

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДИНАМИКИ ТОРМОЖЕНИЯ ОДИНОЧНОГО ТРАКТОРА И ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА В АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ

Влияние дефектов систем и агрегатов транспортных средств на количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП) характеризуется следующими статистическими данными. В общем количестве случаев технических неисправностей транспортных средств, послуживших причиной дорожно-транспортных происшествий, принятом за 100 %, дефекты отдельных узлов и агрегатов транспортных средств составляют (%) [1]: тормозной системы – 47,1; рулевого управления – 16,4; шин – 13,9; приборов освещения – 7,4; ходовой части – 6,2; зеркал заднего вида, стеклоочистителей, стекла – 1,9.

Отсюда видно, что количество аварий, причиной которых была неисправность тормозной системы автомобиля или трактора, достаточно велико. По данным Всесоюзного научно-исследовательского института безопасности дорожного движения, неудовлетворительное состояние тормозной системы является причиной в среднем более половины всех ДТП, возникших из-за технических неисправностей и повреждений. В США около 15 % аварий со смертельным исходом произошли вследствие плохого состояния тормозной системы транспортных средств [2]. До 70 % всех несчастных случаев на тракторах происходит из-за бокового опрокидывания трактора, "складывания" тракторных поездов, происходящего из-за "набегания" прицепов, что в свою очередь является следствием недостаточной надежности и эффективности тормозной системы прицепов.

Одной из причин значительного числа ДТП из-за неисправностей тормозной системы являются отказы и повреждения элементов гидравлического и пневматического приводов тормозной системы автомобилей, тракторов и прицепного состава к ним. Практика показывает, что к числу таких неисправностей относятся повреждения трубопроводов, внезапный разрыв резиновых деталей (шлангов и диафрагм тормозных камер). Многочисленные вмятины, риски, потертости и другие подобные повреждения поверхности трубопроводов на шасси транспортных средств являются концентраторами местных напряжений и создают весьма благоприятные условия для образования и развития усталостных трещин под действием знакопеременных вибрационных нагрузок. В пневматическом приводе чрезвычайно опасен внезапный разрыв резиновых деталей, таких, как диафрагмы тормозных камер и тормозные шланги. Причиной разрыва может служить использование масла, попадающего на эти детали из компрессора, который имеет изношенную цилиндро-поршневую группу. В зимнее время на шлангах появляется ледяная корка, о которую трется колесо, вызывая повреждение шланга. Часто наблюдаются также повреждения тормозных шлангов и трубопроводов деталями подвески, колеса и т. д.

Были проведены дорожные испытания одиночного трактора К-701М и

двухзвенного тракторного поезда на его базе с имитацией повреждений в пневматическом приводе тормозной системы, целью которых являлось определение влияния различных неисправностей привода, их сочетания и места расположения на тормозную динамику одиночного трактора и двухзвенного тракторного поезда.

Трактор К-701М был оснащен рабочей и стояночной тормозными системами. В отличие от серийной модели (трактора К-701) рабочая тормозная система трактора К-701М имеет пневматический привод с двумя независимыми контурами, действующими на тормозные механизмы колес переднего и заднего мостов. Повреждения в приводе имитировались путем разгерметизации магистралей наполнения тормозных камер колес переднего и заднего мостов трактора и аналогичных магистралей пневматического привода тормозной системы прицепа.

Были исследованы следующие варианты (рис. 1): а) одиночный трактор — 1.2; 1.0 (ноль обозначает нетормозящую ось); 0.2; б) двухзвенный тракторный поезд — 1.2.3.4.5; 0.0.3.4.5; 1.2.0.0.0; 1.0.3.4.5; 0.2.3.4.5; 1.0.0.0.0 и 0.2.0.0.0.

Кроме того, при исследовании вариантов 1.0 и 0.2 одиночного трактора варьировалось место разгерметизации магистралей наполнения.

Проведенные дорожные испытания показали, что при повреждении магистралей наполнения тормозных камер колес переднего или заднего моста в зонах от тормозного крана 7 до тройника 15 и от воздухораспределительного клапана 13 до тройника 16 эффективность торможения одиночного трактора существенно снижается (рис. 2), что выражается в увеличении тормозного пути трактора на 70 и 100 % соответственно при начальной скорости торможения, равной 7,2 м/с, и снижении уровня установившегося замедления от 4,5 м/с² до 1,4...1,8 м/с².

Оценивая эффективность каждого из контуров рабочей тормозной системы, следует отметить, что при торможении одиночного трактора с неисправным передним контуром тормозной путь на 7...12 % превышает нормативные по ГОСТ 22895—77 значения для запасной тормозной системы, установившееся замедление меньше нормативного на 0,3...0,4 м/с². При торможении трактора с неисправным задним контуром тормозной путь и установившееся замедление еще значительно отличались от нормативных (линии 5 и 6, см. рис. 2). В обоих случаях трактор сохранял устойчивое прямолинейное движение до полной его остановки.

Экспериментально установлено влияние места расположения повреждения в магистрали наполнения тормозных камер на эффективность торможения трактора и его динамический коридор. Так, при повреждении магистрали в зоне от тройника 15 или 16 (см. рис. 1) до тормозных камер 14 и 17 (назовем его асимметричным) давление сжатого воздуха в ближней к месту разгерметизации тормозной камере было равно нулю, а в дальней — поднималось до некоторого максимального значения (рис. 3) с последующим снижением также до нуля. Причем максимальное значение давления сжатого воздуха в дальней тормозной камере непосредственно зависит от расстояния d (см. рис. 1) между тройником 15 или 16 и образовавшимся повреждением. С увеличением этого расстояния максимальное давление сжатого воздуха увеличивалось. При этом в тракторе затормаживались три колеса из четырех: два колеса исправ-

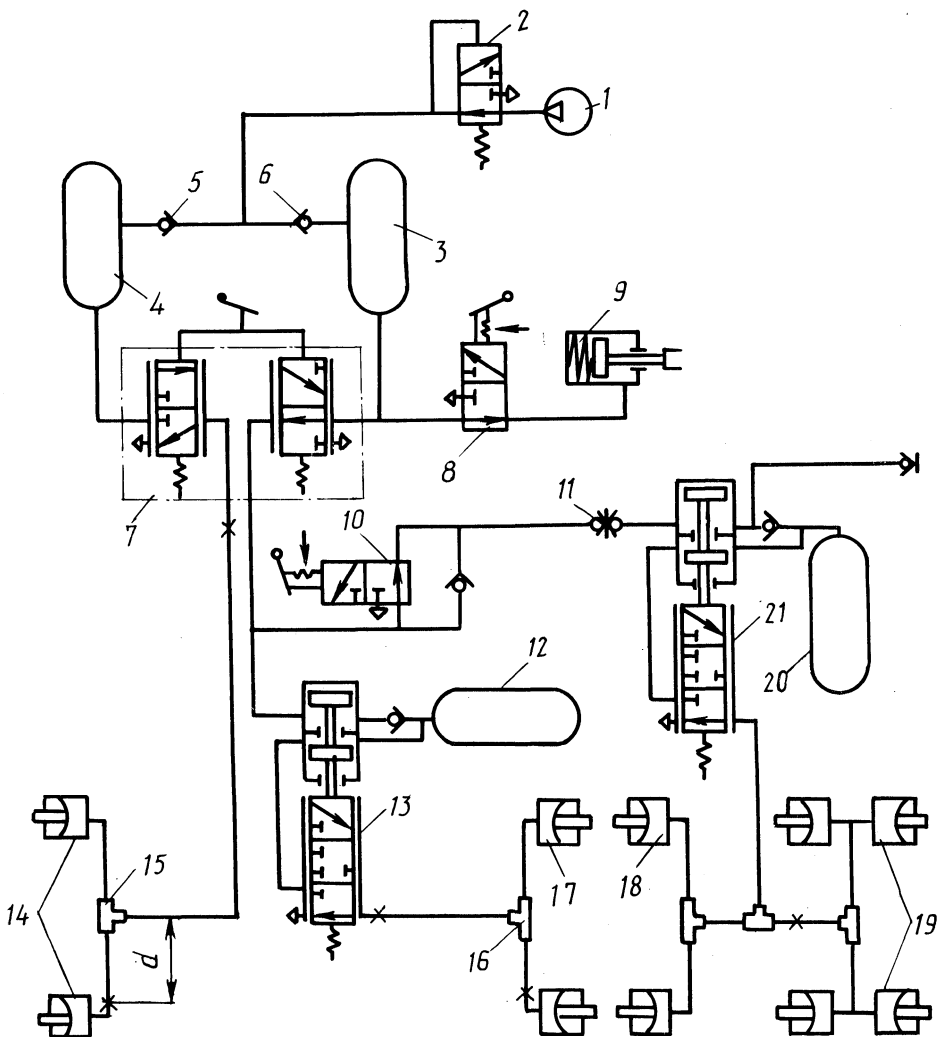


Рис. 1. Принципиальная схема пневматического привода тормозной системы трактора К-701 с прицепом ЗПТС-13:

1 – компрессор; 2 – регуляторы давления; 3, 4, 12 – ресиверы; 5, 6 – одинарные защитные клапаны; 7 – двухсекционный тормозной кран; 8 – кран управления стояночным тормозом; 9 – пружинный энергоаккумулятор; 10 – кран управления тормозами прицепа; 11 – соединительная головка; 13 – воздухораспределитель; 14, 17 – тормозные камеры колес переднего и заднего мостов трактора; 15, 16 – тройники; 18, 19 – тормозные камеры колес передней оси и задней тележки прицепа; 20 – ресивер прицепа; 21 – воздухораспределительный клапан прицепа; X – точки разгерметизации привода

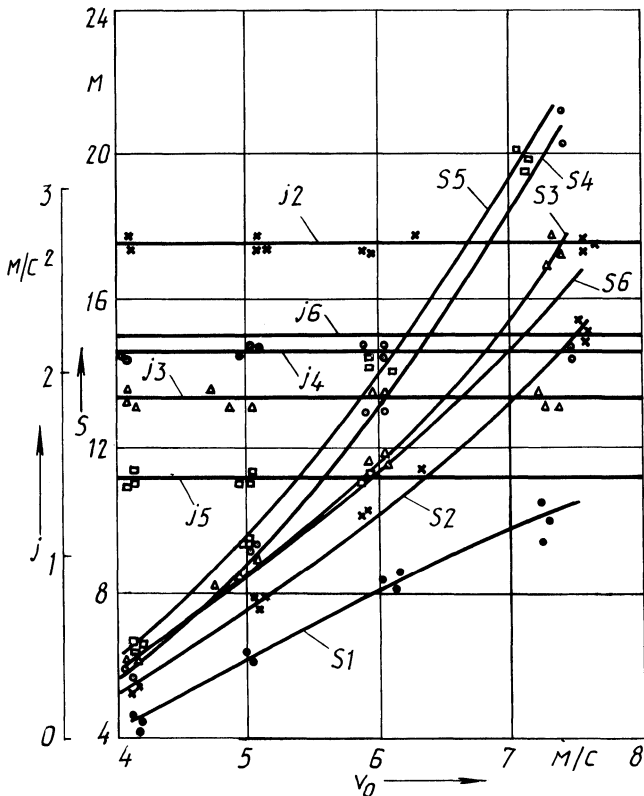


Рис. 2. Зависимость тормозного пути и установившегося замедления одиночного трактора от начальной скорости его торможения и варианта повреждения привода:

S_1 – вариант 1.1; S_2, S_3 – варианты 0.1 с асимметричным и симметричным расположением повреждения; S_4, S_5 – варианты 1.0 с асимметричным и симметричным расположением повреждения; S_6 – нормативная кривая для запасной тормозной системы по ГОСТ 22895–77

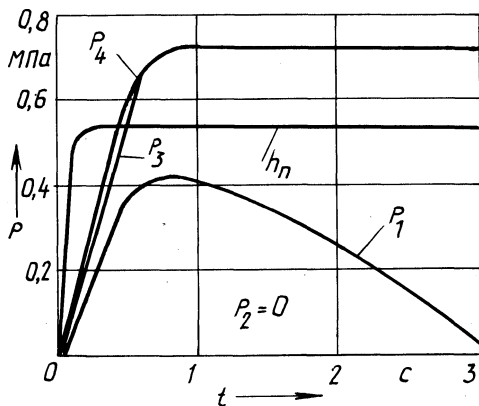


Рис. 3. Динамическая характеристика асимметрично поврежденного пневматического привода тормозной системы трактора:

$h_{п}$ – ход тормозной педали; p_1, p_2 – давление в дальней и ближней относительно повреждения тормозных камерах заднего контура; p_3, p_4 – давление в тормозных камерах исправного переднего контура

ного контура и одно – поврежденного, т. е. возникла бортовая неравномерность торможения трактора. Тормозной путь трактора при торможении с асимметричным повреждением магистрали наполнения тормозных камер (линии 2 и 4, см. рис. 2) был меньше, а установившееся замедление – больше, чем аналогичные значения (линии 3 и 5, см. рис. 2) в случаях торможения, описанных выше.

Однако с точки зрения сохранения курсовой устойчивости движения трактора торможение с асимметричным расположением повреждения в магистрали наполнения тормозных камер более опасно, так как из-за бортовой неравномерности торможения при больших начальных скоростях происходило нарушение прямолинейности движения трактора с отклонением от его начальной

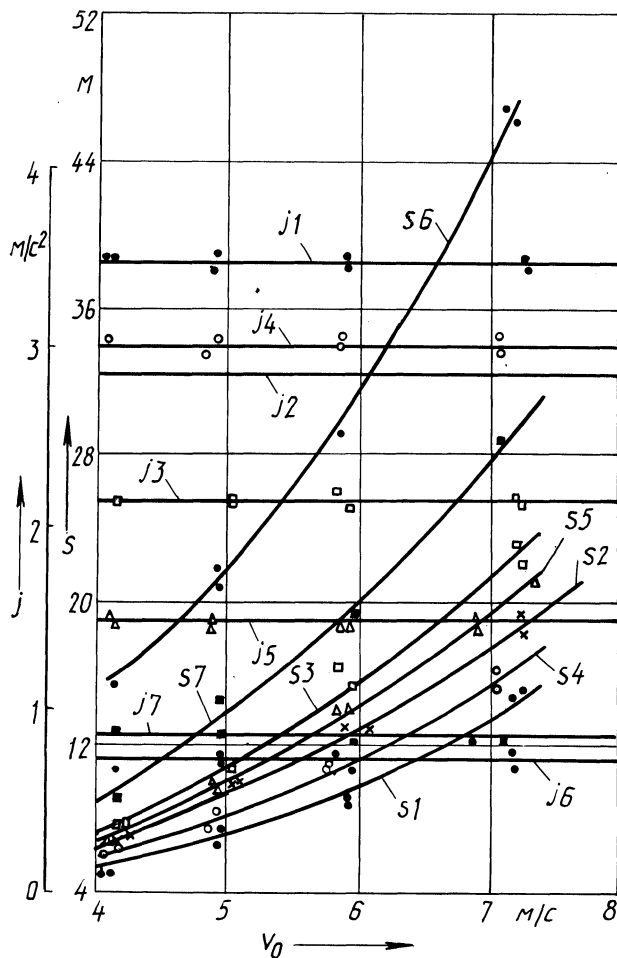


Рис. 4. Зависимость тормозного пути и установившегося замедления двухзвенного тракторного поезда от начальной скорости его торможения и варианта повреждения привода:

$S1$ – вариант 1.2.3.4.5; $S2$ – вариант 1.0.3.4.5; $S3$ – вариант 0.0.3.4.5; $S4$ – вариант 0.2.3.4.5; $S5$ – вариант 1.2.0.0.0; $S6$ – вариант 1.0.0.0.0; $S7$ – вариант 0.2.0.0.0

траектории до 0,5...0,8 м. Следует отметить, что при аварийном торможении двух- или трехзвенного тракторного поезда с асимметричным повреждением и магистрали наполнения тормозных камер трактора подобное отклонение будет значительно большим, что неизбежно приведет к "складыванию" звеньев поезда.

Снижение эффективности торможения двухзвенного тракторного поезда (трактор К-701М и прицеп ЗПТС-13) в зависимости от характера повреждений его пневматического привода тормозной системы наглядно отражают экспериментальные зависимости, приведенные на рис. 4. Кривые s отражают изменение тормозного пути в зависимости от начальной скорости торможения тракторного поезда с исправной тормозной системой. Кривые s_6 и s_7 были получены при торможении вариантов 1.0.0.0.0 и 0.2.0.0.0 соответственно. Чрезмерно высокий тормозной путь 28 и 46 м и недопустимо низкое установившееся замедление поезда в этих случаях объясняются низким уровнем удельной тормозной силы. Учитывая небольшую вероятность торможения тракторного поезда по вариантам 1.0.0.0.0 и 0.2.0.0.0 в реальных условиях эксплуатации, более подробно рассмотрим варианты 0.0.3.4.5 и 1.2.0.0.0 (кривые s_3 и s_5). Эти варианты незначительно отличаются тормозным путем и установившимся замедлением, но с точки зрения сохранения курсовой устойчивости они не равнозначны. Так, если при варианте 0.0.3.4.5 торможение поезда осуществляется тормозной системой прицепа и характеризуется наличием в сцепном устройстве растягивающих усилий, что способствует сохранению устойчивого прямолинейного движения до полной остановки поезда, то торможение поезда тормозной системой трактора при выходе из строя тормозов прицепа (вариант 1.2.0.0.0) приводит к образованию значительных сжимающих усилий в сцепном устройстве и к "складыванию" звеньев поезда.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования позволили количественно и качественно оценить влияние некоторых характерных повреждений пневматического привода тормозной системы одиночного трактора и двухзвенного тракторного поезда на динамику его торможения. При разработке принципиальных схем пневматических приводов тормозных систем перспективных моделей тракторов и прицепов учет влияния характерных повреждений пневматического привода, а также мест их образования в магистралях на динамику торможения позволит создавать пневматические приводы с высокой надежностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лукьянов В.В. Безопасность дорожного движения. — М.: Транспорт, 1983. — С. 117—119.
2. Афанасьев Л.Л., Дьяков А.Б., Иларионов В.А. Конструктивная безопасность автомобиля. — М.: Машиностроение, 1983. — С. 55.