

## О ВАРИАНТАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ВЗВЕШИВАНИЯ ВАГОНОВ СОЧЛЕНЕННОГО ТИПА

**А.М. Орлова,**  
д-р техн. наук, генеральный директор ООО «ВНИЦТТ»,  
**С.А. Федоров,**  
канд. техн. наук, заместитель генерального директора,  
**И.А. Хилов,**  
канд. техн. наук, руководитель расчетно-аналитического отдела

Одним из способов значительного повышения эффективности перевозочного процесса является применение грузовых вагонов сочлененного типа. Такие вагоны состоят из нескольких секций, при этом соседние секции опираются на одну общую тележку (1). Несмотря на успешное использование сочлененных вагонов на железнодорожных путях Северной Америки, Австралии и Европы, отечественными вагоностроительными предприятиями вагоны такой конструкции не выпускались, а на пространстве колеи 1520 мм эксплуатировались лишь ограниченная партия вагонов-платформ производства Tatragovonka (2).

В 2019 г. НПК «Объединенная Вагонная Компания» сертифицировала первый в России грузовой вагон сочлененного типа — вагон-цистерну модели 15-9541-01 для сжиженных углеводородных газов (рис. 1). За прошедшее с этого момента время компанией был сертифицирован еще ряд моделей грузовых вагонов сочлененного типа: вагон-цистерна модели 15-629 для газового конденсата и нефтепродуктов, вагоны-хопперы моделей 19-6978 и 19-6978-01 для зерна и минеральных удобрений соответственно, а также полувагоны моделей 12-6877 и 12-6877-02. Завершаются работы по сертификации вагона-платформы для крупнотоннажных контейнеров модели 13-6741.



Рис. 1. Вагон-цистерна модели 15-9541-01 для сжиженных углеводородных газов

Экономическая эффективность от использования вагонов сочлененного типа является очевидной для всех участников перевозочного процесса: вагоны обладают повышенными грузоподъемностью и объемом, увеличенной погонной нагрузкой, возможностью формирования поездов большей массы при стандартной длине поезда, а в Прейскуранте предусмотрен специальный тариф для вагонов сочлененного типа. Опыт эксплуатации вагонов-цистерн сочлененного типа показывает, что железнодорожная инфраструктура не требует какой-либо модернизации (3).

Однако, как и любой другой новый подвижной состав, вагоны сочлененного типа сталкиваются с ограничениями существующей инфраструктуры. Темой, которая вызывает множество вопросов у потенциальных собственников или арендаторов таких вагонов, является обеспечение возможности взвешивания вагонов сочлененного типа на терминалах погрузки и выгрузки.

Необходимость определения массы груза в вагонах с помощью взвешивания определена Федеральным законом и приказом Минтранса РФ (4, 5). В нем (5) установлены способы и методы взвешивания для определения массы груза грузоотправителем в зависимости от вида подвижного состава и/или перевозимого

груза. Например, взвешивание вагонов с зерновыми грузами допускается только с остановкой и расцепкой, а взвешивание в движении вагонов-цистерн с жидкими грузами допускается только при условии одновременного нахождения всех его колес на грузоприемном устройстве. Допускается также взвешивание каждого грузового места или части груза на весах с последующим их суммированием. При этом постановлением Правительства России в зависимости от множества факторов определены метрологические требования к измерениям, в том числе и пределы допускаемой погрешности измерений (6).

Для обеспечения требований указанных выше документов на терминалах погрузки и выгрузки на сегодняшний день установлены вагонные весы, конструкции и характеристики которых значительно отличаются друг от друга. Это связано с тем, что размеры взвешиваемых вагонов существенно отличаются, а задачи, которые требовалось решать, и существующие ограничения в каждом конкретном случае могли также отличаться. Несмотря на имеющиеся различия, существующие на терминалах погрузки и выгрузки весы объединяет одно — при их разработке учитывалась необходимость взвешивания в основном четырехосных вагонов на двух двухосных тележках, поскольку из таких вагонов состоит практически весь парк грузовых вагонов на «пространстве 1520».

Анализ конструктивных особенностей и эксплуатационной документации весов, установленных на терминалах погрузки и выгрузки, а также условий выполнения взвешивания вагонов на них позволил выявить несколько отличительных классификационных признаков:

- по типу применяемых весов: для взвешивания вагонов в статическом режиме или для взвешивания вагонов и составов в движении;

- по допускаемым типам взвешиваемых вагонов: вагоны-цистерны без ограничений вязкости перевозимого продукта, вагоны-цистерны для вязких продуктов и прочие вагоны для насыпных, навалочных и тарно-штучных грузов;
- по количеству, длине и взаимному расположению грузозвешивающих платформ: от одной до трех платформ с общей длиной участка для взвешивания до 24 м;

- по способу взвешивания: поосное, потележечное и повагонное взвешивание вагонов с расцепкой или без расцепки.

Сложность взвешивания вагонов сочлененного типа на существующей инфраструктуре заключается в том, что их невозможно установить целиком на весы, спроектированные для взвешивания четырехосных вагонов. При

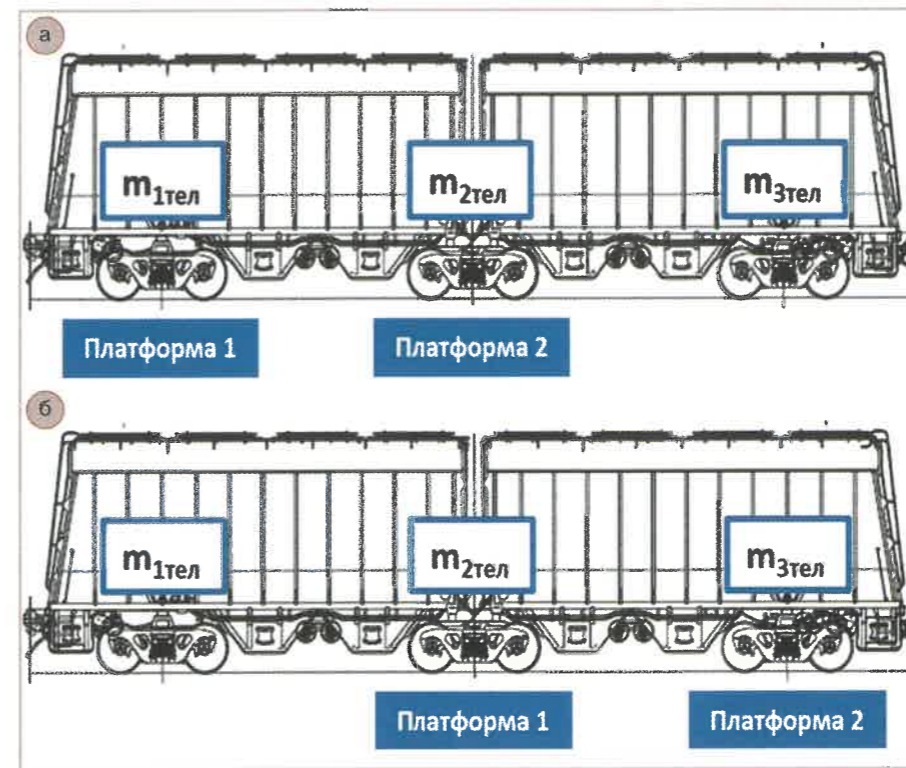


Рис. 2. Пример потележечного взвешивания вагона сочлененного типа на двухплатформенных весах:

а — первое взвешивание. Определяемые характеристики —  $m_{1тел}$ ,  $m_{2тел1}$ ;  
б — второе взвешивание. Определяемые характеристики —  $m_{2тел2}$ ,  $m_{3тел}$ .  
Пример определения массы вагона по результатам двух взвешиваний:  
 $m_{вагон} = m_{1тел} + (m_{2тел1} + m_{2тел2})/2 + m_{3тел}$

этом взвешивание по частям (рис. 2) возможно с технической точки зрения, однако имеет ограничения, поскольку при определении таким образом массы вагона и груза в вагоне не установлены пределы допускаемой погрешности измерений.

В сложившейся ситуации существуют три принципиальных варианта решения вопроса взвешивания вагонов сочлененного типа:

- установка новых весов, предназначенных для взвешивания, в том числе, и вагонов сочлененного типа. Установка новых весов — это классический вариант модернизации существующей инфраструктуры. На сегодняшний день многие веду-

щие производители вагонных весов в России предлагают готовый продукт для повагонного взвешивания вагонов сочлененного типа: фундаментные и бесфундаментные весы, весы рельсового типа, для взвешивания в статике и/или в движении. Новые весы обеспечивают максимальное удобство (отсутствие необходимости в перестановке вагона при взвешивании), скорость и точность выполнения измерений. Указанные требования характерны для больших терминалов погрузки и выгрузки, где снижение скорости взвешивания вагонов может нарушить существующую логистику внутри предприятия и снизить отгрузку продукции в требуемом объеме;

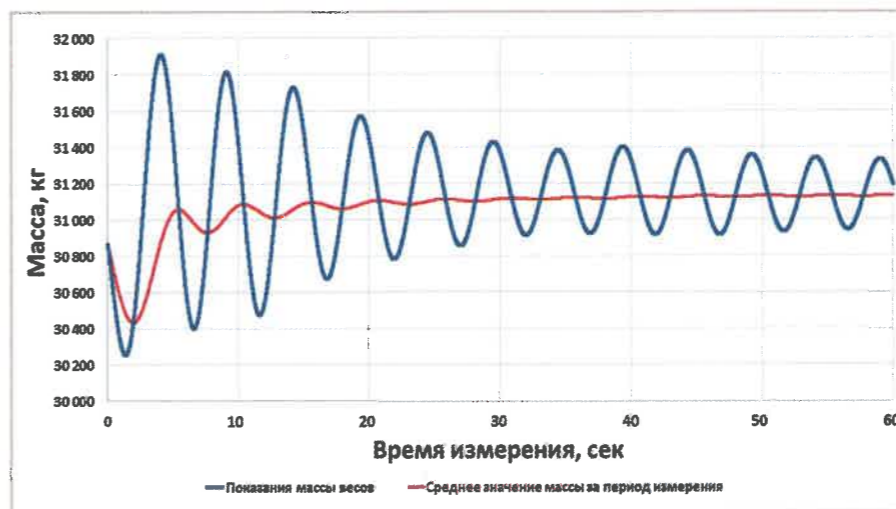


Рис. 3. Непрерывные показания массы от одной тележки

- модернизация весов, например, с помощью установки дополнительной грузозвешивающей платформы. Принципиально данный вариант очень близок к установке новых весов, поскольку по результатам выполнения работ появляются весы, учитывающие геометрические и массовые особенности вагонов сочлененного типа. Он может быть использован в тех случаях, когда установка новых вагонных весов не может быть выполнена, но при этом требуется обеспечить максимальные преимущества, характерные для новых весов;

- разработка и аттестация методики выполнения измерений (далее — МВИ или методика взвешивания).

Разработка и аттестация МВИ может использоваться в тех случаях, когда установка новых или модернизация уже установленных вагонных весов невозможны по каким-либо причинам, а обеспечение преимуществ, характерных для новых весов, не требуется. Как правило, такие условия характерны для небольших терминалов погрузки и выгрузки.

При выполнении модернизации или разработке и аттестации МВИ для обеспечения возможности работы с вагонами сочлененного типа потребуются обновление программного обеспечения вагонных весов. Необходимо учитывать, что внесение изменений в программное обеспечение может быть выполнено только разработчиком данных вагонных весов.

На сегодняшний день правила проведения работ по разработке и аттестации МВИ изложены в Приказе Министерства промышленности и торговли РФ, а также ГОСТ Р 8.563-2009 (7, 8). Указанными документами установлены, в том числе, требования к разработчикам МВИ, необходимость проведения теоретических и/или экспериментальных исследований, требования к выполняемым исследованиям и проведению аттестации МВИ.

В рамках разработки и аттестации МВИ определяют средства измерений, последовательность и содержание операций при подготовке и выполнении измерений, обработке промежуточных результатов измерений, влиянии различных факторов на величину погрешности измерений. Устанавливают показатели точности измерений и их значения, процедуры для обеспечения установленных показателей точности измерений, в том числе методов обеспечения прослеживаемости результатов измерений и т.д.

Для предварительной оценки условий потележечного взвешивания вагона сочлененного типа (последовательность и содержание операций при выполнении измерений, обработке промежуточных результатов измерений и вычисления окончательных результатов измерений и т.д.) на первом этапе был проведен эксперимент при потележечном взвешивании в статическом режиме без расцепки. Для эксперимента использовался ва-

Перечень возможных вариантов взвешивания вагонов сочлененного типа

№ п/п	Методика измерений	Метод взвешивания вагонов сочлененного типа	Вид вагона сочлененного типа
1	Взвешивание порожних и груженых вагонов в статическом режиме с расцепкой с обеих сторон	Взвешивание в два и более приема, поскольку габаритные размеры вагона больше габаритных размеров взвешивающих платформ весов. Размещение на взвешивающих платформах весов только взвешиваемого вагона	Вид 1
2			Вид 2
3	Взвешивание порожних и груженых вагонов в статическом режиме в составе без расцепки	Взвешивание вагона за один прием, поскольку габаритные размеры взвешивающих платформ весов позволяют разместить на них вагон полностью	Вид 1
4			Вид 2
5		Взвешивание в два и более приема, поскольку габаритные размеры взвешивающих платформ весов позволяют разместить на них вагон полностью	Вид 1
6			Вид 2
7	Взвешивание порожних и груженых вагонов в движении в составе без расцепки	Взвешивание вагона в три приема, поскольку габаритные размеры взвешивающих платформ весов позволяют произвести взвешивание каждой тележки движущегося вагона	Вид 1
8		Взвешивание вагона производится в шесть приемов, поскольку габаритные размеры взвешивающих платформ весов позволяют произвести взвешивание каждой оси движущегося вагона	Вид 1
9		Взвешивание вагона в несколько приемов, поскольку на взвешивающих платформ весов одновременно могут размещаться только две тележки из трех	Вид 1

Примечание:

Вид 1 — вагоны-хопперы, полувагоны, вагоны-платформы для перевозки насыпных, навалочных, тарно-штучных и других грузов (за исключением наливных);

Вид 2 — вагоны-цистерны для нефтехимических грузов или для сжиженных газов.

гон-цистерна, загруженный жидким грузом с низкой вязкостью до уровня 80 % от полного объема котла.

Для оценки влияния колебаний жидкости в котле разработчиком весов было доработано их программное обеспечение с возможностью непрерывной регистрации показаний о массе, приходящейся на весы с частотой 250 Гц. Перед проведением эксперимента «истинная» масса вагона-цистерны в порожнем и груженом состояниях была определена на весах при повагонном взвешивании с регистрацией массы от каждой тележки после полного прекращения колебаний жидкости.

Перед началом непрерывной регистрации показаний о массе в котле вагона-цистерны создавались колебания жидкости путем разгона и торможения локомотива. Регистрация показаний массы от каждой тележки выполнялась на протяжении 5 мин после остановки. Для набора статистических данных было выполнено 9 потележечных измерений массы вагона-цистерны с грузом. Типовой график непрерывной регистрации показаний массы от одной тележки после фильтрации представлен на рис. 3.

Из графика видно, что, несмотря на продолжающиеся колебания жидкости в котле вагона-цистерны, среднее

значение массы после 30 с измерений практически не изменяется. Это обусловлено, в том числе, и высокой частотой регистрации показаний — после усреднения 7 500 показаний каждое новое значение массы практически не оказывает влияние на установившееся среднее значение. Использование методики усреднения экстремумов полных циклов колебаний показывает схожие результаты: после 5 — 6 полных циклов изменение среднего значения практически не происходит.

По результатам проведенного эксперимента было установлено, что взвешивание вагонов сочлененного типа в статическом режиме по частям (с расцепкой или без расцепки), в том числе вагонов-цистерн с жидкими грузами, может быть использовано в коммерческих целях после разработки и аттестации соответствующей МВИ.

На следующем этапе с учетом результатов выполненного эксперимента, а также анализа конструктивных особенностей и условий взвешивания грузовых вагонов на терминалах погрузки и выгрузки был сформирован перечень возможных вариантов взвешивания вагонов сочлененного типа на существующей инфраструктуре (см. таблицу). Для использования любого из представленных вариантов потребуется разработка и аттестация МВИ.

Таким образом, по вопросу взвешивания вагонов сочлененного типа на терминалах погрузки и выгрузки можно сделать следующие выводы.

① Существуют различные варианты обеспечения взвешивания вагонов сочлененного типа: установка новых весов, модернизация существующих, разработка и аттестация МВИ.

② У каждого из возможных вариантов есть положительные моменты, которые и определяют условия его использования с учетом производительности пункта погрузки и выгрузки, существующей логистики перемещения грузов внутри предприятия и планов по модернизации производства.

③ Разработка и аттестация МВИ позволит обеспечить взвешивание вагонов сочлененного типа при различных условиях (в статике / в движении, с расцепкой / без расцепки и т.д.) на существующей инфраструктуре.

#### Библиография

1. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам: ГОСТ 33211-2014. — Издание официальное. — М.: Стандартинформ, 2020. — С. 58.
2. Бороненко Ю.П. Выбор конструктивных решений сочлененных грузовых вагонов для колеи 1520 мм / Ю.П. Бороненко, Т.М. Белгородцева, Н.А. Кукушина // Транспорт Российской Федерации. 2013. № 3 (46). С. 3 — 9.
3. <https://vgudok.com/lenta/na-sef-rzhd-vyhodyat-mnogochleny-eksperty-ocenili-massovyy-vygod-na-zheleznye-dorogi>.
4. Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации. Федеральный закон от 10.01.2003 № 18-ФЗ.
5. Правила приема грузов, порожних грузовых вагонов к перевозке железнодорожным транспортом. Приказ Министерства Транспорта Российской Федерации от 07.12.2016 № 374.
6. Перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Постановление Правительства Российской Федерации от 16 ноября 2020 г. № 1847.
7. Порядок аттестации первичных референтных методик (методов) измерений, референтных методик (методов) измерений и методик (методов) измерений и их применения. Приказ Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 15.12.2015 № 4091.
8. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений: ГОСТ Р 8.563-2009. — Издание официальное. — М.: Стандартинформ, 2019. — С. 20.