

УДК 629.33

**АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ УПРУГИХ ЭЛЕМЕНТОВ,
ПРИМЕНЯЕМЫХ В ПОДВЕСКЕ ТРАНСПОРТНО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

Николай Сергеевич Гусев

студент

Алена Денисовна Рудакова

студент

Алексей Викторович Алехин

кандидат технических наук, доцент

alekhinal@bk.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В работе показано, что широкое распространение в конструкциях подвесок получили металлические упругие элементы (пружины, рессоры, торсионы), массы которых вносят существенный вклад в общую массу неподрессоренных частей автомобиля, что негативно влияет на плавность хода. Поэтому применение полимерных материалов в проектировании упругих элементов подвески позволит снизить массу автомобиля.

Ключевые слова: ходовая часть, подвеска, пружина, рессора, торсион, масса, полимерные материалы.

Увеличение количества автомобилей ставит новые цели для повышения надёжности транспортно-технологических машин, которая зависит от технического состояния отдельных элементов [1].

Кинематическая устойчивость и адекватность движения представляют собой ключевые характеристики автотранспортного средства, формируя основные критерии безопасного движения к заданной точке маршрута. Также существуют дополнительные факторы, менее очевидные, однако не менее значимые, такие как плавность движения. Несмотря на восприятие данного параметра исключительно как элемента комфортности, он играет важную роль в обеспечении безопасности, оказывая непосредственное влияние на степень усталости водителя, поддержание его физиологического и психологического состояния, а также на сохранность компонентов автотранспортного средства [4, 5, 6].

Система подвески является одним из основных компонентов любого транспортного средства. Она служит для взаимодействия остова автомобиля с дорогой, минимизируя удары, воздействующие на шасси и пассажиров. Основные её части – это упругие компоненты и амортизаторы, отвечающие за поглощение перпендикулярных сил, действующих на автомобиль, снижение вибраций и обеспечение комфортной езды [2, 3].

Упругие элементы предназначены для поглощения ударов и неровностей дороги. К ним относятся пружины, рессоры, торсионы и пневмоподушки.

В различных категориях автомобилей широко используются системы подвески, оснащенные пружинными упругими элементами (рисунок 1). Эти структурные компоненты, функция которых заключается в амортизации, защищают транспортное средство от внешних воздействий, одновременно улучшая его динамические характеристики, включая снижение веса и повышение энергетической эффективности благодаря соответствию линейному закону деформации.



Рисунок 1 – Типы пружины подвески с постоянным шагом намотки.

Однако когда требуется получить нелинейную упругость, способную выдерживать отклонения от этого закона, используются специально разработанные пружины, такие как цилиндрические или бочкообразные, которые характеризуются переменной жесткостью в зависимости от величины приложенной нагрузки. Использование проволоки различной толщины, изменение расстояния между витками и применение конических проволок позволяют достичь желаемой степени адаптации к различным условиям эксплуатации, оптимизируя взаимодействие подвески с дорожным покрытием.

Рессоры, состоящие из нескольких гибких элементов широко применяются для восприятия больших нагрузок, где они демонстрируют высокие показатели эффективности. Современные гнутые рессоры (рисунок 2) выполняют функцию мощных несущих конструкций, выдерживающих значительные массы, однако их применение сопряжено с определенными компромиссами в отношении комфорта езды, что проявляется в снижении уровня мягкости хода и накоплении усталостных деформаций в процессе длительной эксплуатации.

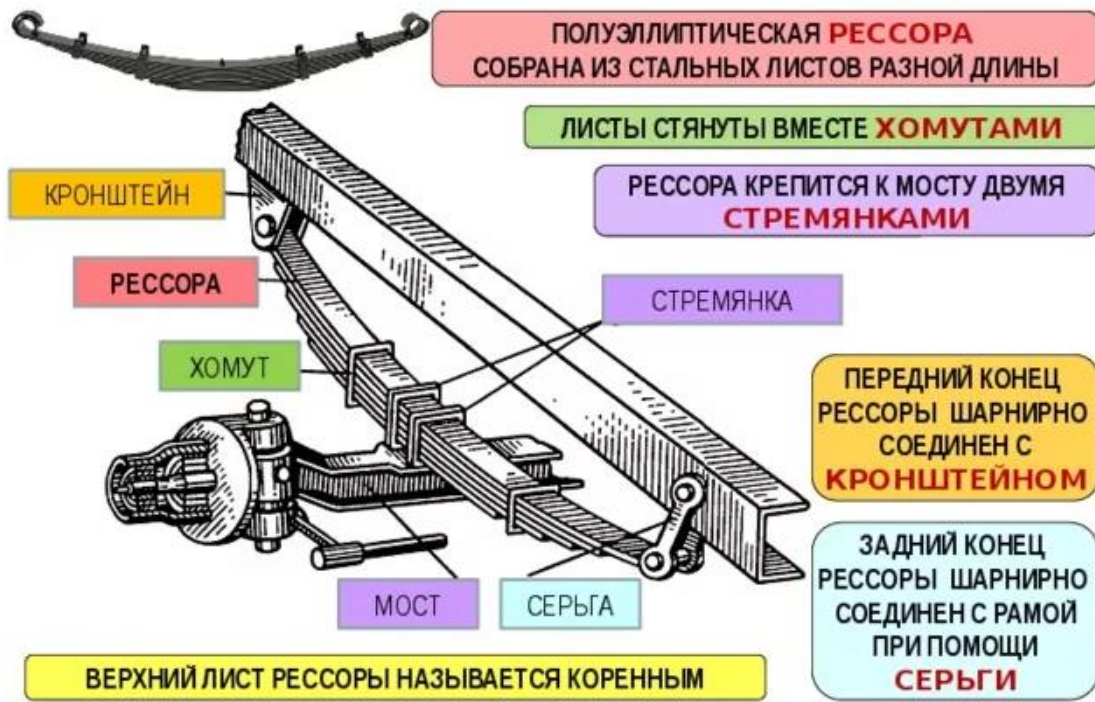


Рисунок 2 - Многолистовые рессоры.

Торсионные пружины (рисунок 3), функционируют в подвеске специализированных транспортных средств, демонстрируя выдающуюся адаптивность посредством скручивания прямолинейной секции, придающей им динамическую активность. Конечные сегменты, оборудованные головками с прорезями или квадратными креплениями, передают нагрузку от собственной упругости, эффективно сочетая гибкий и жесткий конструктивные элементы.



Рисунок 3 – Торсионная подвеска.

Однако, несмотря на внешнюю мощь, данные торсионы характеризуются рядом ограничений: они требуют значительных пространственных ресурсов для установки прямолинейного участка и отличаются пониженной надежностью вследствие повышенного риска разрушения.

Полуактивные системы, оборудованные адаптивными упругими элементами, включают пневматические рессоры с заменяемыми воздушными камерами (рисунок 4).

В среднечастотном диапазоне усилия определяются характеристиками клапанов (сплошных и дисковых в сумме) и параметрами жесткости пневмоподушки, а также силой ее предварительного натяга (т.е. при большом растяжении определяет начальная точка открытия демпфера отбоя, то есть начало регрессии скоростных характеристик) [7].

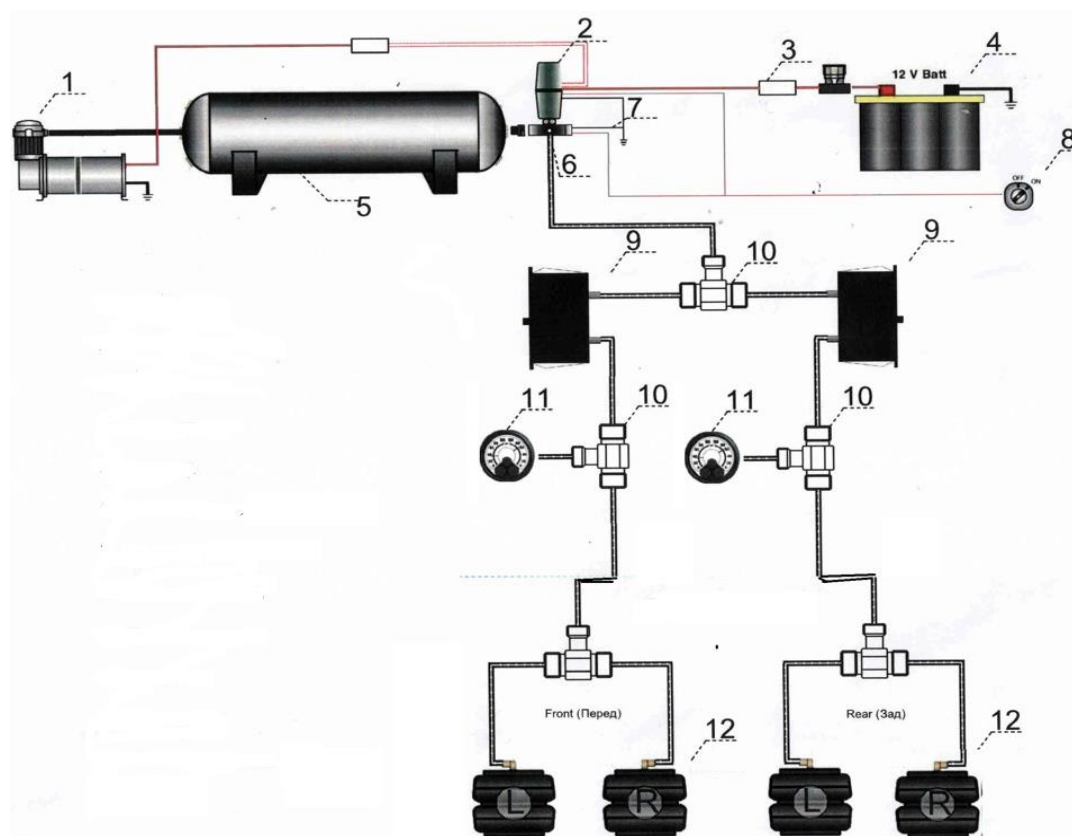


Рисунок 4 - Пневматическая подвеска: 1 – компрессор; 2 – реле давления; 3 – соединитель; 4 – аккумулятор; 5- ресивер; 6 - разветвитель; 7 – провод; 8 – ключ зажигания; 9 – пневмоклавиша; 10 – тройник; 11- манометр; 12 - пневмоподушка

Проведенный обзор существующих на сегодняшний день конструкций пассивных, адаптивных и активных подвесок и систем их управления

показывает, что широкое распространение в конструкциях подвесок получили металлические упругие элементы (пружины, рессоры, торсионны), массы которых вносят существенный вклад в общую массу неподрессоренных частей автомобиля, что негативно влияет на плавность хода. Поэтому применение полимерных материалов в проектировании упругих элементов подвески позволит снизить массу автомобиля.

Список литературы:

1. Белоусов Б.Н., Меркулов И.В., Федотов И.В. Управляемые подвески автомобилей // Автомобильная промышленность. 2004. № 1. С. 23-24.
2. Мухамеджанов М. М., Алехин А. В. Анализ отказов элементов подвески автомобилей // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 2.
3. Мухамеджанов М. М., Алехин А. В. К обоснованию применения уплотнительных элементов в изнашивающихся деталях подвески автомобилей // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 2.
4. Виртуальные исследования свойств активной безопасности модификаций легких коммерческих автомобилей / Е.И. Торопов, А.С. Вашурин, А.В. Тумасов, А.А. Васильев // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2019. № 4 (127). С. 187-195.
5. Чаленко А. В., Алехин А. В. Направления применения электрической энергии в тракторостроении // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 3.
6. Чернышов С. И., Алехин А. В. Отличительные особенности автоматической трансмиссии POWERSHIFT // Наука и Образование. 2020. Т. 3. № 2.
7. Контроллер управления пневмоподвеской // Arduinoprom.ru - URL: <https://arduinoprom.ru/shemotehnika/327-kontroller-upravlenija-pnevmo podveskoj.html>

UDC 629.33

**ANALYSIS OF THE STRUCTURES OF ELASTIC ELEMENTS USED
IN THE SUSPENSION OF TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL
MACHINES**

Nikolay S. Gusev

student

Alina D. Rudakova

student

Alexey V. Alekhine

candidate of technical sciences, associate professor

alekhinal@bk.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. The paper shows that metal elastic elements (springs, springs, torsion bars) are widely used in suspension structures, the masses of which make a significant contribution to the total mass of unsprung parts of the car, which negatively affects the smoothness of the ride. Therefore, the use of polymer materials in the design of elastic suspension elements will reduce the weight of the car.

Keywords: chassis, suspension, spring, spring, torsion bar, mass, polymer materials.

Статья поступила в редакцию 10.05.2025; одобрена после рецензирования 20.06.2025; принята к публикации 30.06.2025.

The article was submitted 10.05.2025; approved after reviewing 20.06.2025; accepted for publication 30.06.2025.