

УДК 629.113.07

DOI:10.46960/62045_2021_3_16

Л.А. Черепанов, В.Н. Лата, М.В. Прокопьев, Д.А. Гордеев
ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ГИДРОБУФЕРОВ АМОРТИЗАТОРОВ
ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ

Тольяттинский государственный университет

Произведен анализ современных конструкций гидравлических буферов на ходе отбоя амортизаторов подвески автомобилей. Рассмотрены принципы работы каждого из вариантов конструкции, представлены положительные и отрицательные стороны гидробуферов. Сделан вывод об актуальности и эффективности работ по исследованию характеристик гидробуферов амортизаторов автомобилей с целью снижения нагрузок, передаваемых на его кузов при пробое подвески на ходе отбоя.

Ключевые слова: автомобиль, гидродинамический буфер, характеристика, конструкция, принцип работы, каналы, пружины.

Область применения гидробуферов их плюсы и их минусы

В исследованиях подвесок автомобилей рассматривается, как правило, только влияние основных характеристик (демпфирующей способности амортизатора или жесткости упругого элемента) на плавность хода, при этом принимают за константу или, более того, пренебрегают характеристиками ограничителей ходов, способных в значительной мере повлиять на плавность хода [1]. В настоящее время ограничители на ходе сжатия изучены достаточно, но про ограничители на ходе отбоя этого сказать нельзя [2]. Гидробуферы, в основном, используются на автомобилях со значительной неподрессоренной массой для снижения нагрузок, приходящихся на кузов автомобиля, при пробое подвески на ходе отбоя [3]. Преимуществами их являются высокая эффективность (в сравнении с мягкими буферами) гашения кинетической энергии движения неподрессоренной массы относительно поддрессоренной, ограничениями – более сложная конструкция и, соответственно, более высокая цена.

Принцип работы гидробуфера

Все гидравлические буфера действуют по принципу превращения кинетической энергии в тепловую, за счет перетекания жидкости через дроссельную систему буфера. Общая схема работы буферов представлена на рис. 1.

При пробое подвески плунжер 2 устремляется вверх и жидкость, находящаяся в камере гидробуфера 1, начинает выдавливаться через дроссельные отверстия (позиция 3) образованные выемками на плунжере и ограничителем хода отбоя штока 4, давление в камере гидробуфера при этом увеличивается, соответственно, возрастает и сила сопротивления на штоке, что приводит к рассеиванию кинетической энергии и снижению удара, приходящегося на кузов. Работе гидробуферов свойственно резкое увлечение плунжера вверх, что сравнимо с резкой остановкой текущей жидкости, соответственно работа гидробуфера практически всегда сопровождается гидроударом, а он приводит к нежелательным звукам и дополнительным кратковременным нагрузкам. Для снижения негативного действия гидроудара используются, в основном, три направления:

- упругий плунжер гидробуфера,
- плавное замыкание,
- расположение дроссельных каналов ближе к нижнему торцу гидробуфера.

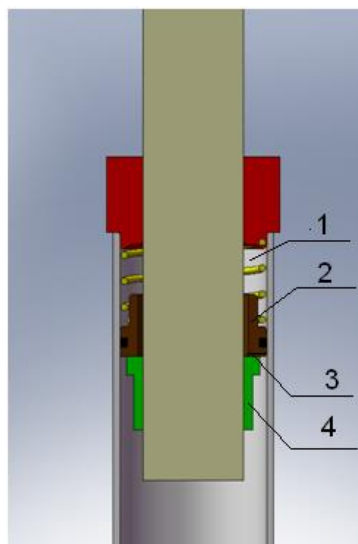


Рис. 1. Общая схема гидробуфера

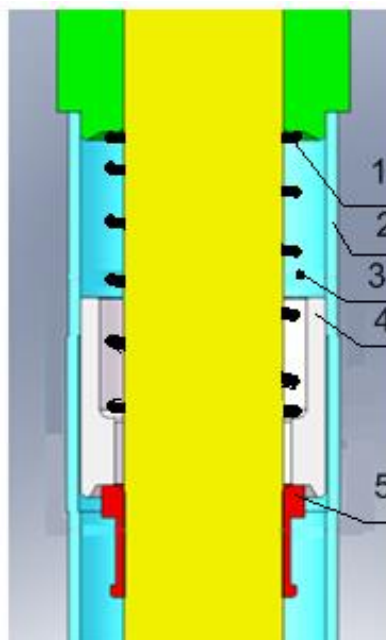


Рис. 2. Гидробуфер СААЗ

Гидробуфер СААЗ показан на рис. 2 (1 – возвратная пружина, 2 – рабочий цилиндр, 4 – плунжер, 5 – ограничитель хода отбоя, плунжер и рабочий цилиндр образуют рабочую камеру гидробуфера – 3). Принцип работы гидробуфера СААЗ аналогичен описанному выше, за исключением следующих особенностей. Роль дроссельных каналов выполняет зазор между плунжером и рабочим цилиндром. Во время движения вверх длина зазора увеличивается, соответственно, увеличиваются и гидравлические сопротивления. Гидробуфер изначально замкнут, т.е. в работу буфер включается мгновенно при контакте ограничителя с плунжером. Плюс конструкции – ее простота. Минусы конструкции:

- требуется очень высокая точность входящих в него деталей в связи со склонностью к гидроудару и обеспечением необходимых характеристик,
- кольцевой зазор не может стабильно обеспечить демпфирующие характеристики;
- демпфирующими характеристиками практически невозможно управлять.

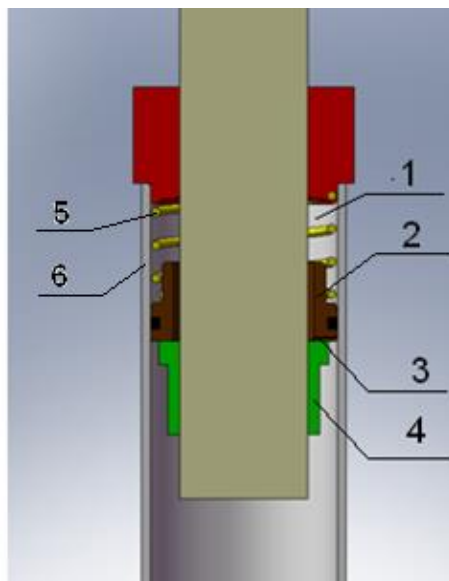


Рис. 3. Гидробуфер фирмы «Вайс-Асаутор»

На рис. 3 представлен гидробуфер Вайс-Асаутор (2 – плунжер, 4 – ограничитель хода отбоя, 5 – возвратная пружина, 6 – рабочий цилиндр, плунжер и рабочий цилиндр образуют рабочую камеру гидробуфера – 1). Принцип работы гидробуфера Вайс-Асаутор аналогичен описанному выше принципу работы гидробуфера вообще. Гидробуфер изначально замкнут, т.е. в работу буфер включается мгновенно при контакте ограничителя с плунжером.

Плюсы конструкции:

- простота;
- стабильность щелевого дросселя с точки зрения демпфирующих характеристик;
- возможность управлять демпфирующими характеристиками в широком диапазоне;
- минимизация паразитных утечек за счет уплотнительного кольца.

Минус конструкции – склонность к гидроудару из-за изначально замкнутости. Гидробуфер Монро (рис. 4) состоит из следующих компонентов: 1, 4 – мягкие буфера, 2 – возвратная пружина, 3 – плунжер, 5 – ограничитель хода отбоя, 6 – рабочий цилиндр.

Принцип работы гидробуфера Монро аналогичен описанному выше принципу работы гидробуфера вообще, за исключением следующих особенностей. Гидробуфер изначально разомкнут (т.е. в работу он включается по мере захода плунжера в рабочую зону) и выполнен из полимера. Совместно с гидробуфером используются мягкие буфера, возвратная пружина, также является пружинным стабилизатором.

Плюсы конструкции следующие.

- В гидробуфере используются все решения, направленные на максимальное снижение гидроудара.
- Дроссельные щели расположены внизу.
- Гидробуфер из упругого материала.
- Плавное включение.
- Щелевой дроссель стабилен с точки зрения демпфирующих характеристик.
- Возможность управлять демпфирующими характеристиками в широком диапазоне.
- Минимизация паразитных утечек за счет используемого материала гидробуфера.
- Снижение нагрузок на кузов также за счет комбинирования гидробуфера с мягким и пружинным стабилизатором.

Минусом является сложность конструкции.

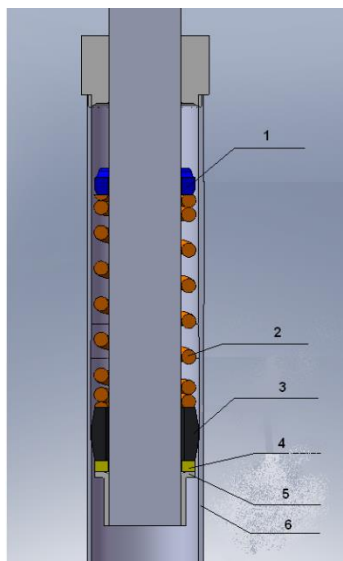


Рис. 4. Гидробуфер фирмы «Монро»

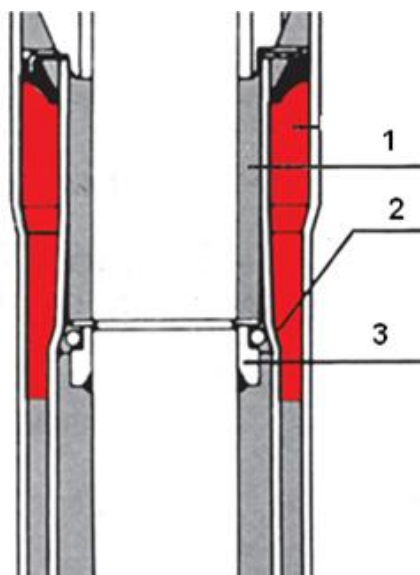


Рис. 5. Гидробуфер фирмы «Кофап»

Гидробуфер Кофап состоит из поршня гидробуфера – 3 и рабочего цилиндра – 2, которые совместно образуют камеру буфера – 1. Принцип работы несколько отличается от принципа работы рассмотренных выше буферов. При пробое подвески поршень гидробуфера, жестко установленный на штоке заходит в обжатую часть цилиндра и постепенно замыкается, образуя камеру гидробуфера. После чего амортизаторная жидкость выходит из камеры через дроссельную систему поршня, чем и создается сопротивление. Для плавного замыкания на рабочем цилиндре сделана разгрузочная канавка.

Плюсы конструкции:

- в гидробуфере используются решения, направленные на снижение гидроудара;
- дроссельные щели внизу;
- плавное включение;
- щелевой дроссель стабилен с точки зрения демпфирующих характеристик;

- возможность управлять демпфирующими характеристиками в широком диапазоне;
- минимизация паразитных утечек за счет уплотнительного кольца;
- снижение нагрузок на кузов также за счет комбинирования гидробуфера с упругим буфером отбоя;

Минус конструкции – обжимка цилиндра должна быть выполнена с очень высокой точностью.

Определение набора методов испытаний, необходимых для проектирования гидробуфера

Гидробуфер необходим для снижения нагрузок, передаваемых на кузов автомобиля при пробое подвески на ходе отбой. Соответственно, необходимо создать ряд методик, оценивающих эффективность гашения удара гидробуфером на автомобиле с использованием субъективного и объективного метода оценки [4]. В связи с необходимостью проводить оценку эффективности без использования автомобиля возникает задача создания объективной методики, оценивающей эффективность гашения удара гидробуфером на стенде. В связи с ужесточающимися требованиями потребителя с точки зрения «бесшумности» работы изделия необходимо создавать методики, оценивающие шум при работе гидробуфера на автомобиле с использованием субъективного и объективного метода оценки. Далее следует необходимость в создании методики по оценке шума при работе гидробуфера на стенде. Исходя из необходимости надежной работы гидробуфера на всем сроке эксплуатации автомобиля, необходимо создать методику ускоренных ресурсных испытаний гидробуфера на автомобиле. На основании этого следует создать методику по стендовой долговечности гидробуфера. Поскольку работа гидробуфера предопределяется его характеристиками и характеристиками входящих в состав подвески компонентов, возникает необходимость создавать методики по снятию характеристик гидробуфера и компонентов подвески.

Выводы

Представленные в работе материалы показывают многообразие конструкций гидробуферов на ходе отбоя амортизаторов подвесок автомобилей, рассмотрены принципы их работы, положительные и отрицательные стороны. Показаны направления исследований для получения эффективной работы гидробуферов на автомобиле при его эксплуатации.

Библиографический список

1. **Бахмутов, С.В.** Методика оптимизации законов регулирования подвески автомобиля с учетом условий эксплуатации / С.В. Бахмутов, А.А. Ахмедов, А.Б. Орлов // Известия МГТУ «МАМИ». 2012. № 1. С. 16-22.
2. **Евтюков, С.С.** Сопротивление амортизатора сжатию как фактор влияния на энергетические затраты автомобиля при преодолении порогового препятствия // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. С. 1-7.
3. **Черепанов, Л.А.** Влияние характеристик амортизаторов подвески на плавность хода короткобазового легкового автомобиля // Транспортные системы. 2017. №2 (5). С. 5-9.
4. **Azadi Sh.** Non-linear dynamic analysis of automotive suspension system incorporating rubber bump stops / Azadi Sh., Forouzes F. // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering, 2011. Pp. 1023-1032.