

Список литературы

1 **Мартемьянов, С. И.** Применение беспилотных летательных аппаратов для поддержки управления противопожарными действиями в условиях чрезвычайных ситуаций / С. И. Мартемьянов, О. С. Маторина, О. В. Стрельцов // Международный научно-исследовательский журнал. – 2024. – № 1 (139). – DOI: 10.23670/IRJ.2024.139.5.

2 **Елькин, Д. М.** На пути к Интернету вещей в управлении транспортными потоками: обзор существующих методов управления дорожным движением / Д. М. Елькин, В. В. Вяткин // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2019. – № 5 (207). – С. 100–113.

3 **Прус, М. Ю.** Облачные сервисы в системе управления службами экстренного реагирования / М. Ю. Прус, Ю. И. Ходаренкова // Проблемы обеспечения безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. – 2015. – № 1. – С. 248–251.

УДК 629.3.027:629.3.047

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОДВЕСКИ АВТОМОБИЛЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

И. С. ДЕМИДОВИЧ, Д. В. ИСАЕВ, В. В. ЯНУЩИК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

За последние несколько лет использование автомобилей значительно увеличилось. В связи с этим участились несчастные случаи на участках дорог, связанных с потерей управления транспортными средствами. Конструкция подвески автомобилей влияет на управляемость и устойчивость, в том числе при движении по дефектам дорожного покрытия, которые зачастую приводят к ДТП. Кроме того, часть автомобилей эксплуатируются с неисправностями в подвеске, что также увеличивает аварийность. Колебательные процессы, возникающие в ходе движения по неровным дорогам, влияют на основные свойства автомобиля, такие как плавность хода, управляемость, комфорт и устойчивость. Эти свойства обеспечивает подвеска автомобиля, так как она является связующим звеном между транспортным средством и дорожным покрытием. Именно подвеска воспринимает нагрузки во время движения автомобиля, связывая кузов автомобиля с дорогой. Оптимальная конструкция и настройка подвески снижает утомляемость водителя и пассажиров, уменьшая амплитуду колебаний и вертикальные ускорения [1].

Конструктивно подвеска автомобиля включает направляющие элементы (рычаги), упругие элементы (рессоры), гасители колебаний (амортизаторы) и соединительные детали. Такие характеристики, как упругость пружинных частей и вязкость амортизаторов, а также кинематическая схема элементов подвески определяют её основные свойства, влияющие на поведение автомобиля.

Нахождение компромисса между основными требованиями, отличающимися своими противоречивостями, зависит от среднестатистических условий работы автомобиля. Этими условиями могут быть дорожная поверхность, для которой спроектирован автомобиль, а также динамические характеристики автомобиля, его масса, расположение центра тяжести и т. п.

Упругие элементы (рессоры) – одна из важнейших частей подвески. Именно они принимают на себя нагрузки от дорожного полотна во время движения по неровностям, минимизируют динамические нагрузки, вертикальные ускорения, смягчают удары, обеспечивают транспортному средству плавную езду. В качестве упругих элементов наибольшее применение нашли листовые рессоры, витые пружины, торсионы, а также пневматические подушки (пневмобаллоны).

Демпфирующие элементы обеспечивают гашение колебаний, устраняя раскачку и другие вредные колебательные процессы, поглощая энергию колебаний. Представлены всевозможными видами амортизаторов – газомасляными, масляными, магнитными. Они поглощают вибрацию, не дают удару пройти к кузову авто.

Направляющие элементы обеспечивают корректное положение колес при совершении маневров во время движения по прямой траектории и при поворотах. Роль направляющих выполняют рычаги, тяги и другие жесткие элементы подвески.

Важным элементом подвески является и стабилизатор поперечной устойчивости. Он предохраняет авто от заваливания набок на поворотах. Такой элемент давно является обязательным в легковых автомобилях, а в последнее время стал неотъемлемой частью и грузовых автомобилей.

Соединительные элементы подвески – маленькие, но важные ее детали. Крепления для амортизаторов, рычагов, стабилизатора поперечной устойчивости выполняются чаще всего в виде сайлентблоков – упругих вставок (резинометаллических шарниров). Упругие вставки гасят вибрации и колебания, передаваемые от одного узла к другому, обеспечивая при этом относительную подвижность элементов.

Шаровые опоры связывают рычаги и рулевые тяги с поворотным кулаком, к которому через ступичный подшипник крепится колесо. Если шаровая опора сильно изношена, то во время движения наблюдаются удары и стуки, нарушения углов развал-схождения, повышенный износ шин, ухудшение управляемости.

В конструировании автомобильных подвесок основной решаемой проблемой является нахождение необходимого баланса между управляемостью, устойчивостью и комфортностью. Так наиболее жесткая подвеска обеспечивает более острое управление автомобилем, при этом сильно снижает комфорт, кроме того, такая подвеска передает больше вибраций на кузов, что приводит к выходу из строя других элементов машины. Мягкая подвеска позволяет исключить отрыв от дорожной поверхности колес автомобиля при наезде на неровности, что увеличивает комфорт пассажиров и сохранность груза в автомобиле. Однако мягкая подвеска склонна к валкости, большим кренам в повороте, худшей управляемостью. Таким образом для высокой управляемости и устойчивости автомобиля необходимы жесткие упругие элементы подвески, устраняющие крены при поворотах, а для комфорта и большей устойчивости при проезде неровностей необходимы мягкие упругие элементы. Нахождение оптимального баланса между этими противоречивыми характеристиками является сложной инженерной задачей, поэтому для каждой модели автомобилей характерно свое поведение.

По конструкции подвески автомобиля разделяют на зависимые и независимые. Зависимые подвески представляют собой колеса на одной оси, жестко связанные между собой мостом или балкой. Движение одного колеса неизбежно приводит к движению другого. Плюсами данного вида подвески является простота конструкции и высокая надежность. Независимая подвеска обеспечивает перемещение колес на одной оси независимо друг от друга. Преимуществами такого вида подвески являются высокий уровень комфорта, лучшее сцепление с дорогой и управляемость, меньшая неподрессоренная масса, а также больший дорожный просвет. Недостатками являются сложность, высокая стоимость и значительно большее количество элементов, что снижает надежность.

Также существует полузависимая подвеска. Она имеет общую балку, связывающую колеса, но в отличие от зависимой подвески, колеса имеют некоторую степень свободы относительно балки. Такой вид подвески является примером компромиссов в конструировании автомобилей. Преимуществами является небольшая стоимость и относительная простота конструкции, недостатками – невозможность получения высокого уровня комфорта и управляемости, сложность по сравнению с классической балкой.

Современная тенденция в конструировании автомобилей – применение адаптивных подвесок, регулирующих свои параметры в зависимости от внешних условий и параметров движения. Соответственно, в такой подвеске применяется электронный блок управления, который может регулировать жесткость амортизаторов и высоту упругих элементов, например, подавая или выпуская воздух из пневмобаллонов [2].

От уровня управляемости и устойчивости автомобиля, которую обеспечивает подвеска, зависит безопасность движения автомобиля как по дорогам общего пользования, так и по бездорожью.

Управляемость автомобилей в значительной степени зависит от взаимодействия колес с дорожным покрытием. На деформируемых грунтах, таких как песок, гравий и грунтовые дороги, шины транспортных средств погружаются в поверхность, что приводит к изменению их контакта с дорогой и существенно влияет на поведение и управляемость автомобиля. Особое значение данная проблема приобретает при движении автотранспортных средств по деформируемым грунтам вследствие существенного изменения характеристик сцепления колес с опорной поверхностью.

В ходе испытаний установлено, что даже при движении с относительно невысокими скоростями (до 50 км/ч) на деформируемом грунте наблюдается значительное ухудшение таких показателей управляемости, как радиус поворота, отклонение от заданной траектории, амплитуда раскачивания кузова. При этом наибольшее ухудшение управляемости проявляется у заднеприводных автомобилей – у них радиус поворота увеличивается на 30–50 % по сравнению с твердым покрытием. У полноприводных и переднеприводных автомобилей также наблюдается значительный рост радиуса (на 15–30 %), но менее

выраженный. Кроме того, выявлено, что движение с прицепом по деформируемому грунту приводит к резкому возрастанию отклонений от траектории и снижению курсовой устойчивости автопоезда, что связано с ухудшением сцепления и тягово-сцепных характеристик на мягком грунте.

В данных случаях применяют особые конструкции подвесок для уменьшения количества несчастных случаев как на бездорожье, так и на участках дорог с поврежденным покрытием. Так, на внедорожных автомобилях применяются более мягкая подвеска с увеличенным ходом колес, более мощные направляющие и соединительные элементы. В таких условиях лучше проявляют себя независимые подвески, однако зависимые подвески на классических мостах являются эталоном надежности и живучести [3].

Вне зависимости от конструкции подвески, ее техническое состояние напрямую влияет на способность автомобиля сохранять устойчивость, предотвращать потерю управления и минимизировать риск аварий. Некоторые неисправности подвески критически влияют на безопасность движения. К таким неисправностям можно отнести выход из строя амортизаторов, поломку пружин, разрушение шаровых опор, ступичных подшипников, а также деформацию рычагов.

В случае поломки амортизаторов автомобиль может чувствительно реагировать на неровности дороги, раскачиваться, что приводит к заносам, а также вызывает вибрацию или тряску. Для первичной оценки состояния амортизаторов можно визуально осмотреть их на наличие утечек масла. Появление следов масла говорит о нарушении герметичности, и такой амортизатор требует замены. Также применяют метод раскачки автомобиля на месте вручную, и по скорости затухания колебаний судят о состоянии амортизаторов. Рычаги подвески обычно не подвержены поломкам при нормальной эксплуатации автомобиля. Однако в случае превышения нагрузок, например при частой эксплуатации автомобиля на неровных участках дорог, рычаги подвески могут деформироваться, что приводит к нарушению геометрического расположения колес. Кроме этого, при такой эксплуатации быстро выходят из строя соединительные элементы подвески, такие как сайлентблоки и шаровые опоры. Основным признаком деформации рычагов подвески является увод автомобиля в сторону при движении по прямой. Все эти неисправности приводят к ухудшению управляемости, появлению стуков, неравномерному износу шин, а также к увеличению тормозного пути, что является причиной опасных ситуаций на дорогах.

Наиболее опасными являются неисправности, приводящие к полной потере управления, заклиниванию или даже отрыву колеса. Это в первую очередь разрушение шаровых опор, ступичных подшипников или рулевых тяг. При таких разрушениях сохранить управление автомобилем практически невозможно, что приводит к серьезным ДТП. Эти неисправности развиваются, как правило, не спонтанно, а как следствие чрезмерного износа вышеперечисленных элементов. Чтобы предотвратить такие случаи, необходимо тщательно и регулярно проводить диагностику и техническое обслуживание подвески автомобиля.

Конструкция и характеристики подвески существенно влияют на безопасность движения автомобиля, так как обеспечивают связь между дорожным покрытием и кузовом. Любая подвеска – это компромисс между такими характеристиками, как устойчивость, мягкость, управляемость и комфорт. Независимые подвески, как правило, обеспечивают лучшие характеристики, но имеют высокую сложность и стоимость. Зависимые подвески с мостами и балками отличаются низкой стоимостью и высокой надежностью ввиду своей простоты. Независимо от конструкции, неисправности в подвеске приводят к аварийным ситуациям, поэтому регулярное обслуживание и своевременный ремонт подвески – залог надёжности и безопасности автомобиля.

Список литературы

1 **Базарбаева, А. К.** Обзор конструктивных решений подвески автомобиля / А. К. Базарбаева // Молодежь и наука. – 2018. – № 1. – С. 7.

2 **Бекенов, Т. Н.** Влияние конструкции подвески автомобилей на безопасности их движения на повороте и других маневрах / Т. Н. Бекенов, А. Маратқызы // Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения : материалы X Междунар. науч.-практ. конф., Нур-Султан, 17 марта 2022 г. / сост.: Г. Т. Мерзадинова, Т. Б. Сулейменов, Т. Т. Султанов. – Нур-Султан : Евразийский национальный университет им. Л. Н. Гумилева, 2022. – С. 165–170.

3 **Семьин, М. В.** Влияние деформируемого грунта на управляемость автомобилей / М. В. Семьин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. – 2023. – Т. 15, № 4. – С. 158–165.