

## **Сложившаяся практика по весам поосного взвешивания.**

### **Внесение в реестр по ГОСТ 33242 или по ТУ?**

**В.А.Вдовин, НИПВФ «Тензор», Ростов-на-Дону**

(доклад на семинаре в УНИИМ, г. Екатеринбург)

### **Общие размышления по теме**

При разработке любого измерительного (да и не только) устройства следует ответить на три вопроса:

1. Цели,
2. Задачи,
3. Принцип действия, метрологические и технические характеристики.

Для однотипных *задач* применяются *стандартные методы* и устанавливаются *стандартные* метрологические и технические требования. В нашем случае в виде *государственного стандарта*.

Применительно к весам поосного взвешивания транспортных средств (ТС) определим *цели, задачи, стандартные* метрологические и технические требования.

#### *Цели:*

- 1 - определение массы ТС,
- 2 - обеспечение безопасности эксплуатации ТС,
- 3 - обеспечение сохранности дорог и сооружений.

#### *Задачи:*

1 - определение массы ТС, как правило, необходимо для торговых, товарообменных или технологических операций;

2 - обеспечение безопасности эксплуатации ТС требует измерения не только его массы, но и распределения нагрузки от груза по осям (осевых нагрузок) и сравнения массы и осевых нагрузок с максимально допустимыми, установленными заводом изготовителем и (или) "Техническим регламентом о безопасности колесных транспортных средств" (далее - ТР);

3 - обеспечение сохранности дорог и сооружений требует определения степени воздействия ТС на дорожное покрытие - сравнение массы и осевых нагрузок с максимально допустимыми нагрузками на дорожные сооружения и дорожное покрытие, установленными нормативными документами.

Для решения 1-й задачи вполне достаточными были стандартные требования ГОСТ 30414-96.

Для решения 2-й и 3-й задач требований ГОСТ 30414-96 недостаточно.

Рассмотрим подробнее 2 и 3 задачи:

Общими в этих задачах является необходимость измерения осевых нагрузок, а вот методы и условия измерений могут различаться.

## **Безопасность колесных транспортных средств**

Производители и ТР устанавливают требования к максимальной массе ТС в снаряженном состоянии с грузом, и к распределению *нагрузки ТС на опорную поверхность* по осям, обусловленные его конструкцией и заданными характеристиками (в редакции ТР от 10.09.2009 еще встречается термин «*полная масса*», в редакции ТР на 11 июля 2016 года - «*технически допустимая максимальная масса*»).

В терминологии ТР: «*технически допустимая максимальная масса, приходящаяся на ось (группу осей)*» - максимально допустимая статическая вертикальная нагрузка, передаваемая осью (группой осей) на опорную поверхность, обусловленная конструкцией оси (группы осей) и транспортного средства, установленная его изготовителем). Единицей измерения массы, приходящейся на ось - килограмм.

Кроме технически допустимой максимальной массы в ТР устанавливается *разрешенная максимальная масса*.

В терминологии ТР: «*разрешенная максимальная масса*» - установленная настоящим техническим регламентом или иными нормативными правовыми актами в зависимости от конструктивных особенностей, максимальная масса для соответствующей категории ТС.

*Технически допустимая максимальная масса* и *Разрешенная максимальная масса* для конкретного типа ТС могут не совпадать.

К сожалению, ТР не содержит метрологических и технических требований к определению массы и статических осевых нагрузок ТС. Также в ТР нет ссылок на нормативные документы, в которых данные требования установлены. Относительно осевых нагрузок таких ссылок и не может быть, так как в настоящий момент нет соответствующих стандартов.

Таким образом, возникает необходимость разработки *нормативных документов, устанавливающих стандартные метрологические и технические требования к методам и средствам измерений, предназначенным для определения статической вертикальной нагрузки, передаваемой осью (группой осей) ТС на опорную поверхность*.

На языке железнодорожников *определение статической вертикальной нагрузки, передаваемой осью (группой осей) тс на опорную поверхность* называется "*РАЗВЕСКА*".

### **Сохранность дорог и сооружений**

Воздействие ТС на дорожное покрытие и сооружения можно охарактеризовать следующими величинами: масса ТС, давление и размер пятна касания колеса.

Давление непосредственно зависит от нагрузки, с которой колесо воздействует на дорогу. Разделив значение силы воздействия на опорную поверхность на площадь пятна касания колеса, получим среднее значение давления.

Дорожники при расчетах прочности дорожных покрытий учитывают силы воздействия на дорожное покрытие и сооружения от колес во время движения ТС и используют нормативные значения осевых нагрузок ТС в единицах силы.

Например, в п. 3.14 Инструкции по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46-83, "в качестве параметров, характеризующих размер и повторяемость воздействия нагрузок от автомобилей и других транспортных средств на дорожную одежду, следует при проектировании ее на воздействие:

а) неподвижного транспортного средства пользоваться средним расчетным давлением  $p$  (в меганаскалях) колеса на покрытие, расчетным диаметром  $D_n$  (в сантиметрах) круга, равновеликого следу колеса неподвижного автомобиля;

б) движущегося транспортного средства пользоваться давлением  $p$  (в меганаскалях), расчетным диаметром  $D_d$  (в сантиметрах) следа колеса движущегося автомобиля, а также приведенной расчетной интенсивностью  $N_p$  (в единицах в сутки) воздействия нагрузки."

3.15. При расчете на прочность одежд автомобильных дорог I-III категории, ..., по проезжей части которых в наиболее неблагоприятный для работы дорожной одежды период года необходимо предусматривать систематический проезд двухосных автомобилей с наибольшей статической нагрузкой на ось 100 кН, трехосных - 80 кН, автобусов - 110 кН, в качестве расчетной следует принимать нормированную нагрузку для транспортных средств группы А (см. приложение 1, табл. 1).

Таблица 1

Транспортные средства	Номинальная статическая нагрузка на ось, кН	Номинальная нагрузка, передаваемая дорожной одежде колесом автомобилем, кН	Среднее расчетное удельное давление $p$ колеса на покрытие, МПа
-----------------------	---	--	---

					а К С Л Е С А а В Т С М С Б И Л Я , С М	
		неподвижного Q <sub>н.</sub> норм	движущегося Q <sub>д.</sub> норм		неподвижного	движущегося
Автомобили						
группа А	100	50	65	0,6	33	37
группа Б	60	30	39	0,5	28	32
Автобусы						
группа А	110	55	72	0,6	34	39
группа Б	70	35	46	0,5	30	34

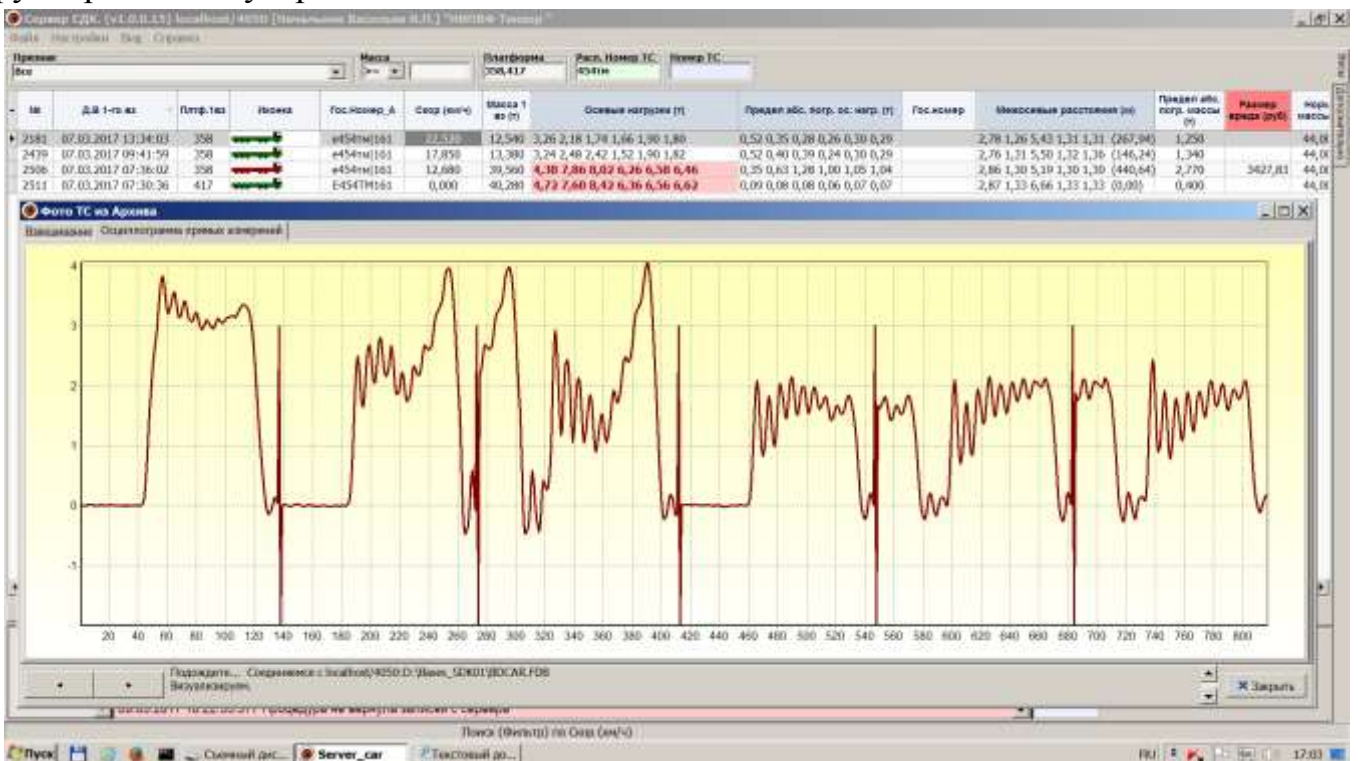
Как следует из данной таблицы, для расчетов принято считать, что номинальная нагрузка, передаваемая дорожной одежде колесом ТС в движении превышает номинальную нагрузку неподвижного ТС на 30% от номинальной статической нагрузки. Это связано с амплитудой колебаний осевых нагрузок ТС в движении. Иллюстрацией может служить осциллограмма проезда ТС по грузоприемному устройству динамических весов. Ниже приведены данные с поста весового контроля Самбек в Ростовской области.

На первом изображении общий вид ТС. Это КАМАЗ седельный тягач с полуприцепом явно зарубежного производства.

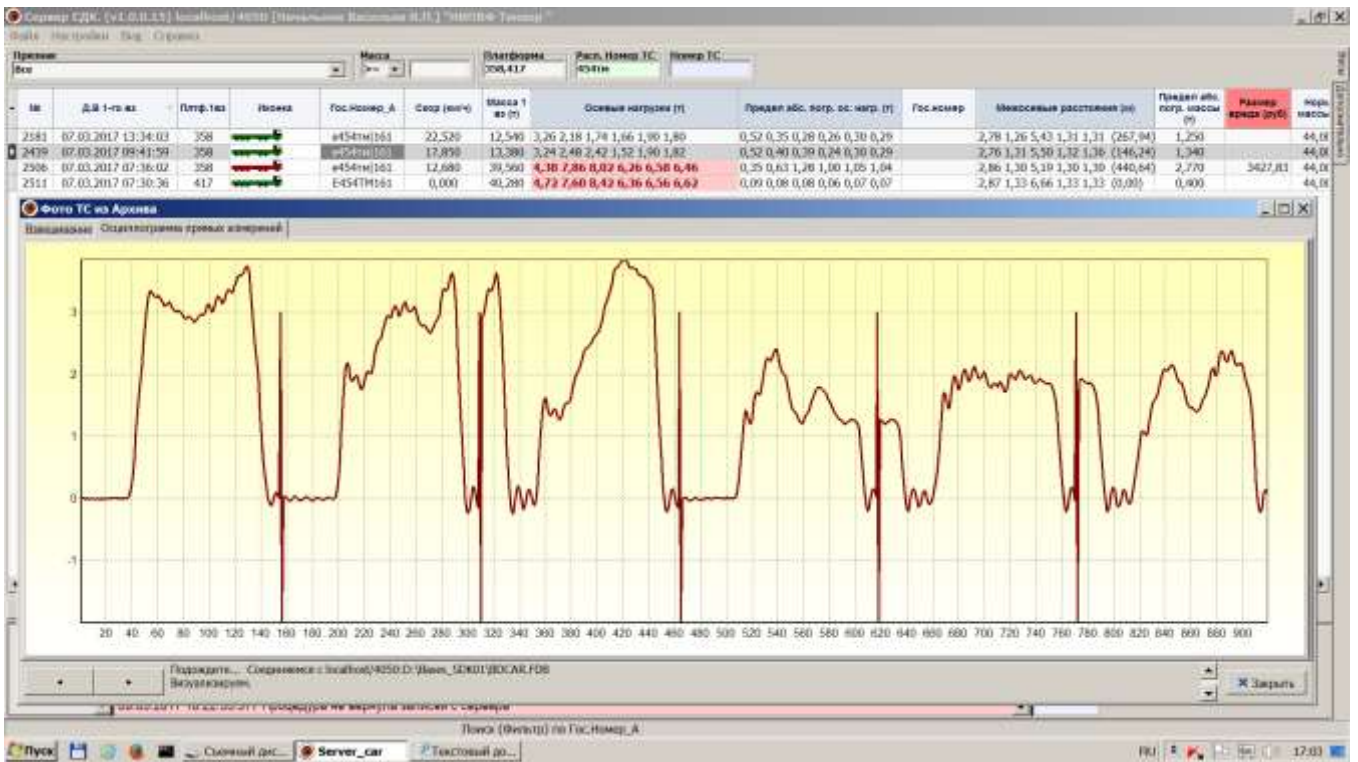


В течении дня автомобиль был взвешен 3 раза в движении и повторно взвешен на контрольных весах в статике.

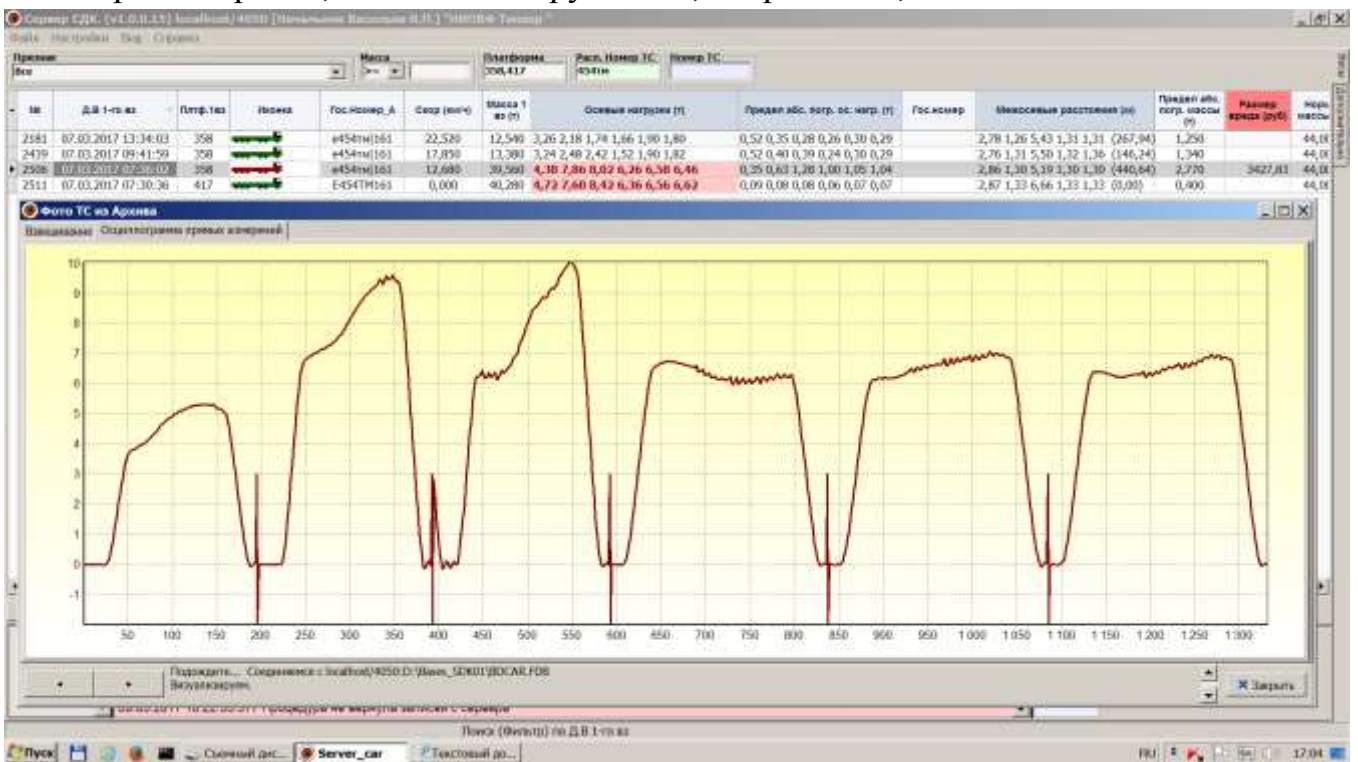
Ниже приведена осциллограмма первого проезда. Автомобиль порожний, скорость проезда 22,5 км в час. Высокочастотные колебания - это "звон" грузоприемного устройства.



Ниже второй проезд этого же автомобиля, но уже со скоростью 18 км в час.



Третий проезд, автомобиль груженный, скорость 12,5 км в час.



Последнее взвешивание было проведено на контрольных весах в режиме статических измерений. Осциллограмма не представлена.

Картина реальных максимальных нагрузок осей тягача на грузоприемное устройство в движении подтверждает данные таблицы 1. При номинальной нагрузке ведущих осей тягача 8 тонн, наблюдаемые максимальные нагрузки составили до 10 тонн или до 25% от номинального значения статической нагрузки.

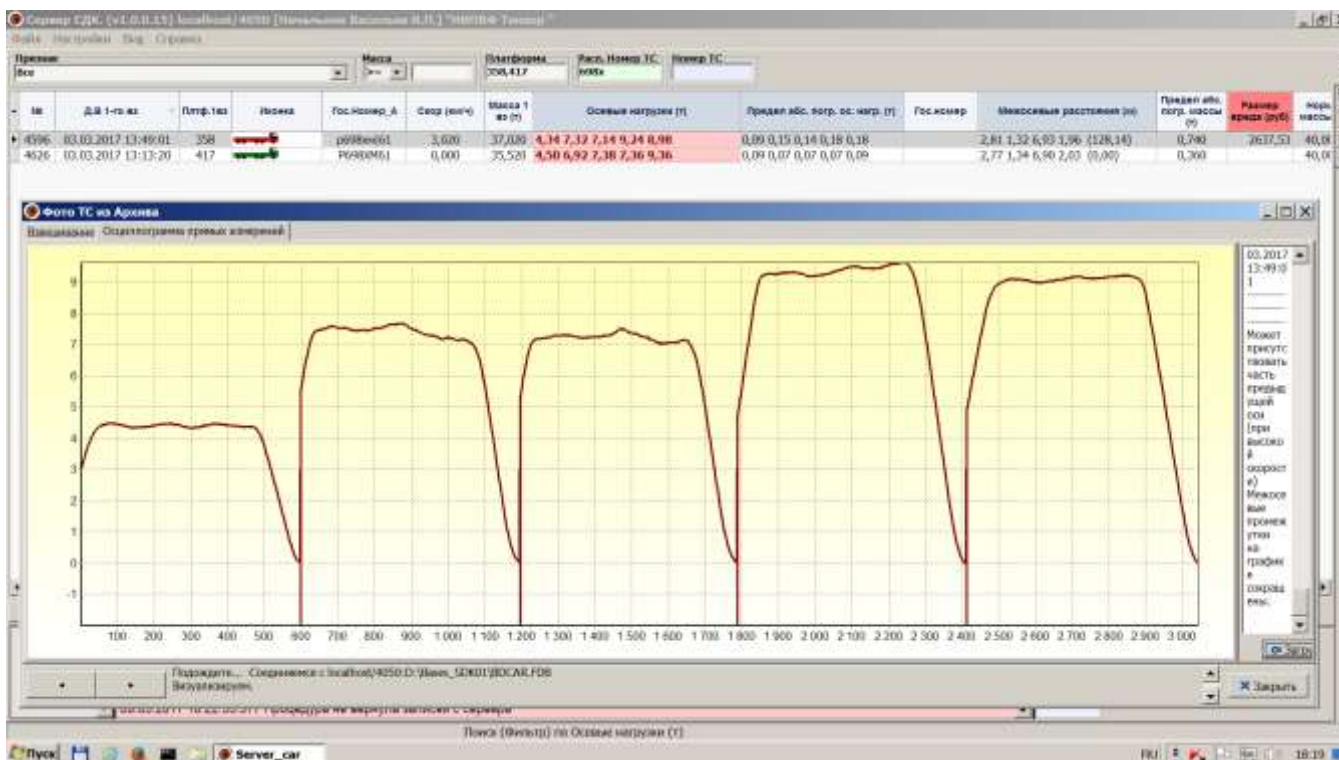
Для порожнего автомобиля динамические колебания нагрузки на дорогу от осей КАМАЗа составляют до 50% от среднего значения.

Осевые нагрузки полуприцепа в меньшей степени меняются во время движения (примерно на 8% при номинальной нагрузке 6,5 тонн), что связано с более высокой степенью демпфирования пневматической подвески, по сравнению с рессорной подвеской КАМАЗа, которая даже не оборудована амортизаторами.

Вернемся в Самбек. Опять КАМАЗ, но с "родным" полуприцепом



Ниже осциллограмма проезда



Как видим скорость движения 3 км в час, осциллограмма ровная, однако, при контрольном взвешивании, у прицепа статические осевые нагрузки сильно отличаются

от значений, измеренных в движении. Следует признать, что ровность зоны взвешивания, как на контрольных весах, так и в динамике не соответствует техническим требованиям, весы эксплуатируются примерно 6 лет, дорожное покрытие ни разу не восстанавливалось, имеется повышенная колейность дороги и отклонения от горизонта.

Очевидно: на результаты измерений осевых нагрузок, как в статике, так и в динамике большое влияние оказывают неровности дорожного покрытия в зоне взвешивания, но степень этого влияния для ТС различных конструкций сильно отличается. Если ТС оборудовано пневматической подвеской или эквивалентной ей (может быть и гидравлическая подвеска), то неровности дорожного покрытия не оказывают значительного влияния на результаты измерений (как для осей полуприцепа в первом случае). Рессорная или пружинная подвеска, а тем более на сближенных осях чрезвычайно чувствительна к неровностям опорной поверхности (как для осей полуприцепа во втором случае). Любые неровности зоны взвешивания, а так же просадка грузоприемного устройства под нагрузкой приводит к значительному перераспределению осевых нагрузок при перемещении ТС во время взвешивания.

Дополнительным источником отклонений осевых нагрузок на дорогу в движении является ускорение либо торможение. Особенно большое влияние на распределение нагрузок возникает под воздействием крутящего момента ведущей оси. (Например, как в ролике, где седельный тягач SCANIA при ускорении полностью поднимает переднюю ось).

Таким образом, следует считать статические осевые нагрузки и динамические осевые нагрузки на опорную поверхность разными измеряемыми величинами. Разницу между измеренным значением осевой нагрузки ТС в движении и соответствующим значением статической осевой нагрузкой следует называть отклонением, а не погрешностью. Как известно, погрешность можно определить только для одной и той же измеряемой величины.

Теперь можно поставить задачу для весового контроля: При взвешивании в движении, необходимо дать оценку статических осевых нагрузок ТС с заданными пределами отклонений.

Что касается измерения массы ТС, следует признать, что при поосном взвешивании масса ТС является косвенным измерением, так как получается в результате сложения результатов измерений осевых нагрузок. Погрешность измерения массы в этом случае состоит из систематической и случайной составляющей. В свою очередь, случайная составляющая погрешности измерений массы ТС зависит от неопределенности измерений осевых нагрузок.

Сформулируем метрологические и технические требования, которые должны быть отражены в стандарте на весы, предназначенные для контроля весовых параметров ТС в целях обеспечения безопасности (соответствия ТР) и сохранности дорог и сооружений:



## ПРИ СТАТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЯХ

1. Весы должны обеспечивать измерение статических осевых нагрузок в единицах массы;

2. Грузоприемное устройство весов должно быть расположено в горизонтальной плоскости. Должны быть установлены пределы отклонений поверхности дорожного покрытия в зоне взвешивания от горизонта и плоскости;

3. Грузоприемное устройство весов под нагрузкой должно проседать (прогибаться, деформироваться) в заданных пределах (идеальный случай отсутствие заметной деформации);

4. Погрешность измерений осевых нагрузок ТС не может быть установлена в соответствии с ГОСТ OIML R 76-1-2011 - данный стандарт применим только для результата взвешивания груза целиком размещенного на ГПУ. Погрешность измерений (желательно) должна быть установлена в относительных единицах;

5. Передача единицы измерения массы ГПУ должна осуществляться гирями по ГОСТ OIML R 111-1-2009 (или нагружающим устройством для передачи единицы силы, с использованием значения ускорения свободного падения в месте эксплуатации весов);

6. В условиях идеальной горизонтальной поверхности и выполнения требований методики измерений осевых нагрузок, погрешность косвенного измерения массы ТС не должна превышать соответствующей оценки с учетом неопределенности измерений осевых нагрузок. Фактические отклонения зоны взвешивания от идеальной плоскости могут приводить к увеличению погрешности измерений массы ТС, поэтому необходимы контрольные весы по ГОСТ OIML R 76-1-2011 для определения действительного (опорного) значения массы контрольного ТС и последующей оценки погрешности измерений массы ТС при поочередном взвешивании.

7. Для оценки погрешности измерения осевой нагрузки следует использовать в качестве опорного значения осевой нагрузки контрольного ТС среднее значение из ряда измерений в условиях повторяемости с оценкой неопределенности и НСП. Понятие эталонного ТС не соответствует признакам эталона. Контрольное ТС может служить только средством для сличения показаний испытываемых весов и контрольных.

8. Должны быть определены конструктивные типы ТС, для которых установленные погрешности измерений массы и осевых нагрузок применимы.

К сожалению, данные требования не являются предметом рассмотрения ГОСТ 33242-2015, и сразу возникает вопрос: **как можно судить о погрешности (отклонениях) измерений осевых нагрузок ТС в движении, если нет оценки погрешности опорных значений соответствующих осевых нагрузок? Пункт А.9.3.1.3 приложения к ГОСТ 33242-2015 не содержит методики оценки погрешности (неопределенности) опорного значения осевой нагрузки, как и п. 8.2.3.**

## ПРИ ВЗВЕШИВАНИИ В ДВИЖЕНИИ

9. Допускаемая погрешность измерения массы ТС в движении может быть установлена в зависимости от конструктивных особенностей ТС, в том числе от числа осей и конструкции подвески. Как показывает теория и подтверждает практика 2-х осный автомобиль, при прочих равных условиях, имеет неопределенность измерений массы больше, чем например 5-ти осный. Устанавливая предел погрешности измерений массы на основании испытаний с использованием 2-х осного ТС, получаем неоправданно завышенные пределы погрешности для многоосных ТС. Пример: различные пределы погрешности измерений массы ТС, установленные в COST 323 и E1318 при сходных пределах погрешности измерений осевых нагрузок, что связано с использованием различных типов контрольных ТС – 2-х или 3-х осных в COST 323 и 5-ти осных соответственно в E1318. Вероятно, понадобится устанавливать различные пределы погрешности при измерении массы порожних и груженых ТС (порожние ТС как правило взвешиваются с большей неопределенностью, чем груженые);

10. При испытаниях, на примере требований E1318, следовало бы использовать достаточно большое количество различных контрольных ТС (в E1318 предполагается использование не менее 51 различных ТС). Если возможно, то измерение весовых параметров ТС в движении можно проводить однократно с последующим контрольным взвешиванием на контрольных весах и последующей статистической обработкой данных. В противном случае, в качестве контрольных следует использовать автомобили из числа тех, для которых предназначены весы, конструкция подвески которых наиболее неблагоприятна для взвешивания в движении (рессорная подвеска без демпфирования, сближенные оси) и распространять установленные пределы погрешности на все типы ТС.

11. Весы должны обеспечивать контроль над скоростью движения ТС, в том числе за ее изменениями во время взвешивания в единицах ускорения. Должен быть установлен диапазон скоростей и **ускорений**, в котором результат взвешивания приемлем. Требования к контролю ускорений нет в ГОСТ 33242-2015.

12. С точки зрения измерения осевых нагрузок ТС важным параметром является **отклонение измеренного значения осевой нагрузки от статической осевой нагрузки неподвижного ТС**. Однако нет никаких оснований к ужесточению требования к так называемому "двухосному эталонному ТС", установленные в ГОСТ 33242-2015 (1/4 от допускаемой погрешности в эксплуатации?).

Как мы понимаем, статические и динамические осевые нагрузки это разные измеряемые величины и в общем случае не должны совпадать. Совпадать должна только масса ТС. Более того не должны совпадать осевые нагрузки, измеренные на одних и тех же весах в движении в прямом и противоположном направлении, так как возможны отклонения зоны взвешивания от горизонта. Влияет даже направление ветра.

Интерес представляет именно отклонение осевой нагрузки измеренной в движении от статической осевой нагрузки.

Таким образом, среднее арифметическое значение осевой нагрузки при многократных проездах не может служить для оценки референтных (воспроизводимых) значений осевых нагрузок контрольных ТС, а может быть использовано только для оценки неопределенности измерений осевых нагрузок и соответственно неопределенности измерений массы ТС.

Если весы предназначены для контроля нагрузки на дорогу, то референтным значением может быть только статическая нагрузка оси на дорожное покрытие. В этом случае испытания весов могут быть проведены в режиме однократных измерений различных ТС в движении с последующим контрольным взвешиванием в режиме статических измерений осевых нагрузок. Тогда можно охватить достаточно большое количество различных ТС, при этом сократить количество самих измерений (например, 50 проездов в движении вместо требуемых 90 проездов в п. 8.6 ГОСТ 33242-2015).

#### Терминология в ГОСТ 33242-2015

Ряд терминов и определений, применяемых в данном стандарте, вызывают, пожалуй, недоумение.

Например:

- "полная масса" - откуда взялся данный термин? в оригинале OIML R 134 нет такого выражения.

- "нагрузка на ось" - в оригинале OIML R 134 нет такого выражения, зато есть в ТР выражение "масса приходящаяся на ось",

- "двухосное ТС с жесткой рамой" - в оригинале OIML R 134 нет такого выражения, есть понятие в русском сегменте инженерных общепринятых выражений "ЖЕСТКАЯ ПОДВЕСКА" в противовес независимой подвеске.

Но с терминологией можно разобраться и попозже, а вот с методами испытаний надо решать уже сейчас. Применение предложенных методов оценки погрешности весов не позволяет в принципе провести испытания с разумными пределами погрешности измерений, и совершенно бесполезны для решения задач, для которых данные весы предназначены.

Пока рассматриваемый стандарт не будет исправлен, остается проводить испытания по техническим условиям.

Примечание: п. 4. Порядка осуществления весового и габаритного контроля транспортных средств, утвержденного Министерством транспорта Российской Федерации 27 апреля 2011 г, допускает расхождение весовых параметров транспортного средства, определенных по результатам взвешивания, от установленных на территории Российской Федерации или указанных в специальном разрешении, если оно не превышает 2%.

Данный пункт вызывает вопросы у всех участников весового контроля. Если принять во внимание, что дорожная одежда рассчитывается для номинальной статической нагрузки от оси ТС в единицах измерения силы (кН), а измерение осевой

нагрузки осуществляется в единицах массы (кг), то становится очевидным, что расчетное значение допускаемой нагрузки на дорогу, например в 100 кН при переводе в тонны превращается в  $100/9,8=10,2$  тонн. Поэтому, установленная максимальная осевая нагрузка 10 т может быть превышена на 2% без ущерба дорожному покрытию, и нарушением считаться не может, но к погрешности измерений это допущение не имеет отношения.

#### Список литературы

- [1] ГОСТ 33242-2015 Весы автоматические для взвешивания транспортных средств в движении и измерения нагрузок на оси. Метрологические и технические требования. Испытания.
- [2] Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств. (В редакции от 10.09.2009)
- [2] Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств. (В редакции от 11.07.2016)
- [3] ГОСТ 30414-96 Весы для взвешивания транспортных средств в движении. Общие технические требования.
- [4] Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. ВСН 46-83
- [5] ГОСТ OIML R 76-1-2011 ВЕСЫ НЕАВТОМАТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания.
- [6] ГОСТ OIML R 111-1-2009 Гири классов  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $M_1$ ,  $M_{1-2}$ ,  $M_2$ ,  $M_{2-3}$  и  $M_3$ . Часть 1. Метрологические и технические требования.
- [7] Транспортное исследование. COST 323. Взвешивание транспортных средств в движении.
- [8] E 1318-09 Стандартные технические требования к дорожным системам динамического взвешивания, включая требования к условиям эксплуатации и методы испытания.
- [9] Порядок осуществления весового и габаритного контроля транспортных средств, в том числе порядок организации пунктов весового и габаритного контроля транспортных средств, утвержденный Министерством транспорта Российской Федерации 27 апреля 2011 г. № 125 (зарегистрирован Минюстом России 1 июня 2011 г., регистрационный № 20903)

Вдовин Владимир Александрович  
ООО НИПВФ «Тензор»  
г. Ростов-на-Дону