы класса точности «0.0» по стандарту ISO-376 ни у этих «производителей», ни у ЦСМ (за редким исключением) нет! В результате имеем то же самое, что и с автомобильными весами – настройка и поверка производится двумя-тремя тоннами гирь посредством кран-балки или мостового крана. Иначе говоря, весы поверяются не полной нагрузкой, а лишь ее малой частью – 20... 30%! Естественно, ни о каких составляющих погрешности, измеряемых в нескольких точках шкалы в процессе нагружения и разгружения весов, как этого требует ГОСТ-Р, речи не идет!

Практическая метрология в федеральном масштабе

Перечисленные практические аспекты настройки, поверки и эксплуатации автомобильных и крановых весов приводят к тому, что реальная погрешность большинства из них в разы превосходит погрешность, заявленную в паспорте. На деле это выливается в колоссальные количества недоучтенных грузов и материальных потерь, нагляднее оценить которые лучше в масштабах страны.

Пример.

Оценить неопределенность годового объема выпуска и реализации металлопроката в стране в 2009 году. Допустим, что весь прокат взвешивается двумя типами большегрузных весов – автомобильными и крановыми, причем лишь только треть их имеет упомянутые выше проблемы практической метрологии, в результате которых их погрешность выше заявленной в паспорте только на 0,1%. Согласно предварительным данным Росстата выпуск проката черных металлов в России в 2010 году составил 57,8 млн. т. Тогда величина возможных потерь составит

$$П \approx 0,1 \times 57,8 / 100 / 3 \approx 20\,000 \text{ т},$$

что в денежном выражении при цене металла 30 000 руб. / т составит

$$Д \approx 20\,000 \times 30\,000 \approx 600 \text{ млн. руб.}$$

Для перевозки этого металлопроката потребовалось бы 2 судна, 20 железнодорожных составов или 1000 грузовых автомобилей-длинномеров!

ЭТО УЖЕ НЕ «ПРАКТИЧЕСКАЯ», А ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МЕТРОЛОГИЯ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ ВЕСОВ!

Ради таких денег стоит покупать и хорошие весы, и гири, и СПВЛ, и эталонные силозадающие машины. А ведь это только одна из отраслей нашей промышленности! А цветная металлургия, добыча нефти и газа, производство строительных материалов, химическая промышленность? Ведь вся продукция этих отраслей взвешивается на большегрузных весах!

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Думаю, что рассмотренные проблемы «практической» метрологии большегрузных весов имеют, в первую очередь, **этические** корни. Все производители знают, как надо делать хорошие весы. Для этого всего лишь надо использовать проверенные весоизмерительные датчики от хороших производителей с реальным классом точности не хуже С3 по ГОСТ 30129 или Р-60 МОЗМ, строить надежный недеформируемый железобетонный фундамент и не экономить на металле в ущерб жесткости грузоприемной платформы. Кроме всего, надо иметь эталонные средства измерения силы и массы.

Иными словами, надо быть **честным производителем!**

По-видимому, назрело введение метрологической премии «**честные весы**». По аналогии с премией «Золотой Орел» в кинематографе. Это звание должно присваиваться весам, метрология которых на практике (в жизни) совпадает с заявленной. К сожалению, таковы наши сегодняшние реалии.

Государство в лице РОССТАНДАРТА тоже должно, наконец, совершить подвиг и оснастить порядка 90 наших ЦСМ эталонными средствами для поверки большегрузных весов – СПВЛ и силозадающими машинами нового поколения.

**ТОГДА МЫ БУДЕМ ТОЧНО ЗНАТЬ,
СКОЛЬКО ПРОДУКЦИИ ПРОИЗВЕЛИ
ВСЕ ОТРАСЛИ НАШЕЙ РОССИЙСКОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ!**

Литература:

1. Сенянский М.В. «Дешевые» автомобильные весы обходятся дороже! «Главный метролог», №5, 2010 г.
2. Кудрявцев А.Г., Сенянский М.В. Организационно-методические принципы обеспечения точности взвешивания при настройке и поверке большегрузных весов. «Законодательная и прикладная метрология», №1(89), 2007 г.
3. Кудрявцев А.Г., Драчев В.М. Полезная модель. «Гиря», №54176, 2006 г.
4. Кудрявцев А.Г., Драчев В.М. Полезная модель. «Гиря», №49618, 2005 г.

© ЗАО «Весоизмерительная компания «Тензо-М», 2011 г.

Адрес публикации на сайте [tenso-m.ru](http://www.tenso-m.ru): <http://www.tenso-m.ru/pages/340>

Запрещается копирование, распространение (в том числе путем публикации на сайтах в сети Интернет) или любое иное использование информации данной публикации без предварительного согласия правообладателя