

*Дмитрий Дмитриев  
Николай Валигура*

## СРАВНИТЕЛЬНЫЕ СТЕНДОВЫЕ ИСПЫТАНИЯ ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЕЙ: 242, 292 и KEs

*Представлены основные результаты испытаний, проведенных по единой методике и в одинаковых условиях для трех разнотипных конструкций воздухораспределителей железнодорожного пневмотормоза. При этом воздухораспределитель 242 исследован впервые в Украине. Статья адресована, в первую очередь, специалистам в области ж.-д. тормозостроения, а также всем, причастным к эксплуатации пассажирских ж.-д. автотормозов.*

*Подано основні результати випробувань, які було проведено за єдиною методикою та в однакових умовах щодо трьох різнотипних конструкцій повітророзподільників залізничного пневмогальма. При цьому повітророзподільник 242 було досліджено вперше в Україні. Стаття адресована, в першу чергу, фахівцям у галузі залізничного гальмобудування, а також усім, хто причетний до експлуатації пасажирських залізничних автогальм.*

*The main results of the tests based on common methodology and in equal terms are presented, for three different types of air-distributors of railway air-brakes. An air-distributor apparatus type 242 was investigated first in Ukraine. The article is addressed, foremost, to the builders of railway brakes, and also all, who participates in exploitation of passenger railway automatic brakes.*

**Ключевые слова:** железнодорожные тормоза, воздухораспределитель, испытательный стенд, технические измерения.

### **Постановка проблемы**

В связи с разработкой ОАО «МТЗ-Трансмаш» (Российская Федерация) воздухораспределителя (ВР) номер 242 пассажирского типа прекращен выпуск ВР прежней конструкции – номер 292. Таким образом, до момента переоборудования ВР новой конструкции всего пассажирского подвижного состава железных дорог бывшего СССР (что, вероятно, займет несколько десятилетий) в эксплуатации в составе пассажирских поездов одновременно будут находиться и приборы 292, и приборы 242, а в поездах международного сообщения – еще и приборы системы KEs (Knorr Bremze, Германия). На ж. д. бывшего СССР накоплен опыт эксплуатации приборов «клапанно-золотниковой» конструкции (типична для ВР пассажирского и грузового типа разработки МТЗ более полувека тому назад) и «клапанно-диафрагменной» конструкции (характерна для ВР всех типов разработки МТЗ последней четверти XX века, а также – системы KEs). ВР номер 242 относится к конструкциям «клапанно-поршневого» типа. Указанные обстоятельства диктуют необходимость исследований совместной эксплуатации названных тормозных приборов, тем более, что свойства ВР новой конструкции до сих пор мало изучены.

© Дмитриев Д. В., Валигура Н. А., 2012

---

---

### **Анализ публикаций о ВР 242**

Из материалов «МТЗ-Трансмаш» известно, что опытная эксплуатация нескольких десятков ВР 242 на сети РЖД началась в 2005 г. Вместе с тем, поиск публикаций о результатах испытаний ВР 242 как в профессиональных журналах, так и в соответствующих сборниках научных трудов за период 2005-2012 годов практически ничего не дал. Были найдены лишь: описание принципа действия ВР 242 в учебном пособии [1]; статья обобщительного характера [2] и изложение руководства по эксплуатации этого прибора [3].

### **Цель статьи**

Данная статья открывает серию публикаций, посвященных авторским научным исследованиям свойств ВР 242, и имеет своей целью донести до заинтересованных практиков и научной общественности основные результаты, полученные в ходе выполнения стендовых испытаний приборов 242, 292 и КЕс.

### **Общий порядок испытаний и аппаратура**

Испытания выполнены в лаборатории тормозов ГЭТУТ с одинаковыми условиями их проведения для всех исследованных ВР на авторских стендах [4]. В качестве объектов испытаний были приняты: ВР 292 1985 года выпуска (объект № 1); три ВР 242 2011 г. в. (объекты № 2-4) и ВР системы КЕс 1984 г. в. укомплектованный главной частью КЕ0с, реле давления Du2,1/1,7, ускорителем экстренного торможения ЕВ3 и питательным клапаном RF-2 (объект № 5).

Общий ход одного цикла испытаний был таким: полная зарядка тормоза, первая ступень торможения, отпуск, полное служебное торможение, отпуск, экстренное торможение с полной разрядкой тормозной магистрали. Указанные циклы исследованы для двух величин зарядных давлений: 5,4 атм (случай расположения ВР на головном вагоне состава) и 4,8 атм (случай расположения ВР на хвостовом вагоне состава двоярного поезда). В опытах с зарядным давлением 5,4 атм ВР разработки МТЗ включались на режим «короткосоставный поезд» («К»), а при 4,8 атм – на режим «длинносоставный поезд» («Д»). ВР системы КЕс в ходе данных испытаний исследовался при зарядном давлении 5,0 атм на режиме «пассажирский». Выходы штоков тормозных цилиндров (ТЦ) на стендах были ограничены контрфорсами и составляли: 160 мм – при испытаниях ВР разработки МТЗ и соответствовали 115 мм для обоих ТЦ диаметром 18 дюймов – при испытаниях ВР системы КЕс (фактически использовался один ТЦ стенда, который был дополнен глухим резервуаром так, чтобы общий их объем составлял 38 л).

Управление каждым задействованным в испытаниях стендом осуществлялось по показаниям образцового манометра класса точности 0,4, устанавливаемого на трубопроводе уравнительного резервуара поездного крана машиниста. Для параллельного измерения и регистрации осциллограмм изменения давлений сжатого воздуха во всех рабочих объемах стендов использовалась портативная 8-канальная аналого-цифровая аппаратура, обладающая разрешающей способностью: для давления – 0,01 атм, для времени 0,1 – мс.

### **Зарядка тормоза**

При зарядном давлении 5,4 атм зарядка ЗР с помощью ВР 292 завершается за 160 с достигая давления 5,28 атм, а с помощью ВР 242, в среднем, – за 170 с и давлением 5,37 атм. То же при зарядном давлении 4,8 атм происходит до достижения практически одинакового давления в ЗР равного 4,65 атм у обоих типов ВР разработки МТЗ за время: для ВР 292 – 157 с; для ВР 242 – 163 с. Таким образом, очевидно, что ВР 242, в отличие от ВР 292, не обладает свойством выравнивания скорости зарядки тормоза по длине состава поезда. Кроме того, ВР 292 несколько лучше «выравнивает» величину зарядного давления в ЗР по длине состава поезда, чем ВР 242.

В ряде опытов по зарядке ЗР под управлением ВР 242 в момент начала подачи сжатого воздуха внутри этого ВР кратковременно возникал достаточно громкий прерывистый звук, напоминающий храп лошади. Указанной особенностью обладали два из трех объектов испытаний. При этом данные объекты испытаний по отношению к третьему одно-

---

---

типному отличались в ходе испытаний экстремальными свойствами: один всегда срабатывал быстрее остальных, а другой – медленнее. Слесари-автоматчики вагонных депо ошибочно расценивают этот звук как признак имеющейся неисправности ВР 242. Вероятной причиной возникновения данного звука является конструкция магистрального поршня. В отличие от ВР 292, у которых магистральный поршень представлял собой отдельную деталь, у ВР 242 магистральный поршень соединен со своим хвостовиком пружиной. В результате у ВР 242 возникает механическая колебательная система в виде подпружиненного груза, собственные колебания которой возбуждает импульсное воздействие от подаваемого в прибор сжатого воздуха. Названная пружина (деталь 170.02.17) имеет паспортную жесткость 150 кГ/м. Главный поршень (деталь 242.032), с установленными на нем манжетой (деталь 292М.202) и кольцом (деталь 292М.205), весит 0,361 кг. Значит квадрат круговой частоты собственных колебаний указанного поршня на упомянутой пружине составит  $150 \times 9,81 / 0,361 = 4076 \text{ с}^{-2}$ , что соответствует линейной частоте около 10 Гц. Люди не воспринимают слухом столь низкую частоту, поэтому слышен не гул, а дребезг. Продолжительность зарядки пневмотормоза под управлением ВР системы КЕs существенно дольше, чем – ВР разработки МТЗ. Длительность полной зарядки типового запасного резервуара (ЗР) объемом 78 л для ВР 242 и 292 составляла до 3-х минут, а для ВР системы КЕs, имеющего основной ЗР объемом 150 л и дополнительный ЗР объемом 250 л, – до 15-ти минут при зарядном давлении 5,0 атм. Таким образом, при одновременном нахождении в составе одного поезда всех исследованных типов ВР прибор системы КЕs является лимитирующим и увеличивает в эксплуатации требуемое время на зарядку автотормоза перед отправлением поезда.

#### **Подзарядка тормоза**

При отпуске после выполнения ступени торможения, а также после выполнения полного служебного торможения (ПСТ) ВР 292 во всех выполненных опытах отличался ускоренным восстановлением зарядного давления в ЗР, по сравнению с ВР 242. Большее быстроедействие подзарядки ЗР под управлением ВР 292, чем под управлением ВР 242, характерно для обоих режимов включения этих ВР – и «К», и «Д». При этом полную способность к следующему торможению исследованный экземпляр ВР 292 восстанавливал быстрее, чем все исследованные экземпляры ВР 242 в среднем: на 5 с – после ступени торможения и на 10 с – после ПСТ.

Время восстановления зарядного давления в ЗР для исследованного экземпляра ВР системы КЕs после ступени торможения соответствовало аналогичному времени для ВР 292, а после ПСТ – времени, полученному для ВР 242. Таким образом, ВР системы КЕs по описываемому свойству значительно более близок к ВР разработки МТЗ.

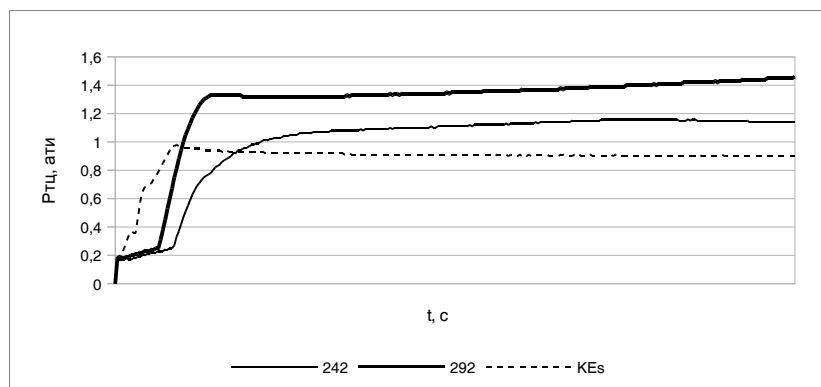
#### **Первая ступень торможения**

В ходе испытаний ВР 242 был выявлен один прибор из трех, отличающийся заметно худшими свойствами при первой ступени торможения, чем исследованный экземпляр ВР 292. Так при ступени торможения 0,5 атм давление в тормозном цилиндре (ТЦ) под управлением ВР 292 составляло около 1,5 атм, причем наполнение ТЦ до давления 0,5 атм происходило на режиме «К» в среднем за 2,25 с, а на режиме «Д» – за 2,75 с. В тех же условиях худший экземпляр ВР 242 показывал результаты: давление в ТЦ 1,1 атм, при наполнении ТЦ до 0,5 атм за 3,1 с на режиме включения «К» и за 5,1 с на режиме «Д». Лучший из исследованных экземпляров ВР 242 также проигрывал по данному свойству ВР 292, показывая в тех же условиях результаты в среднем: на режиме «К» – наибольшее давление в ТЦ 1,4 атм при времени наполнения до 0,5 атм за 2,5 с, а на режиме «Д» – наибольшее давление в ТЦ 1,2 атм при времени наполнения до 0,5 атм за 5 с.

ВР системы КЕs отличался наивысшим быстроедействием и давал наполнение ТЦ до 0,5 атм строго за 1 с. Вместе с тем, поскольку первая ступень торможения предназначена в основном для приведения тормоза в действие, без существенного тормозного эффекта, то уровень продольных ускорений в поезде, имеющем в своем составе одновременно все рассматриваемые ВР, не следует ожидать заметно влияющим на комфорт пассажиров даже при выявленной двух-трех кратной разнице в быстроедействии ВР системы КЕs и ВР

---

разработки МТЗ. На рис. 1 показаны характерные опытные осциллограммы рассматриваемого процесса. Здесь приборы разработки МТЗ исследовались на режиме «К», а ВР системы КЕс – на режиме «П». Степень торможения составляла 0,5 атм.



**Рис.1. Осциллограммы (длительностью 30 с) давления в ТЦ при первой ступени торможения**

Из рис. 1 видно, что в равных условиях исследованный экземпляр ВР 242 повысил давление в ТЦ на величину примерно на 20 % меньшую, чем – ВР 292. При этом и ВР 292, и ВР 242 очень близки по своим свойствам в отношении дополнительной разрядки ТМ в начальный момент торможения. В то же время, на приведенной осциллограмме видно образование пневморезервуара на пути сжатого воздуха внутри ВР 242 при наполнении ТЦ. На начальном участке осциллограммы для ВР системы КЕс хорошо заметно характерное действие клапана дополнительной разрядки (до давления в ТЦ 0,37 атм) и – клапана скачка (в области давления 0,7 атм). Таким образом, исследованные ВР обладают существенными отличиями действия при регулировочном торможении.

#### **Отпуск после первой ступени торможения**

Время снижения давления в ТЦ с 0,5 до 0,05 атм после ступени торможения составило для ВР 242 (292) в среднем: на режиме «К» – 17,57 (21,87) с; на режиме «Д» – 17,45 (37,85) с. Время отпуска ВР 242 после первой ступени торможения практически не зависит ни от зарядного давления в тормозной магистрали, ни от режима включения ВР и заметно меньше времени отпуска ВР 292.

В аналогичных условиях исследованный экземпляр ВР системы КЕс также отличался наивысшим быстродействием и давал стабильное время отпуска около 10,8 с. Как и в случае первой ступени торможения, не смотря на существенно большее быстродействие ВР системы КЕс, при рассмотренном режиме отпуска не следует ожидать значительных продольных реакций в поезде, имеющем в своем составе все исследуемые типы ВР одновременно.

#### **Полное служебное торможение в один прием**

При ПСТ под управлением ВР 292 (242) было зарегистрировано наполнение ТЦ до давления 3,5 атм в среднем за: 6,77 (7,46) с – на режиме «К» и 12,73 (19,89) с – на режиме «Д».

При ПСТ под управлением ВР системы КЕс максимальное давление в ТЦ устанавливалось в среднем за 7,6 с, что очень близко к аналогичному параметру, полученному для ВР 242 на режиме «К». При необходимости, степень влияния разного быстродействия ВР разработки МТЗ при режиме включения «Д» и ВР системы КЕс на уровень продольных ускорений поезда должна исследоваться в ходе натурных испытаний.

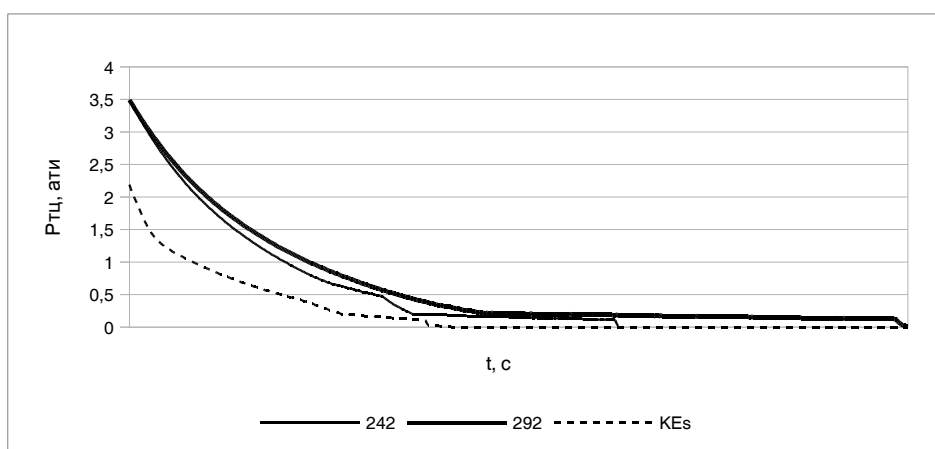
#### **Отпуск после полного служебного торможения**

Время снижения давления в ТЦ с 3,5 до 0,05 атм после ПСТ составило для ВР 242 (292) в среднем: на режиме «К» – 29,18 (33,49) с; на режиме «Д» – 37,89 (59,43) с. Таким

образом, ВР новой конструкции разработки МТЗ обладает весьма ценным свойством облегченного отпуска в сравнении с ВР прежней конструкции. Однако, для ВР разработки МТЗ зарегистрированное время отпуска превышает нормативное время отпуска после экстренного торможения, установленного в украинской Инструкции по ремонту тормозного оборудования вагонов (ЦВ-ЦЛ-0013).

Исследованный экземпляр ВР системы КЕс и в рассматриваемом виде испытаний отличался наивысшим быстродействием, показав среднее время отпуска 23,02 с. Таким образом, наименьшие продольные усилия после ПСТ будут иметь место в поезде, вагоны которого оборудованы ВР 242 и системы КЕс. Конкретный уровень этих ускорений может быть установлен в ходе натурных испытаний поезда.

В качестве конкретного примера на рис. 2 показаны опытные осциллограммы рассматриваемого процесса. Здесь данные для ВР разработки МТЗ были получены при зарядном давлении 4,8 атм и режиме включения «Д», а для ВР системы КЕс – при зарядном давлении 5,0 атм и режиме включения «П».



**Рис.2. Осциллограммы (длительностью 60 с) давления в ТЦ при отпуске после ПСТ**

В опытах, проиллюстрированных осциллограммами рис. 2, полный отпуск тормоза (до остаточного давления в ТЦ 0,05 атм) исследованные экземпляры ВР выполнили за: 242 – 37,8 с; 292 – 59,6 с и системы КЕс – 23,0 с. По рис. 2 видно, что ВР 242 обладает заметно лучшей способностью к отпуску тормоза по сравнению с ВР 292.

#### **Экстренное торможение**

Время наполнения ТЦ до давления 3,5 атм при ЭТ для ВР 242 и ВР 292 отличалось незначительно и составляло в среднем соответственно: на режиме «К» – 6,63 и 6,81 с; на режиме «Д» – 20,98 и 19,93 с. Таким образом, исследованные экземпляры ВР разработки МТЗ и новой, и прежней конструкции в части ЭТ обладают практически одинаковым быстродействием. При этом на режиме «Д» они показали быстродействие ниже регламентированного в Инструкции ЦВ-ЦЛ-0013.

При выполнении ЭТ для ВР системы КЕс было получено среднее время наполнения ТЦ до максимального давления за 4,95 с.

#### **Некоторые особенности конструкции ВР 242**

Новая разработка МТЗ – ВР 242 состоит из 60-ти деталей (не считая крепежных шпилек в комплекте с гайками и шайбами). ВР 292 состоит из 40 деталей. Таким образом, полная разборка-сборка ВР 242 займет больше времени, чем ВР 292. По сравнению с ВР 292 у ВР 242 конструкция имеет модульный тип, который изобилует болтовыми соединениями, делающими ее уязвимой к вмешательству. Например, у ВР 242 узел переключателя режимов удерживается двумя гайками; ускоритель экстренного торможения – двумя

---

болтами; крышка магистральной камеры – тремя болтами. Все три перечисленные элемента конструкции могут быть демонтированы без повреждения заводских пломб.

Как потенциальная проблема для назначенного срока эксплуатации 20 лет видится наличие у ВР 242 двух оцинкованных пружин (деталь 242.005), установленных в полостях прибора, постоянно связанных с атмосферой. Эти пружины желательнее было изготовить из материала стойкого к коррозии.

#### **Выводы**

1. Наблюдаемые значения параметров рабочих процессов ВР 242 характеризовались изменчивостью для разных объектов испытаний. Разброс опытных данных для величин давления в ТЦ стенда доходил до 15 %. Возможно это связано с малой степенью приработки внутренних деталей исследуемых образцов ВР 242 из-за малого срока их эксплуатации. Важно подчеркнуть, что на всех регулировочных заглушках всех трех опытных ВР 242 были пломбы завода-изготовителя.

2. ВР 242, в отличие от ВР 292, не выполняют «выравнивание» времени зарядки тормоза для головных и хвостовых вагонов состава поезда.

3. У приборов разработки МТЗ восстановление зарядного давления в ЗР после регулировочного и полного служебного торможений происходит, соответственно, быстрее на 5...10 с для прежней конструкции (ВР 292), чем для новой (ВР 242). Эта особенность важна поскольку ВР разработки МТЗ применяются в автотормозе непрямодействующего типа.

4. При первой ступени торможения получены экспериментальные данные, которые свидетельствуют о меньшей эффективности автотормоза вагона, оборудованного ВР 242, по сравнению с ВР 292, что зависит от конкретного экземпляра воздухораспределителя.

5. Быстродействие при полном служебном торможении в один прием практически одинаковое у всех исследованных разновидностей ВР при эксплуатации в режиме короткосоставного поезда. На режиме включения «Д» все исследованные экземпляры ВР 242 примерно в полтора раза проигрывали ВР 292 по времени наполнения ТЦ.

6. Длительность рабочих процессов при экстренном торможении отличается для всех подвергнутых испытаниям приборов незначительно.

7. ВР 242 обладают важным свойством облегченного отпуска. Это позволяет ожидать сокращения в эксплуатации дефектов колесных пар, возникающих из-за неотпуска тормоза, что характерно для вагонов, оборудованных ВР 292.

8. Все исследованные ВР разработки МТЗ (и прежней, и новой конструкции) уступают по быстродействию исследованному экземпляру ВР системы КЕс во всех рабочих процессах за исключением зарядки тормоза. При этом полученное в опытах отличие времени зарядки тормоза хорошо коррелируется с объемами ЗР: около 3-х минут для ВР разработки МТЗ при ЗР 78 л и около 15 минут для ВР системы КЕс при суммарном объеме ЗР 400 л.

9. Совместная эксплуатация трех разновидностей исследованных приборов в составе одного поезда возможна на условиях такой эксплуатации вагонов, оборудованных ВР 292 и ВР системы КЕс.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Расчет и проектирование пневматической и механической частей тормозов вагонов : [учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта] / [Анисимов П. С., Юдин В. А., Шамаков А. Н., Коржин С. Н.] ; под ред. П. С. Анисимова. – М.: Маршрут, 2005. – С. 71–76.

2. Козюлин Л. В. Новый пассажирский воздухораспределитель № 242 / Л.В.Козюлин // Локомотив. – 2007. – № 2. – С. 22, 23.

3. Шевченко К. В. Инновации в тормозостроении: воздухораспределитель № 242 / К.В.Шевченко, В.Г.Равлюк // Вагонный парк. – 2010. – № 10. – С. 52–54.

4. Дмитрієв Д. В. Комплект стендів для досліджень залізничних гальмових приладів та систем за допомогою портативної апаратури «АСТК» / Д.В.Дмитрієв, М. Я. Валігура // Зб. наук. праць ДЕГУТ, серія «Транспортні системи і технології». Вип. 16. – 2010. – С. 61–68.