

УДК 629.113; 004.428.2(075.8)

И.В. Еремина, В.Н. Лата, Н.М. Иванов
СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ
АВТОМАТИЧЕСКОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

Тольяттинский государственный университет

Представлена разработанная и созданная конструкция стенда для исследования переходного процесса автоматической пневматической подвески автомобиля.

Ключевые слова: подвеска, автоматическая система, регулирование, автомобиль, переходный процесс.

Подвеской автомобиля называется совокупность устройств, обеспечивающих упругую связь между несущей системой и мостами или колёсами автомобиля, уменьшение динамических нагрузок на несущую систему и колёса, и затухание их колебаний, а также регулирование положения кузова автомобиля во время движения. Подвеска, являясь промежуточным звеном между кузовом автомобиля и дорогой, должна быть лёгкой и наряду с высокой комфортабельностью обеспечивать максимальную безопасность движения. Для этого необходимы точная кинематика колёс, высокая информативность управления, а также изоляция кузова от дорожных шумов и жесткого качения радиальных шин (особенно с низким профилем). Кроме того, надо учитывать, что подвеска передаёт на кузов силы, возникающие в контакте колеса с дорогой, поэтому она должна быть прочной и долговечной. Применяемые шарниры должны легко поворачиваться, быть мало податливыми и вместе с тем обеспечивать шумоизоляцию кузова. Рычаги должны передавать силы практически во всех направлениях, а также тяговые и тормозные моменты, и быть при этом не слишком тяжелыми. Упругие элементы при эффективном использовании материалов должны быть простыми и компактными, и допускать достаточный ход подвески.

В настоящее время все большее применение в автомобилях находят регулируемые подвески. Они позволяют повысить комфортабельность и управляемость автомобиля в различных дорожных условиях в сравнении с нерегулируемыми подвесками.

Для хорошей дороги лучше использовать сравнительно жесткую подвеску: автомобиль будет меньше раскачиваться и крениться в поворотах, следовательно, улучшится управляемость и появится возможность поддерживать более высокую скорость. На неровном покрытии нужна подвеска с большим ходом колес – тогда их контакт с дорогой будет надежнее, а езда комфортабельнее. Таким образом, в идеале желательна подвеска, характеристики которой можно приспособить к условиям движения.

Общие сведения о системах автоматического регулирования

Сочетание объекта регулирования с автоматическим регулятором принято называть автоматической системой регулирования. Несмотря на большое разнообразие используемых в современной технике автоматических регуляторов, все они строятся на базе одного из двух основных принципов регулирования:

- по возмущению (по внешнему воздействию, рис. 1);
- по отклонению (по ошибке, рис. 2).

Качество любой системы регулирования определяется величиной ошибки: $x(t) = g(t) \cdot y(t)$. Но функцию ошибки $x(t)$ для любого момента времени трудно определить, поскольку она зависит от большого количества параметров системы. Поэтому оценивают качество САУ по некоторым ее свойствам, определяют которые с помощью критериев качества.

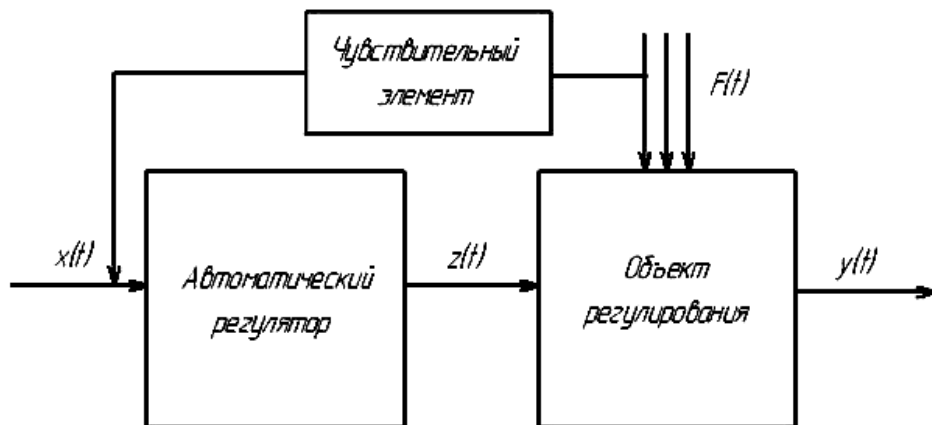


Рис. 1. Схема принципа регулирования по возмущению

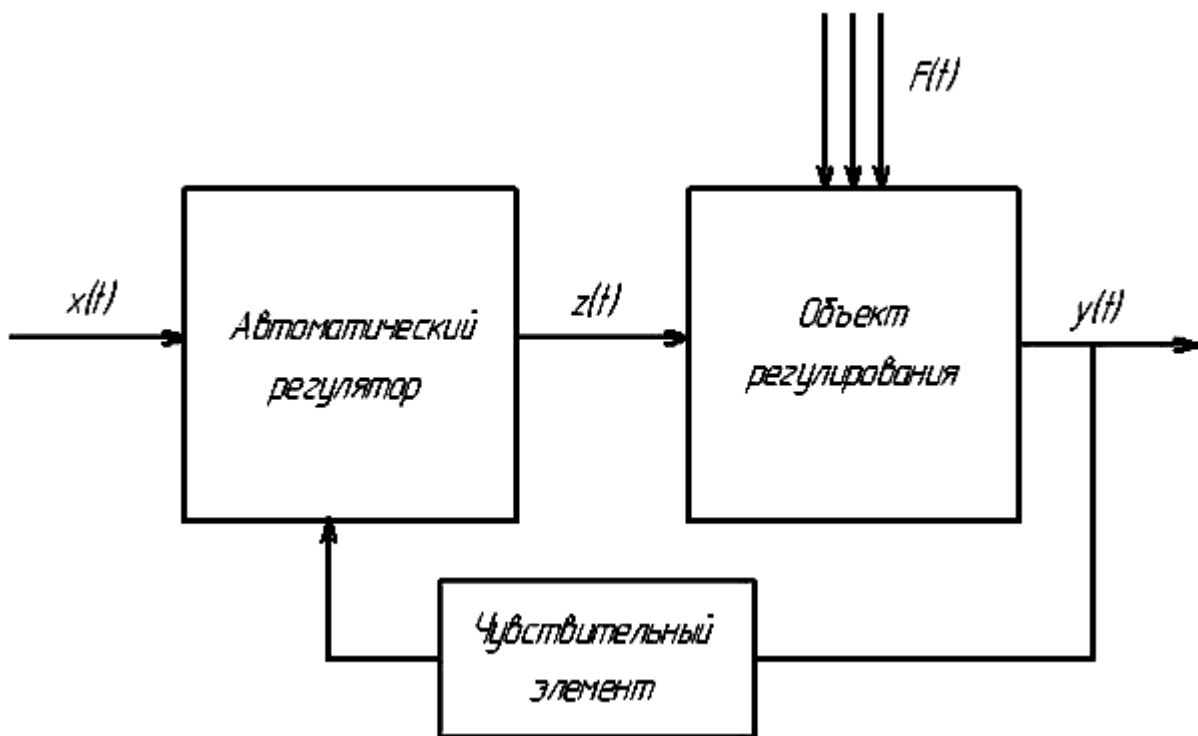


Рис. 2. Схема принципа регулирования по отклонению

Критериев качества регулирования много. Их делят на четыре группы:

- критерии точности – используют величину ошибки в различных типовых режимах;
- критерии величины запаса устойчивости – оценивают удаленность САУ от границы устойчивости;
- критерии быстродействия – оценивают быстроту реагирования САУ на появление задающего и возмущающего воздействий;
- интегральные критерии – оценивают обобщенные свойства САУ: точность, запас устойчивости, быстродействие.

Оценка запаса устойчивости и быстродействия по переходной характеристике (рис 3.)

Переходная характеристика оценивается совокупностью параметров, которые называются показателями качества. К ним относятся:

- перерегулирование σ – отношения максимального отклонения управляемой переменной относительно ее установившегося значения в направлении, противоположном начальному отклонению;
- колебательность μ – число максимумов или минимумов переходной характеристики за время регулирования;
- длительность переходного процесса T_y – это время, по истечении которого, отклонение управляемой переменной относительно установившегося значения становится и остается по абсолютной величине меньше заданного значения, определяемого требованиями, предъявляемым к САУ;
- время достижения первого максимума T_{MAX} – момент времени, в который управляемая переменная достигает своего максимального значения;
- время нарастания T_H – промежуток времени по окончании которого управляемая переменная в первый раз достигает своего установившегося значения.

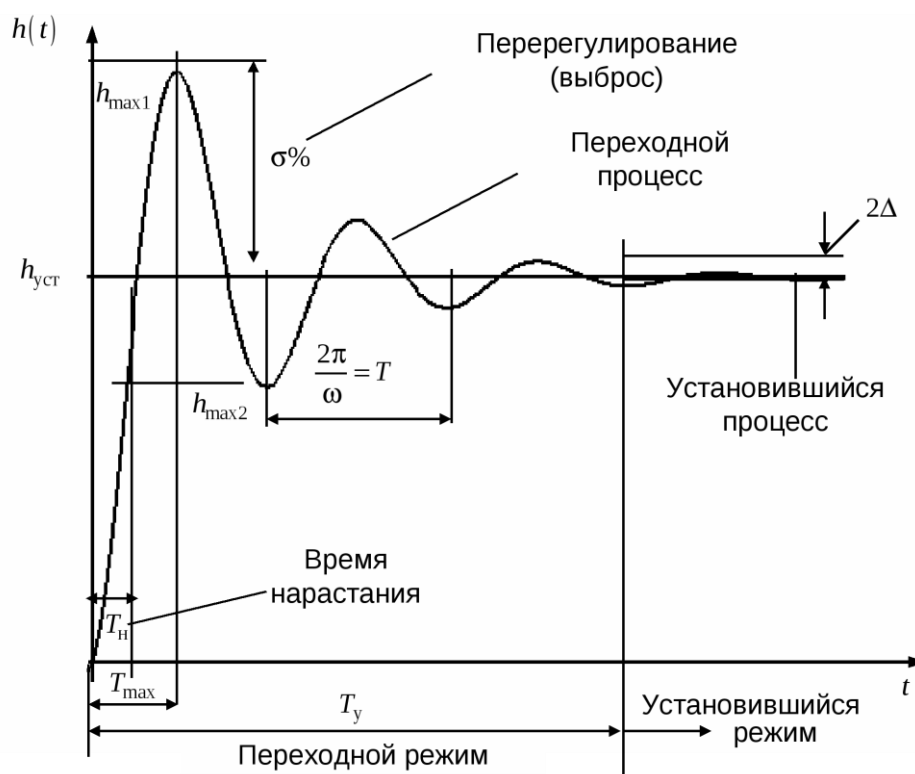


Рис. 3. График переходного процесса САУ

Быстродействие САУ оценивают по времени окончания переходного процесса T_y , при заданной допустимой ошибке (трубке): $\Delta \in \{5; 2,5; 1,5; 1; 0,5 \dots [\%]\}$ от y_{∞} , – установлено ГОСТ. Для исследования переходного процесса, происходящего в автоматической подвеске, при изменении вертикальной нагрузки на нее, был разработан и создан стенд (рис. 4).

Функциональная схема разработанного стенда представлена на рис. 5, где приняты следующие обозначения: ЗЭ – задающий элемент (водитель); АР – автоматический регулятор (регулятор уровня пола); ЧЭ – чувствительный элемент (тяга регулятора); ОР – объект регулирования (подрессоренная масса); $x(t)$ – задающее воздействие (настройка); $z(t)$ – регулирующее воздействие (изменение давления в пневмосистеме); $y(t)$ – регулируемая величина

(расстояние между нижней частью рамы и подрессоренной массой); $F(t)$ – возмущающее воздействие (вертикальная нагрузка).

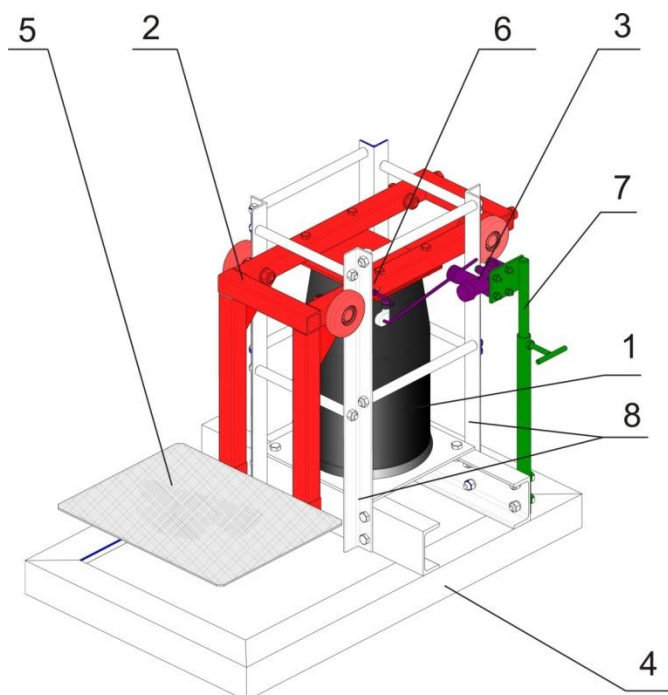


Рис. 4. Стенд для исследования автоматической подвески пневматического типа:
1 – пневморессора, 2 – подрессоренная масса, 3 – регулятор, 4 – рама, 5 – грузовая площадка,
6 – датчик перемещения, 7 – кронштейн крана, 8 – направляющие

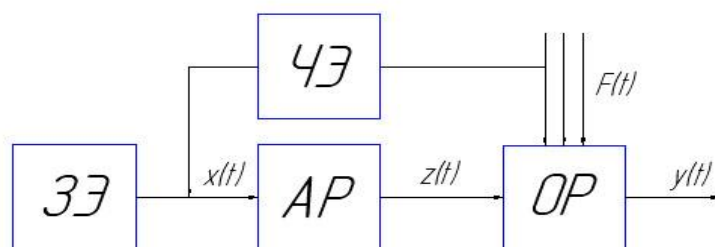


Рис. 5. Функциональная схема стенда автоматической подвески

Стенд для исследования автоматической подвески пневматического типа состоит из следующих частей.

1. Упругий элемент подвески, представляющий собой пневмоэлемент (на первом этапе работы использовался пневмоэлемент от подвески автобуса «Икарус», который затем из-за большой вертикальной жесткости был заменен на пневмоэлемент от подвески кабины тягача «Вольво»).
2. Подрессоренная масса, выполненная из труб квадратного сечения, является подвижным элементом стенда, создающим нагрузку на пневмоэлемент.
3. Регулятор изменения положения подрессоренной массы.
4. Рама, выполненная из балок швеллерного сечения, балок квадратного сечения и равнопрочного уголка, на котором крепятся все узлы и механизмы, необходимые для функционирования стенда.
5. Грузовая площадка, связанная с подрессоренной массой, на которую устанавливаются нагрузочные массы.
6. Датчик перемещения потенциометрического типа.

Электрическая схема измерений состоит из блоков питания, датчика давления цифрового типа, датчика перемещения реостатного типа, измерительно-регистрирующей аппаратуры (осциллограф). При возрастании нагрузки прикладываемой на грузовую площадку 5 подпрессоренная масса 2 опускается и расстояние между ней и рамой 4 уменьшается. Через рычаги связывающие подпрессоренную массу с регулятором 3 последний приводится в действие и вследствие этого сжатый воздух проходит из ресивера (компрессора) в упругий элемент 1, увеличивая в нем давление, в результате чего расстояние между подпрессоренной массой и рамой восстанавливается. Регулятор постоянства высоты кузова имеет специальное устройство, которое замедляет его срабатывание. Регулятор действует только при изменении статической нагрузки и не реагирует на колебания автомобиля при движении по неровностям дороги, то есть на стенде реализуется принцип регулирования по возмущению. Аналогичным образом происходит срабатывание подвески и при уменьшении нагрузки на подпрессоренную массу.

На экране осциллографа отображается переходный процесс, который фиксируется с помощью видеокамеры или фотоаппарата. После чего определяются показатели качества переходного процесса (рис. 3). Показатели переходного процесса определяются и при различных настройках регулятора положения подпрессоренной массы.

Библиографический список

1. Ломакин, В.В. Исследование упругих и демпфирующих характеристик шин легковых автомобилей на стенде [Текст] / Л.А. Черепанов, В.Н. Вермеюк // Автомобильная промышленность. 1976. № 8. С. 25-26.
2. Черепанов, Л.А. Пространственная нелинейная конечно-элементная модель переднеприводного легкового автомобиля с учетом системы выпуска отработавших газов [Текст] // А.П. Окунев, В.Е. Рогожкин // Известия Московского государственного технического университета МАМИ. 2010. №1. С. 72-77.