

Особенности проектирования и испытаний тормозных систем грузовых вагонов, разработанных по требованиям TSI. Часть 1

К.В. Башкиров,
директор дирекции проектирования сцепных устройств и тормозных систем ООО «Всесоюзный научно-исследовательский центр транспортных технологий» (ВНИЦТТ)

Д.В. Шевченко,
к.т.н., MBA, директор научно-исследовательской дирекции ВНИЦТТ

А.Л. Ковязин,
руководитель отдела проектирования тормозных систем ВНИЦТТ

К.Н. Болотов,
ведущий инженер-конструктор отдела проектирования тормозных систем ВНИЦТТ

Для обеспечения отечественного железнодорожного транспорта более современным подвижным составом и освоения новых рынков сбыта вагоностроительные предприятия реализуют комплекс мероприятий по диверсификации своего производства [1]. Зарубежный рынок становится все более привлекательным для реализации продукции, что связано со стимулирующими мерами поддержки Министерства промышленности и торговли РФ в рамках национального проекта «Международная кооперация и экспорт» [2], а также сложившейся конъюнктурой, вызванной курсом валют. К экспортируемому подвижному составу и отдельным его элементам предъявляются дополнительные требования, зачастую несвойственные для моделей, серийно изготавливаемых на российских предприятиях. Специалистами ВНИЦТТ была разработана тормозная система грузовых вагонов, соответствующая стандартам Евросоюза.

Применение европейских стандартов

В 2017 году ПАО «НПК ОВК» (ОВК) приступило к реализации экспортного контракта на поставку грузовых вагонов немецкому национальному перевозчику Deutsche Bahn. Для выполнения заказа специалисты ВНИЦТТ (входит в ОВК)

разработали конструкцию сочлененной платформы для перевозки контейнеров и съемных кузовов типа Sggrs 80' и Sggrs(s) 80', которая удовлетворяет всем нормативам ЕС и при этом адаптирована для производства на российском предприятии



Рис. 1. Вагон-платформа типа Sggrs

(подробнее в статье «Сочлененные вагоны-платформы длиной 80 футов: особенности проектирования по нормативам Евросоюза» № 4 (56) ноябрь 2021 «Техника железных дорог»). Грузовой вагон типа Sggrs (рис. 1) представляет собой сочлененное транспортное средство, которое состоит из двух полурам (А и Б), установленных на три ходовые части – тележки типа Y-25 с осевой нагрузкой 22,5 тс. Вагон оснащен автоматическим пневматическим тормозом, имеющим индивидуальный привод на каждую тележку.

В данной статье рассматриваются стандарты, применяемые к пневматическим тормозным системам грузовых вагонов на территории Евросоюза, особенности их проектирования и испытаний на примере платформы Sggrs, предназначенной для эксплуатации на железных дорогах с шириной колеи 1435 мм.

В странах Западной Европы требования к тормозным системам грузовых вагонов преимущественно регламентированы стандартами Международного союза железных дорог (UIC), ISO, EN, DIN, EN. Обязательные требования к показателям безопасности тормозных систем установлены сборником спецификаций технической совместимости Technical Specification for Interoperability (TSI) [3].

Проектирование тормозной системы

Проектирование тормозной системы вагона начинается с анализа требований заказчика. Зачастую им уже определен тип необходимого тормоза, режим движения вагона, перечень и производитель основных компонентов тормозной системы. Также необходимо учитывать, что у крупных операторов грузовых вагонов имеются свои дополнительные комплексы стандартов и указаний по проектированию, включая ограничительные перечни допущенных к применению узлов и компонентов.

На следующем этапе разрабатывается пневматическая схема тормозной системы и выполняется предварительный расчет эффективности в соответствии с требованиями стандарта UIC 544-1 [4]. В большинстве

TSI устанавливает следующие показатели безопасности для тормозных систем вагонов:

- максимальный и минимальный тормозной путь;
- максимальный и минимальный тормозной коэффициент Лямбда (λ);
- максимальное и минимальное замедление.

Диапазоны допустимых параметров варьируются в зависимости:

- от установленного скоростного режима движения вагона, всего их два: S-режим (максимально допустимая скорость движения груженого вагона – 100 км/ч) и SS-режим (120 км/ч);
- от загрузки вагона (порожний, груженный, с частичной загрузкой);
- от типа режима торможения в зависимости от фактической загрузки вагона (наличие ручного переключателя режимов порожний-груженный или редукционного клапана загрузки).

По сравнению с требованиями российских нормативных документов указанные стандарты дополнительно устанавливают такие показатели, как минимальный тормозной путь, тормозной коэффициент Лямбда, величина замедления при выполнении торможения, а также скоростной режим движения вагона.

“ В странах Западной Европы требования к тормозным системам грузовых вагонов регламентированы стандартами UIC, ISO, EN, DIN, EN.

случаев эти работы выполняет поставщик компонентов тормозной системы в рамках подготовки технико-коммерческого предложения, которое формируется на основании заполненного потребителем опросного листа с указанием необходимых технических требований к тормозной системе, сроков поставки компонентов, а также будущего собственника и эксплуатирующей организации проектируемого вагона.

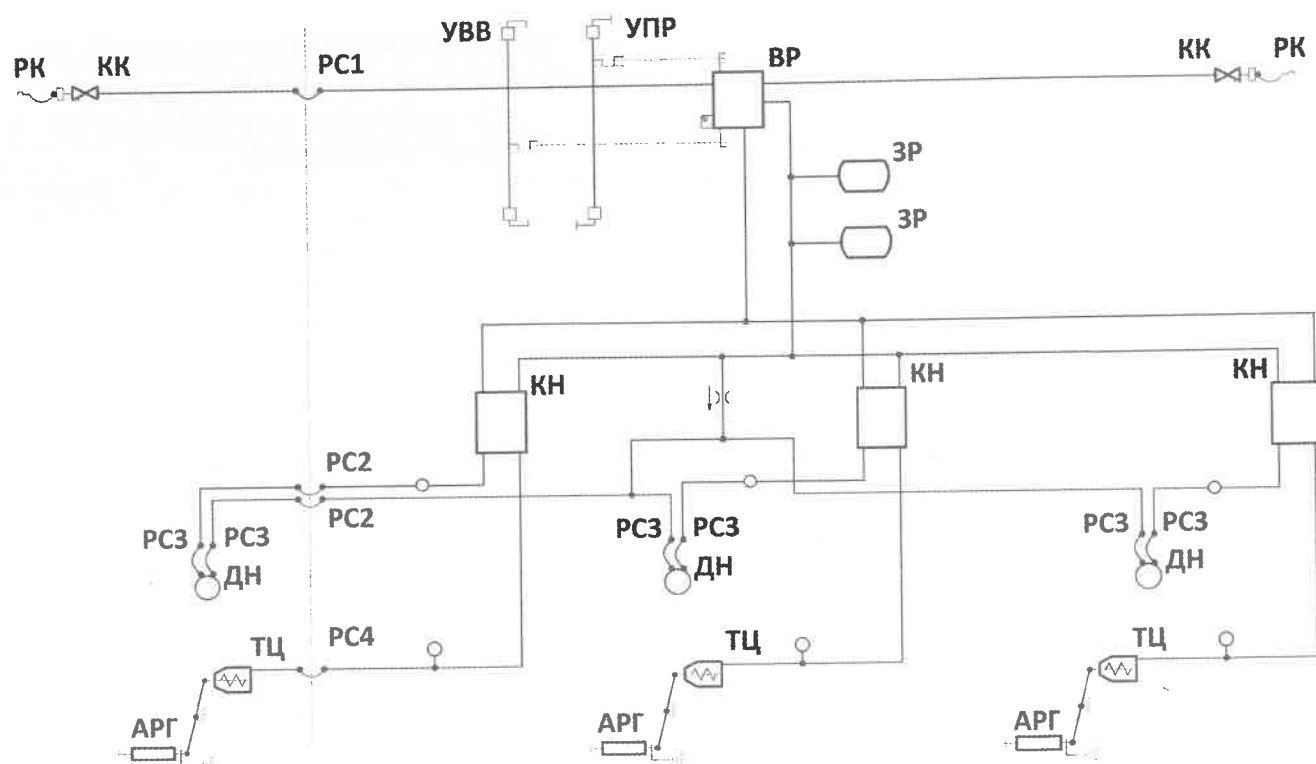


Рис. 2. Пневматическая схема тормозной системы вагона Sggrs, где: АРГ – авторегулятор; ВР – воздухораспределитель; ДН – датчик нагрузки; ЗР – запасной резервуар; КК – кран концевой; КН – клапан нагрузки; РК – рукав соединительный; ТЦ – тормозной цилиндр; УВВ – устройство включения/выключения воздухораспределителя; УПР – устройство переключения режимов грузовой/пассажирский

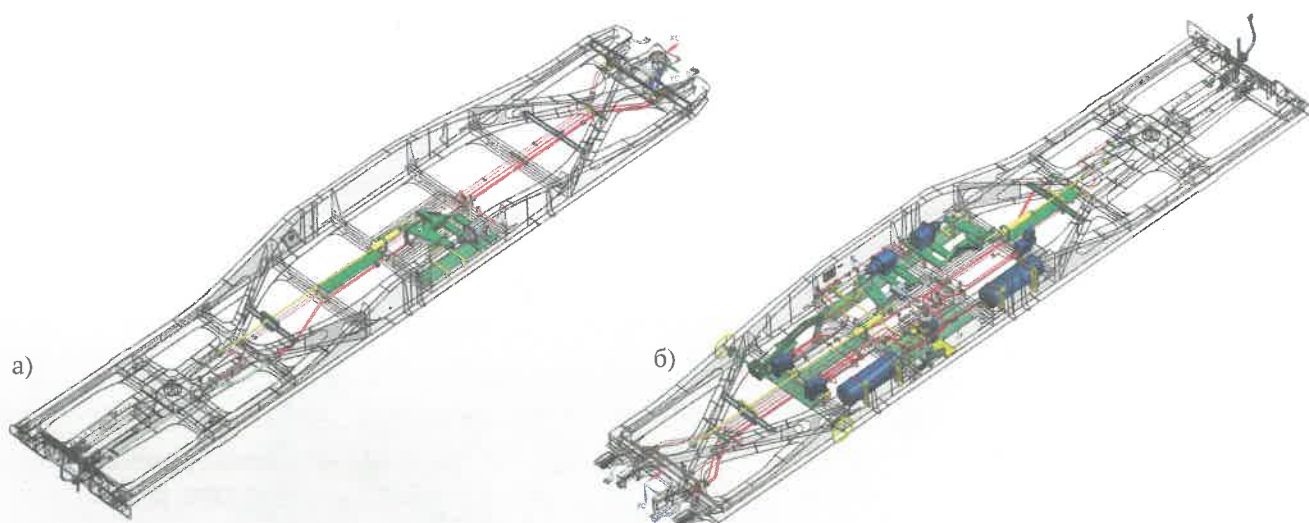


Рис. 3. Компоновка элементов тормозной системы: а) на полураме А; б) на полураме Б

На пневматической схеме указываются основные компоненты тормозной системы в виде условных графических изображений с указанием взаимосвязи между ними. Пневматическая схема тормозной системы вагона Sggrs приведена на рисунке 2.

Далее разработчик компоует пневматическое тормозное оборудование на вагоне,

а также проектирует механическую часть тормоза и стояночный тормоз. Необходимость разработки эскизного технического проекта определяется сложностью тормозной системы и вагона в целом, а также требованиями контракта на разработку. Пример компоновки элементов тормозной системы на полурамах А и Б вагона типа Sggrs приведен на рисунке 3.

Отличия конструкции тормозного оборудования

На основании результатов проведенных конкурсных процедур при разработке тормозной системы вагона Sggrs было применено тормозное оборудование компании Knorr-Bremse, которое имеет ряд особенностей по сравнению с узлами тормозных систем типовых грузовых вагонов колеи 1520. Так, воздухораспределитель типа KE (рис. 4а) оснащается релейным клапаном, обеспечивающим стабильное время торможения и отпуска вне зависимости от объема тормозных цилиндров. Прибор обеспечивает скорость распространения тормозной волны в поезде 285 м/с и срабатывает на торможение при снижении давления в магистральном трубопроводе. В то же время воздухораспределитель обеспечивает отсутствие срабатывания тормоза при незначительном снижении давления в магистральном трубопроводе, например, как при незначительной утечке. Воздухораспределитель снабжен ограничителем максимального давления, подаваемого в тормозные цилиндры.

Устройство включения/выключения воздухораспределителя (рис. 4б) отвечает требованиям UIC 543 [5] и обеспечивает управление прибором с обеих сторон вагона – на каждой имеется рукоятка и идентификационные знаки. Вал механизма соединен с соответствующей рукояткой воздухораспределителя посредством рычажного привода.

Устройство переключения режимов грузовой/пассажирский (рис. 4г) соответствует требованиям UIC 543 и предназначено для смены режимов воздухораспределителя для движения вагона как в грузовых, так и в пассажирских поездах. Устройство дает возможность переключать режимы с обеих сторон вагона, имеет эргономичные рукоятки управления и идентификационные надписи. Зубчатый механизм устройства обеспечивает движение рукояток в одном направлении. Вал механизма соединен с соответствующей рукояткой воздухораспределителя посредством рычажного привода.

Взвешивающий клапан (рис. 4д) предназначен для создания и изменения управляющего давления в тормозной системе пропорционально нагрузке, приходящейся на

клапаны от фактической загрузки вагона, соответствует требованиям UIC 541-04 [6] и EN 15625 [7] и устанавливается в пружину буксового подвешивания тележки.

Клапан нагрузки (рис. 4в), отвечающий требованиям UIC 541-04 и EN 15624 [8], служит для непрерывного регулирования давления в тормозном цилиндре в соответствии с загрузкой вагона. Характеристика клапана подбирается индивидуально для каждого вагона в зависимости от параметров тормозной системы (передаточное отношение, тип тормозных колодок и т.д.).

По сравнению с российскими нормативными документами стандарты ЕС устанавливают: минимальный тормозной путь, тормозной коэффициент Лямбда, величину замедления при выполнении торможения, скоростной режим.

Тормозной цилиндр (рис. 4е) оборудован подвижным штоком, который может поворачиваться на небольшой угол в любом направлении, что обеспечивает работоспособность цилиндра при боковых отклонениях штока при торможении.

Также необходимо отметить конструкцию привода стояночного тормоза. Управление ручным стояночным тормозом (рис. 4ж) обеспечивается с обеих сторон вагона. Привод состоит из конического редуктора, преобразующего вращение штурвалов во вращение ведущего вала, который представляет собой винт с трапецидальной резьбой и установленной на нем тяговой гайкой. Вращение винтовой пары преобразуется в поступательное движение тяговой гайки, которая приводит в действие тормозную рычажную передачу вагона. Основные компоненты и узлы тормозной системы приведены на рисунке 4.

По результатам разработки конструкции производится контроль соответствия всех узлов техническим условиям и нормативным требованиям – Design Review (согласование конструкции с заказчиком). Этот вид

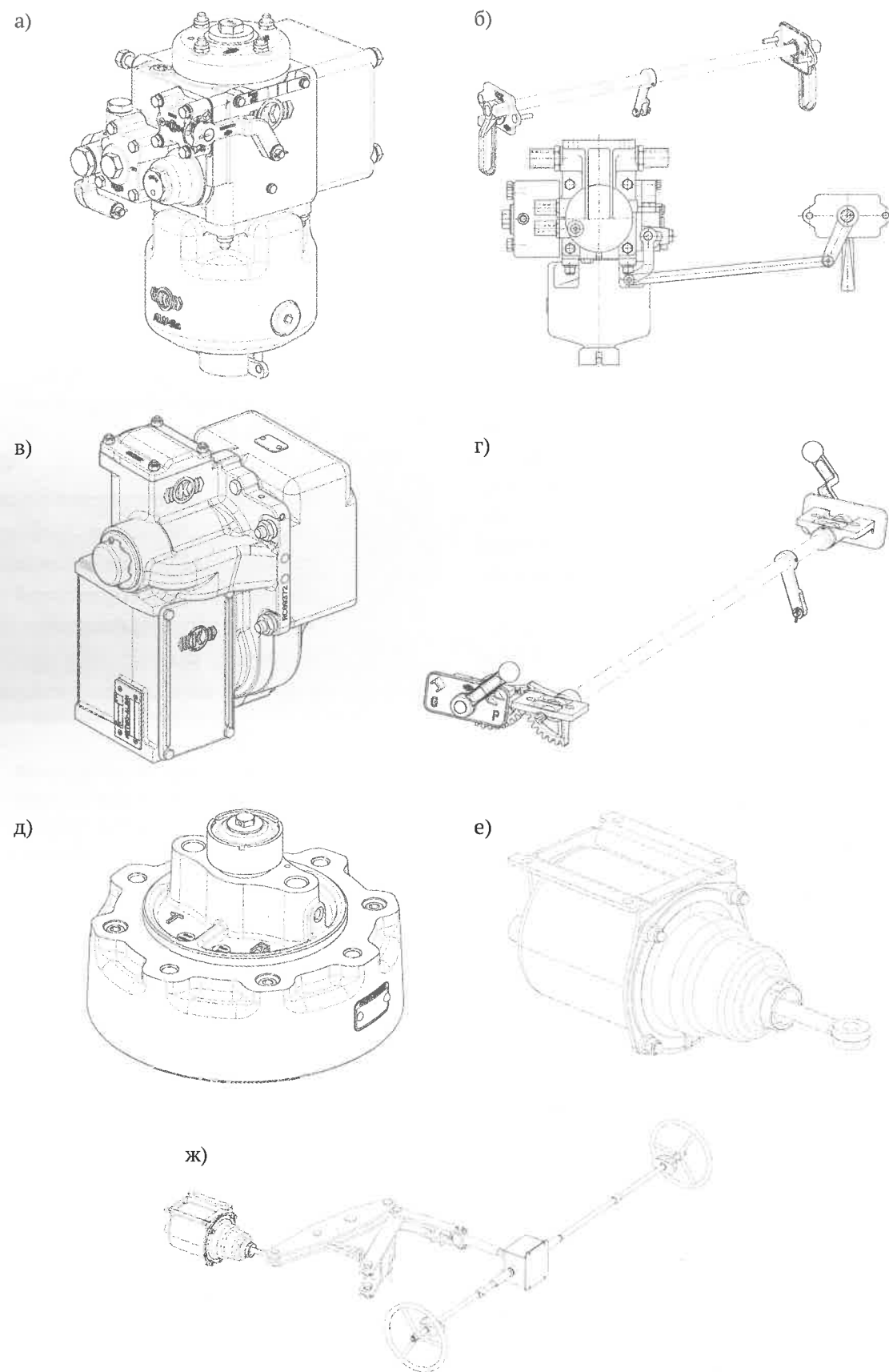


Рис. 4. Основные компоненты и узлы тормозной системы, где: а) воздухораспределитель КЕ; б) устройство включения-выключения воздухораспределителя; в) клапан на грузки; г) устройство переключения режимов грузовой/пассажирский; д) взвешивающий клапан; е) тормозной цилиндр; ж) привод стояночного тормоза

контроля выполняется на основе анализа сборочных чертежей основных компонентов и расчетов.

На следующем этапе проводится процедура The welded structure inspection (STBP) – проверка требований к основным материалам, сварным швам и сварочным материалам. Контролю подлежит полный комплект конструкторской документации. При этом данный вид контроля выполняется при каждом последующем изменении кон-

Заключение

На основании накопленного опыта ВНИЦТТ в части разработки грузовых вагонов по нормативам Евросоюза в статье описаны основные процессы проектирования тормозных систем для платформы сочлененного типа Sggrs, предназначенной для эксплуатации на железных дорогах с шириной колеи 1435 мм. Подробно были рассмотрены особенности применения европейских стандартов и отличия тормозного оборудования по сравнению с узлами тор-

“ Предварительный расчет эффективности тормозной системы выполняется в соответствии с требованиями стандарта UIC 544-1.

струкции, прямо или косвенно затрагивающим сварку или материалы, в том числе изменение геометрии деталей и сварных швов, марки материала детали и прочее [10].

мозных систем типовых грузовых вагонов колеи 1520.

Показатели расчетных исследований прочности кронштейнов тормозного оборудования и эффективности тормоза, этапы изготовления опытного образца системы, а также результаты проведенных испытаний, в том числе стационарных и ходовых, будут представлены во второй части статьи в следующем номере журнала «Техника железных дорог».

Список использованной литературы:

1. Снижение спроса на полувагоны: ответ вагоностроителей [Электронный ресурс] // URL: <http://www.ipem.ru/news/publications/2104.html> (дата обращения 15.12.2021).
2. Развитие международной кооперации экспорта [Электронный ресурс] // URL: <https://minpromtorg.gov.ru/projects/international/export-support/> (дата обращения 15.12.2021).
3. Technical Specification for Interoperability (TSI – свод нормативных документов, обеспечивающих технические характеристики эксплуатационной совместимости) текст, предусмотренный в Европейской директиве 2016/797, принятой Европейским парламентом и Советом Европейского Союза по интероперабельности европейской железнодорожной системы в соответствии с обычной законодательной процедурой.
4. UIC 544-1:2014 Brakes – Braking Performance.
5. UIC 543:2018 Brake – Regulations governing the equipment of trailing stock.
6. UIC 541-04:2014 Brakes – Regulations concerning the manufacture of brake components. Self-adjusting load-proportional braking system and automatic “empty-loaded” control device.
7. EN 15625:2008+A1:2010 Railway applications – Braking – Automatic variable load sensing devices.
8. EN 15624:2008 Railway applications – Braking – Empty-loaded changeover devices.
9. BSEN12663-2:2010 - Railway applications – Structural requirements of railway flat car bodies, Part 2: Freight flat cars, European Standard.
10. Кононенко А.С., Шевченко Д.В., Брусенцов С.А. // Сочлененные вагоны-платформы длиной 80 футов: особенности проектирования по нормам Евросоюза // Техника железных дорог. 2021. № 4 (56). С. 50 – 57. ®