

В.Г. МАСЛИЕВ, д-р техн. наук,
Ю.В. МАКАРЕНКО, аспирант НТУ «ХПИ» (г. Харьков)

РАЗВИТИЕ УСТРОЙСТВ РЕГУЛЯТОРОВ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Розглянуто розвиток конструкцій регуляторів пневматичного ресорного підвішування для транспортних засобів. Показано, що функціональні можливості систем на основі мехатроніки мають суттєві переваги.

Development of designs of regulators of pneumatic spring suspension of vehicles is considered. It is shown, that functionalities of systems on a basis mechanic-electronically have essential advantages.

Скорости движения пассажирских поездов в настоящее время достигают 200 км/час, что выдвигает на первый план проблему улучшения плавности хода и уменьшение динамического воздействия на путь.

Для достижения необходимой плавности хода при повышении скорости движения требуется усовершенствование ресорного подвешивания подвижного состава. Этого можно достичь созданием систем ресорного подвешивания на основе пневматических рессор.

Развитию и совершенствованию систем пневматического ресорного подвешивания уделяют внимание ведущие производители транспортной техники во всем мире. Возрастающее использование электроники в регуляторах высоты пневматических рессор, в системах наклона кузова, поддержание уровня автосцепки относительно головки рельса при износе колес или проседании рессор, система информации и диагностики системы пневматического подвешивания транспортного средства.

Цель данной статьи заключается в том, чтобы определить рациональное направление процесса выбора конструкции регуляторов пневматического ресорного подвешивания для отечественных скоростных транспортных средств.

Наибольшее распространение из всех неметаллических упругих элементов в настоящее время получили упругие элементы, использующие в качестве рабочего тела сжатый воздух (пневматические рессоры). Это позволило создавать системы, обладающие целым рядом положительных качеств:

- возможность автоматического регулирования жесткости так, что статический прогиб остается постоянным независимо от величины нагрузки и сохранять постоянной высоту кузова над головкой рельса;

- возможность снижения частоты собственных колебаний кузова, повышения плавности хода и комфорта для пассажиров;

- снижение динамических нагрузок, действующих на экипаж и рельсовый путь.

Вместе с тем, устройства для автоматического регулирования жесткости пневматических рессор, называемые также регуляторами положения кузова транспортного средства относительно рельсов по высоте, имеют ряд недостатков, среди которых отметим их сложность настройки, зависимость характеристик от климатических условий, значительное количество изнашивающихся пар трения и т.д.

На рис. 1 показана конструкция регулятора с гидравлическим замедлителем. Регулятор закрепляется на основании кузова в вертикальном положении, рычагом 17 шарнирно соединяется с неподрессоренной частью подвески и включается в воздушную магистраль между ресивером и упругим элементом. С увеличением статической нагрузки на подвеску из-за уменьшения высоты пневморессоры, рычаг поворачивает кулачок 16 по ходу часовой стрелки. Левый шток 2, освободившись от кулачка, под действием пружины 18 перемещается вверх, поворачивая валик 11, который своим рычагом открывает клапан 8. Воздух из ресивера через обратный клапан 7 и полость В поступает в пневморессору, восстанавливая ее исходную высоту. При этом рычаг возвращается в горизонтальное положение, поворачивая кулачок и возвращая шток в исходное положение. Клапан 8 под действием пружины 15 закрывается [1].

С уменьшением статической нагрузки на подвеску кулачок поворачивается против хода часовой стрелки и освобождает правый шток 2, который под действием пружины 18 перемещается вверх и поворачивает валик 10. Рычаг валика открывает клапан 9 и выпускает излишний воздух из пневморессоры в атмосферу. По достижении пневморессорой исходной высоты клапан 9 закрывается.

В процессе динамических колебаний поддрессоренной и неподрессоренной масс из-за качания рычага 17 кулачок совершает повороты по ходу и против хода часовой стрелки с относительно большой частотой. При этом штоки из-за гидравлического замедления не успевают переместиться вверх, чтобы открыть впускной или выпускной клапаны, т. е. при динамических колебаниях изменения количества воздуха в пневморессоре не происходит.

Достоинство этого регулятора заключается в том, что при сравнительно простой конструкции удастся получить необходимую величину времени задержки его срабатывания. К недостаткам следует отнести зависимость величины времени задержки срабатывания от вязкости жидкости в гидрозамедлителе, которая существенно изменяется в зависимости от температуры окружающей среды.

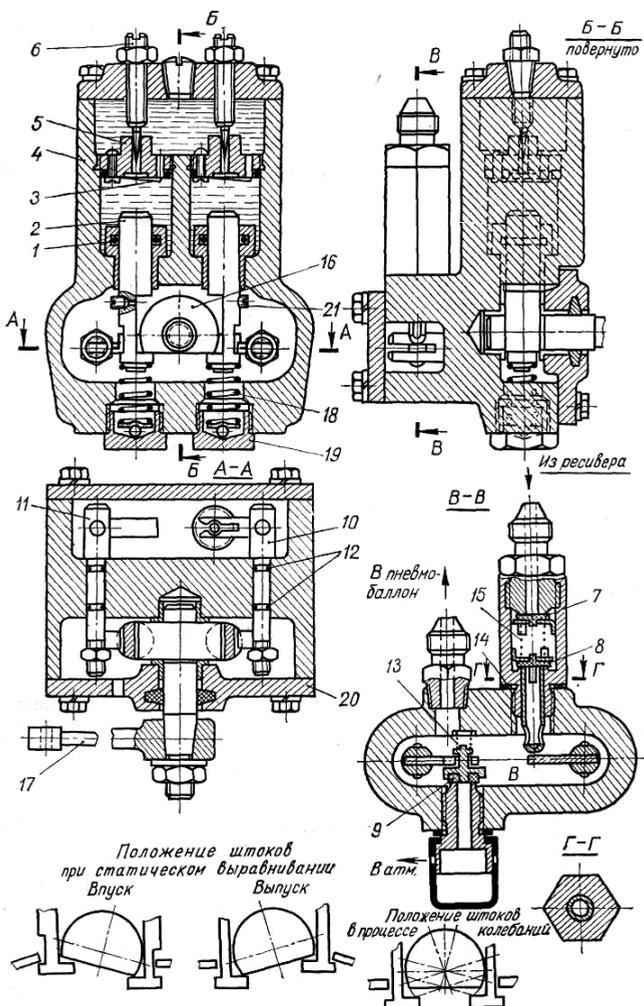


Рисунок 1 – Регулятор положения кузова:

- 1, 12 – манжеты; 2 – шток; 3 – пластинчатый клапан; 4 – корпус;
- 5, 19 – пробки; 6 – игла; 7, 8, 9 – клапаны; 10, 11 – валики;
- 13, 15, 18 – пружины; 14 – впускной клапан; 16 – кулачок; 17 – рычаг;
- 20 – крышка; 21 – штифт

Электромеханический регулятор положения кузова показанный на рис.2 лишен этого недостатка [2].

При изменении расстояния между кузовом 1 и неподдрессоренной частью 2, например, вследствие снижения давления сжатого воздуха в пневморессоре 3 сердечник 5, жестко соединенный с кузовом 1, перемещается вниз

до тех пор, пока якорь 9 замкнет магнитную цепь, образованную стержнями 37 и 38 и сердечником 5. Магнитный поток, создаваемый катушкой 6, существенно возрастает, в результате чего в обмотке 7 возникает ЭДС индукции и потечет ток через соответствующую клемму 14 реле 17.

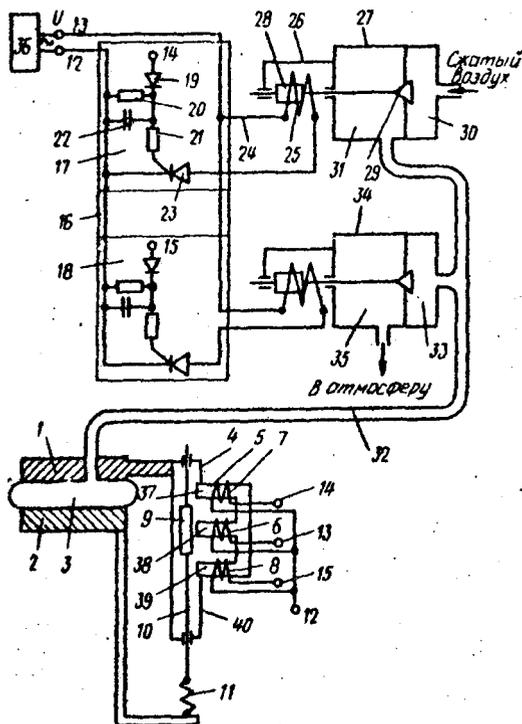


Рисунок 2 – Электромеханический регулятор положения кузова

Ток выпрямляется диодом 19 и в виде положительных импульсов поступает на управляющий электрод теристора 23. Величина этого тока возрастает по мере зарядки конденсатора 22, и после достижения током заданной величины поджигается тиристор 23, после чего ток от источника 36 начинает протекать через тяговую катушку 25, которая своим полем воздействует на якорь 28, который, смещаясь вправо, перемещает клапан 29. В результате этого открывается доступ сжатому воздуху из полости 30 в полость 31 корпуса 27 электропневматического вентиля и далее по трубопроводу 32 в пневморессору 3.

По мере повышения давления в пневморессоре 3 расстояние между кузовом 1 и необрессоренными частями увеличивается, сердечник 5 перемещается вверх относительно якоря 9 и магнитная цепь, образованная стержнями

37 и 38 и якорем 9, размыкается, в результате чего ток в обмотке 7 падает, тиристор 23 запирается, катушка 25 обесточивается и клапан 29 разобьщает полости 30 и 31. Резисторы 20 и 21 вместе с конденсатором 22 позволяют получить заданное время задержки, постоянную времени поджига тиристора, что предотвращает срабатывание устройства, например, при колебаниях кузова 1 на пневморессоре 3. Кроме того, конденсатор 22 быстро разряжается на резисторе 20 при уменьшении тока в цепи управления тиристора, чем достигается четкое выключение реле 17 и 18 и исключается звонковая работа последнего.

При увеличении расстояния между кузовом 1 и необрессоренными частями 2 клапан выпускает воздух в атмосферу.

В сети Internet опубликовано сообщение о пневматической рессоре для транспортного средства с устройством для регулирования ее высоты на базе электронных устройств (рис. 3).

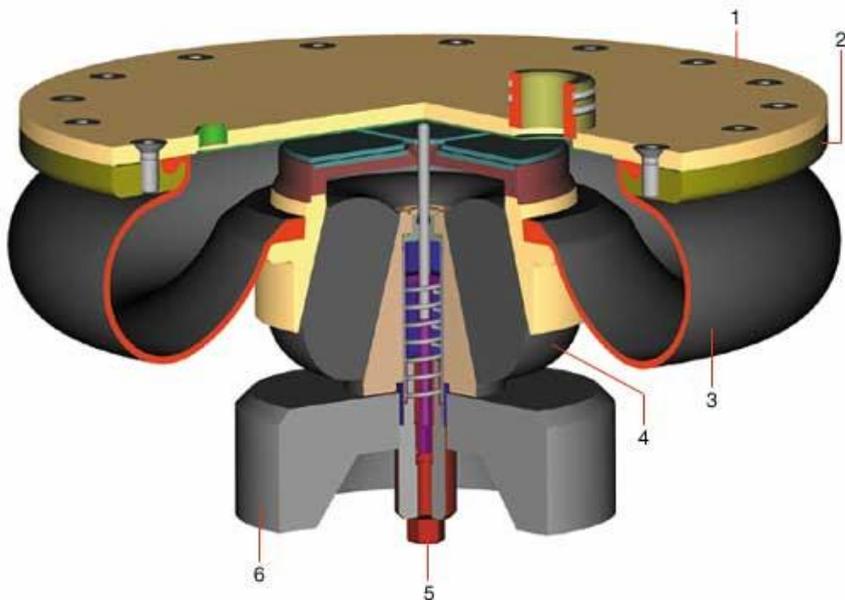


Рисунок 3 – Phoenix – система двухступенчатых рессор

- 1 – панель пневматической рессоры; 2 – зажимное кольцо;
- 3 – пневматическая рессора; 4 – дополнительная МЕГИ-рессора;
- 5 – датчик внутри МЕГИ-рессоры, механический замер высоты (к примеру, воздушного зазора), электрический сигнал к клапану управления;
- 6 – опорная плита

Phoenix разработал для двухступенчатой рессоры рельсовых транспортных средств новую систему регулирования уровня (ALCAS), которая связывает удобство и разнообразие электронного регулирования с надежностью механической системы пневматической рессоры [3].

Датчик высоты расположен в средней части пневморессоры, что надежно защищает его от повреждений и исключает его срабатывание при колебаниях галопирования рамы тележки на рессорах буксовой ступени подвешивания.

К недостаткам такого расположения датчика следует отнести сложность его монтажа-демонтажа для обслуживания и относительную недоступность для визуального контроля его частей.

Установка перспективного датчика вне пространства пневматической рессоры позволит исключить упомянутые недостатки.

Анализ приведенных конструкций регуляторов показывает, что общим их недостатком является то, что у них отсутствует устройство для блокировки, которое необходимо при прохождении поездом S-образных кривых, чтобы исключить наклон кузова пневморессорами наружу кривой.

Другой недостаток состоит в том, что эти регуляторы невозможно использовать для принудительного наклона кузова при движении по кривым участкам пути.

По нашему мнению, перспектива развития конструкции регуляторов базируется на использовании достижений мехатроники. Такой регулятор содержащий микропроцессор и механическое исполнительное устройство, будет обладать необходимыми функциональными возможностями и лишен недостатков рассмотренных выше регуляторов.

Список литературы: 1. Акопян Р.А. Пневматическое подрессоривание автотранспортных средств (вопросы теории и практики). – Львов: Вища школа, 1979. – 218 с. – Ч.1. 2. А.С. № 1136999, СССР, МКИ В 61 F 5/10. Устройство для поддержания постоянного уровня между подрессоренной и неподрессоренной частями локомотива при пневмоподвешивании / Маслиев В.Г., Александров Н.С., Калужный Н.Н. Заявл. 07.12.1982; Опубл. 30.01.1985, Бюл. №4. 3. Регулирование уровня для рельсового подвижного состава/<http://phoenix-ag.narod.ru/schienenfahrzeugniveau.html>. 2007. – 3с.

Поступила в редколлегию 20.06.08