

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ БЕЗОПАСНОСТИ К ОБОРУДОВАНИЮ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА, РАБОТАЮЩЕМУ ПОД ИЗБЫТОЧНЫМ ДАВЛЕНИЕМ

*З. Ю. ТРЕТЬЯК, К. В. СВИРИДЕНКО, Е. М. АЛЬХОВСКАЯ  
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Технический регламент Евразийского экономического союза (далее – ЕАЭС) ТР ТС 032/2103 «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением» [1] устанавливает обязательные для применения и исполнения на таможенной территории ЕАЭС единые требования безопасности к оборудованию, работающему под избыточным давлением, выпускаемому в обращение и предназначенному для применения на таможенной территории ЕАЭС.

Технический регламент [1] распространяется на следующие виды оборудования:

а) сосуды, предназначенные для сжатых, сжиженных, растворенных под давлением газов и паров, используемые для рабочих сред группы 1 и имеющие: расчетное давление свыше 0,05 МПа, вместимость более 0,001 м<sup>3</sup> и произведение значения расчетного давления на значение вместимости, составляющее свыше 0,0025 МПа·м<sup>3</sup>; расчетное давление свыше 20 МПа, вместимость свыше 0,0001 до 0,001 м<sup>3</sup> включительно;

б) сосуды, предназначенные для сжатых, сжиженных, растворенных под давлением газов и паров, используемые для рабочих сред группы 2 и имеющие: расчетное давление свыше 0,05 МПа, вместимость более 0,001 м<sup>3</sup> и произведение значения расчетного давления на значение вместимости, составляющее свыше 0,005 МПа·м<sup>3</sup>; расчетное давление свыше 100 МПа, вместимость свыше 0,0001 до 0,001 м<sup>3</sup> включительно;

в) сосуды, предназначенные для жидкостей, используемые для рабочих сред группы 1 и имеющие: расчетное давление свыше 0,05 МПа, вместимость более 0,001 м<sup>3</sup> и произведение значения расчетного давления на значение вместимости, составляющее свыше 0,02 МПа·м<sup>3</sup>; расчетное давление свыше 50 МПа, вместимость свыше 0,0001 до 0,001 м<sup>3</sup> включительно;

г) сосуды, предназначенные для жидкостей, используемые для рабочих сред группы 2 и имеющие: расчетное давление свыше 1 МПа, вместимость более 0,01 м<sup>3</sup> и произведение значения расчетного давления на значение вместимости, составляющее свыше 1 МПа·м<sup>3</sup>; расчетное давление свыше 100 МПа, вместимость свыше 0,0001 до 0,01 м<sup>3</sup> включительно;

д) котлы, имеющие вместимость более 0,002 м<sup>3</sup>, предназначенные для получения горячей воды, температура которой свыше 110 °С, или пара, избыточное давление которого свыше 0,05 МПа, а также сосуды с огневым обогревом, имеющие вместимость более 0,002 м<sup>3</sup>;

е) трубопроводы и арматура, имеющие расчетное давление свыше 0,05 МПа, номинальный диаметр более 25 мм, предназначенные для сжатых, сжиженных, растворенных под давлением газов и паров и используемые для рабочих сред группы 1;

ж) трубопроводы и арматура, имеющие расчетное давление свыше 0,05 МПа, номинальный диаметр более 32 мм и произведение значения расчетного давления и значения номинального диаметра, составляющее свыше 100 МПа·мм, предназначенные для сжатых, сжиженных, растворенных под давлением газов и паров и используемые для рабочих сред группы 2;

з) трубопроводы и арматура, имеющие расчетное давление свыше 0,05 МПа, номинальный диаметр более 25 мм и произведение значения расчетного давления и значения номинального диаметра, составляющее свыше 200 МПа·мм, предназначенные для жидкостей и используемые для рабочих сред группы 1;

и) трубопроводы и арматура, имеющие расчетное давление свыше 1 МПа, номинальный диаметр более 200 мм и произведение значения расчетного давления и значения номинального диаметра свыше 500 МПа·мм, предназначенные для жидкостей и используемые для рабочих сред группы 2;

к) элементы оборудования (сборочные единицы) и комплектующие к нему, выдерживающие воздействие давления свыше 0,05 МПа;

л) показывающие и предохранительные устройства, за исключением устройств, отнесенных к средствам измерений;

м) барокамеры (кроме одноместных медицинских);

н) устройства и приборы безопасности.

Применительно к железнодорожному подвижному составу требования [1] распространяются на следующее оборудование:

- сосуды, предназначенные для газов, сжиженных газов, растворенных под давлением используемых для рабочих сред групп 1, 2;
- сосуды, предназначенные для жидкостей, используемых для рабочих сред групп 1, 2;
- элементы оборудования и комплектующие к нему, выдерживающие воздействия давления;
- арматура, имеющая номинальный диаметр более 25 мм (для оборудования с рабочей средой группы 1), арматура, имеющая номинальный диаметр более 32 мм (для оборудования, используемого для газов с рабочей средой группы 2);
- показывающие и предохранительные устройства.

Технический регламент [1] не распространяется на тормозное оборудование подвижного состава железнодорожного транспорта.

В дополнение к [1] для подтверждения соответствия железнодорожного подвижного состава и его составных частей необходимо учитывать и другие технические регламенты ЕАЭС – ТР ТС 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава», ТР ТС 002/2011 «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта», которые устанавливают общие требования безопасности к железнодорожному подвижному составу, включая требования к его конструкции, производству, модернизации, ремонту и эксплуатации.

Таким образом, требования к безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением в железнодорожном подвижном составе – комплексные и включают в себя как общие требования по безопасности, так и специфические требования к оборудованию, работающему под давлением.

В качестве примера в таблице 1 приведены требования безопасности [1] к сосудам контейнера-цистерны для перевозки и хранения неохлажденных сжиженных газов и продуктов химических под давлением, вместимость 24,5 м<sup>3</sup>, максимальное допустимое рабочее давление – 2,2 МПа, рабочая среда группы 1 (сжиженные газы), категория оборудования 4, сталь изготовления сосуда Р460NL2 EN 10028-3.

Таблица 1 – Требования безопасности и показатели для подтверждения соответствия сосуда контейнера-цистерны для перевозки и хранения неохлажденных сжиженных газов и продуктов химических под давлением

Обозначение документа, определяющего показатель	Показатель	Значение показателя
<i>Требование безопасности 1: Оборудование должно разрабатываться (проектироваться) и изготавливаться (производиться) таким образом, чтобы при применении по назначению, эксплуатации и техническом обслуживании обеспечивалось его соответствие требованиям безопасности</i>		
Пункт 5.1.8 ГОСТ 31314.3-2006	Любое запорное устройство на контейнере-цистерне, которое в незакрытом состоянии может привести к возникновению опасной ситуации, должно быть обеспечено надежной системой закрытия, имеющей по возможности систему внешней индикации рабочего положения запорного устройства	Наличие
Пункт 5.6.1.3 ГОСТ 31314.3-2006	Цистерны или отсеки цистерн без вакуумных предохранительных устройств должны выдерживать внешнее давление, на 40 кПа превышающее внутреннее давление	Должно обеспечиваться
Пункт 5.6.4.3 ГОСТ 31314.3-2006	Контейнеры-цистерны или их отсеки, предназначенные для транспортирования опасных грузов, должны быть оснащены предохранительными устройствами, отвечающими требованиям компетентного органа	Наличие
<i>Требование безопасности 2: При изготовлении (производстве) оборудования и устройств безопасности изготовителем обеспечивается их соответствие параметрам и характеристикам, установленной проектной документацией, и требованиям настоящего технического регламента (ТР ТС 032/2013)</i>		
Пункт 5.6.4.4 ГОСТ 31314.3-2006	На каждом предохранительном устройстве должно быть четко указано давление, на которое предохранительное устройство настроено	Наличие
Пункт 5.1.10 ГОСТ 31314.3-2006	Материалы, применяемые для изготовления контейнеров-цистерн, должны быть стойкими к воздействию перевозимого груза и окружающей среды и иметь гарантированные свойства (прочность, вязкость, свариваемость и т. д.)	Должно обеспечиваться
Пункт 5.6.2 ГОСТ 31314.3-2006	При необходимости дополнительно к требованиям 5.1.10 ГОСТ 31314.3-2006 следует учитывать допуск на коррозию	Должно обеспечиваться
Пункт 5.6.6 ГОСТ 31314.3-2006	Измерительная аппаратура, которая может находиться в прямом контакте с содержимым цистерны, должна быть выполнена из прочных материалов	Должно обеспечиваться

Окончание таблицы 1

Обозначение документа, определяющего показатель	Показатель	Значение показателя
<i>Требование безопасности 3: Конструкция оборудования должна обеспечивать безопасный доступ персонала к приборам безопасности и приборам контроля параметров рабочей среды оборудования</i>		
Пункт 5.6.5 ГОСТ 31314.3-2006	Контейнеры-цистерны должны иметь люки или другие отверстия, позволяющие провести их полный внутренний осмотр	Наличие
Пункт 5.6.5 ГОСТ 31314.3-2006	Диаметр люков должен быть не менее, мм	500
<i>Требование безопасности 4: Сварные соединения не должны иметь внешних или внутренних дефектов (повреждений), которые могут повлиять на безопасность оборудования. Минимальные значения механических характеристик сварных соединений оборудования должны быть не ниже минимальных значений механических характеристик соединяемых материалов</i>		
Пункт 27 приложения 2 ТР ТС 032/2013	Сварные соединения не должны иметь внешних или внутренних дефектов (повреждений), которые могут повлиять на безопасность оборудования	Должно обеспечиваться
<i>Требование безопасности 5: Экспериментальные испытания на прочность оборудования проводятся на образце. В процессе испытаний обеспечивается возможность наблюдения за критическими зонами оборудования с помощью контрольно-измерительных средств, способных достоверно регистрировать деформации и напряжения</i>		
Пункт 6.14.3 ГОСТ 31314.3-2006	Напряжения, возникающие в стенках и днищах цистерны во время испытательного давлением не должны превышать, МПа	285
<i>Требование безопасности 6: На листах, плитах, трубах и поковках, используемых при изготовлении (производстве) оборудования, должна сохраняться маркировка изготовителя</i>		
Пункт 36 приложения 2 ТР ТС 032/2013	На листах, плитах, трубах и поковках, используемых при изготовлении (производстве) оборудования, должна сохраняться маркировка изготовителя	Наличие
<i>Требование безопасности 7: Сварные соединения не должны иметь внешних или внутренних дефектов (повреждений), которые могут повлиять на безопасность оборудования; минимальные значения механических характеристик сварных соединений оборудования должны быть не ниже минимальных значений механических характеристик соединяемых материалов; применяемый в оборудовании материал считается пластичным, если при испытании на растяжение его относительное удлинение после разрыва составляет не менее 14 %, а ударная вязкость, определенная на образцах с концентратором типа KCV (с V-образным надрезом), составляет не менее 27 Дж/см<sup>2</sup> при температуре выше 20 °С, но не выше минимально допустимой температуры</i>		
Пункты 27, 39 приложения 2 ТР ТС 032/2013	Временное сопротивление, МПа	Не менее 570
	Предел текучести, МПа	Не менее 460
	Удлинение после разрыва, %	Не менее 17
	Ударная вязкость при температуре –50, 0, 20 °С, Дж/см <sup>2</sup>	Не менее 27
	Трещины в сварном соединении при статическом изгибе	Отсутствие являющихся браковочным признаком трещин при достижении параллельности сторон согласно ГОСТ 6996-66
<i>Требование безопасности 7: При работающих предохранительных клапанах допускается превышение расчетного давления в сосуде не более чем на 25 % при условии, что это превышение подтверждено расчетом на прочность и предусмотрено руководством (инструкцией) по эксплуатации сосуда</i>		
Пункт 55 приложения 2 ТР ТС 032/2013	При работающих предохранительных клапанах допускается превышение расчетного давления в сосуде не более чем на 25 % при условии, что это превышение подтверждено расчетом на прочность и предусмотрено руководством (инструкцией) по эксплуатации сосуда	Должно обеспечиваться
<i>Требование безопасности 7: Требования к маркировке</i>		
Пункт 29 ТР ТС 032/2013	На оборудование наносится маркировка в виде четких и нестираемых надписей, содержащих следующую информацию: а) наименование и (или) обозначение типа, марки, модели оборудования; б) параметры и характеристики, влияющие на безопасность; в) наименование материала, из которого изготовлено (произведено) оборудование (элементы); г) наименование изготовителя и его товарный знак (при наличии); д) заводской номер; е) дата изготовления (производства)	Наличие
Пункт 30 ТР ТС 032/2013	Место нанесения маркировки определяется проектной организацией и указывается в руководстве (инструкции) по эксплуатации	Должно обеспечиваться

Соответствие сосудов контейнера-цистерны для перевозки и хранения неохлажденных сжиженных газов и продуктов химическим требованиям [1] обеспечивается путем непосредственного выполнения этих требований или путем выполнения требований стандартов, включенных в перечень стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований [1]. Аналогичным образом могут быть установлены требования безопасности для оборудования железнодорожного подвижного состава, работающего под давлением.

#### Список литературы

1 ТР ТС 032/2013. О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением / Евразийская экономическая комиссия. – Минск : БелГИСС, 2023. – 33 с.

УДК 620.178.152.4

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МИКРОУДАРНОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ

*Н. К. ТУРСУНОВ*

*Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан*

*А. П. КРЕНЬ*

*Институт прикладной физики НАН Беларуси, г. Минск*

*Т. Т. УРАЗБАЕВ, У. Т. РАХИМОВ*

*Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан*

Инденитрование с высокой скоростью деформации осуществлялось с помощью оборудования, разработанного в Институте прикладной физики НАН Беларуси, позволяющего регистрировать текущую скорость индентора и всю кривую динамического нагружения (рисунок 1). Оборудование включает динамический портативный твердомер и электронный блок для регистрации и записи сигнала. Регистрация сигнала производилась по традиционной для динамических твердомеров схеме с помощью катушки индуктивности. Далее осуществлялся переход от ЭДС к скорости  $V$ , глубине внедрения  $h$  и контактному усилию  $P$ , развиваемому при ударе. Более подробно со способом регистрации кривой нагружения можно ознакомиться в [1], где описан подробный алгоритм получения диаграммы нагружения.

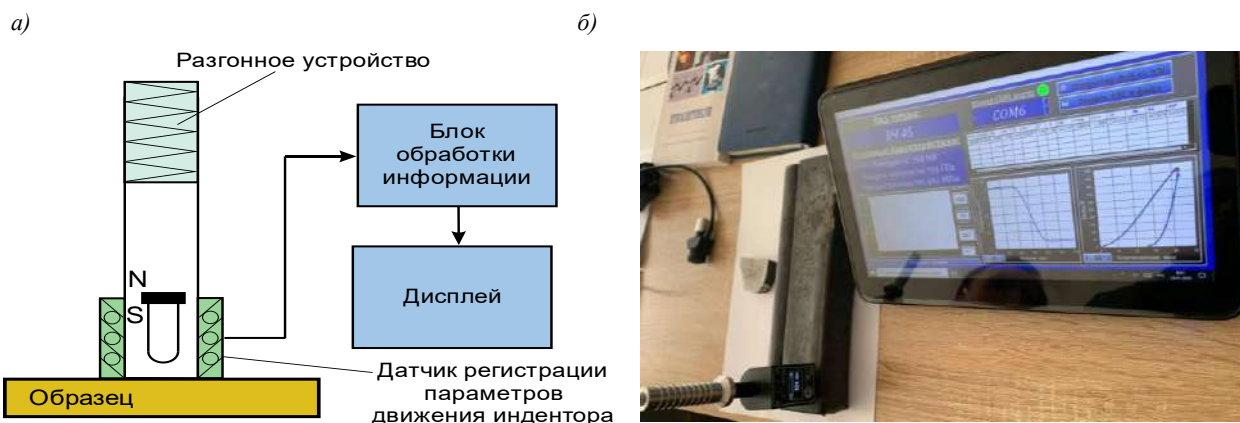


Рисунок 1 – Схема оборудования (а) и внешний вид прибора (б)

Экспериментальные исследования получения высокопрочного чугуна ВЧ50 проведены в шести вариантах. Первый и второй варианты – традиционная модификация в ковше магниевым ферросплавом (ФСМg5 – 2 %) либо с добавлением силикокальция (ФСМg5 – 2 % + СК30 – 0,5 %). Для улучшения эксплуатационных и механических свойств жидкий чугун дополнительно обрабатывали