

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ С ПОМОЩЬЮ ПОЛУЧАЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ ОБЪЕКТОВ ДВИЖЕНИЯ

Р. Н. Егоров, Д. А. Недорезов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс формирования и использования информационных потоков в системах подвески транспортных средств, развитие информационных технологий и систем подвески со встроенными датчиками и методы сбора данных. Кроме того, в статье рассмотрена возможность осуществления сбора данных о состоянии дорожного полотна в режиме реального времени, как для последующей выработки безопасных траекторий движения машины, так и для скорейшего и качественного ремонта дорог.

Ключевые слова: безопасность, подвеска, неровности дороги, информационные потоки.

MONITORING THE CONDITION OF THE ROAD SURFACE USING INFORMATION RECEIVED FROM TRAFFIC OBJECTS

R. N. Egorov, D. A. Nedorezov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Abstract. This article examines the process of forming and using information flows in vehicle suspension systems. The development of information technology and suspension systems with integrated sophisticated sensors and data collection methods. In addition, the article considers the possibility of collecting data on the condition of the roadway in real time, both for the subsequent development of safe vehicle trajectories and for the fastest and high-quality road repairs.

Keywords: safety, suspension, road bumps, information flows.

Формирование и использование информационных потоков в системах подвески транспортных средств имеют решающее значение для повышения производительности, комфорта и безопасности. Элементы подвески транспортных средств предназначены для изоляции шасси и пассажиров от неровностей дороги, обеспечивая плавность хода с помощью таких компонентов, как пружины и амортизаторы [1, 2].

С развитием технологий в современные системы подвески были встроены сложные датчики и реализованы методы сбора данных, что позволяет осуществлять мониторинг в режиме реального времени и адаптивно корректировать настройки подвески в зависимости от меняющихся дорожных условий [3, 4, 8].

Примечательно, что интеграция этих информационных потоков привела к разработке адаптивных систем подвески, которые используют данные в реальном времени для оптимизации динамики автомобиля.

Геолокация транспортного средства в режиме реального времени позволяет получать точные координаты неровностей на дорожном полотне. Важнейшей особенностью получаемой информации должно быть текущее состояние дороги в пятне контакта каждого конкретного колеса. Системы используют различные датчики для сбора информации о дорожном покрытии и поведении автомобиля, и способны в дальнейшем динамически регулировать характеристики подвески и повышать качество езды и управляемость [5, 6, 7].

Однако использование сложных информационных потоков также создаёт проблемы и противоречия, связанные с надёжностью, стоимостью и обслуживанием таких передовых систем. Сложность этих технологий безусловно может привести к увеличению расходов на ремонт и потенциальным сбоям в критических ситуациях, если их не обслуживать, учитывая эксплуатацию [7, 10].

Тем не менее, преимущества, в том числе улучшенный комфорт, улучшенная управляемость и повышенная безопасность, подчёркивают важность информационных потоков в современных системах транспортных средств [6].

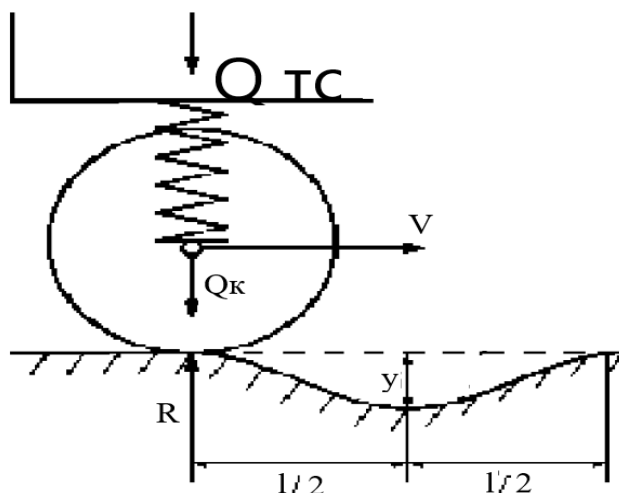


Рисунок 1 – Схема согласованности колеса с покрытием

Система подвески транспортного средства играет важную роль в изоляции шасси и пассажиров от внезапных вертикальных смещений, вызванных неровностями дорожного покрытия [1].

Отслеживать перемещения подвески возможно линейными датчиками, учитывая коэффициент динамичности K_d :

$$K_d = 1 + \frac{2\pi^2 v^2 y}{gl} + \frac{Q_k}{Q_{tc} + Q_k}, \quad (1)$$

где y – вертикальный размер неровности,

l – длина участка неровности,

g – ускорение свободного падения,

Q_{tc} , Q_k – подрессоренная и неподрессоренная массы транспортного средства.

Возможен учет бесконтактным способом: магнитострикционные датчики, ультразвуковые и пр.

Современные системы подвески всё чаще полагаются на сложные датчики и системы сбора данных для мониторинга условий в режиме реального времени. Эти датчики собирают данные о неровностях дорожного покрытия, скорости транспортного средства и действиях водителя, что позволяет адаптивно корректировать настройки подвески, а также возможно, траекторию движения. Например, интеграция технологии LIDAR позволяет транспортным средствам точно измерять контуры дороги, повышая способность подвески динамически реагировать на изменения рельефа, а также поможет совместно с геолокацией машины в режиме реального времени закрепить информацию о конкретной неровности дорожного полотна на электронной карте [4].

Эффективная связь между различными компонентами системы подвески имеет решающее значение, в том числе и для сбора информации о неровностях под каждым конкретным колесом. Данные, собранные датчиками, передаются в центральный блок управления, который обрабатывает информацию и отправляет команды для соответствующей настройки подвески и записывает с привязкой к геолокации характеристики неровностей в пятне контакта всех опорных колес с дорожным полотном. Такая координация системы позволяет автомобилю адаптироваться к различным дорожным условиям. Эта возможность регулировки в реальном времени обеспечивает лучшую управляемость при динамических манёврах, делая вождение более приятным и безопасным [5, 9].

Эти данные в режиме реального времени имеют решающее значение для поддержания устойчивости автомобиля и комфорта пассажиров, поскольку позволяют системе регулировать уровень амортизации в зависимости от текущих условий вождения. Вместе с тем поможет в оценке состояния дорожного полотна в пятне контакта колеса с дорогой, а при наличии большего числа датчиков и всей полосы движения.

Поток информации также является неотъемлемой частью взаимодействия между системой подвески и системами управления транспортным средством. Усовершенствованные алгоритмы, такие как диагональные рекуррентные нейронные сети (DRNN), могут обрабатывать поступающие данные для оптимизации работы полуактивных систем подвески [4].

Регулируя реакцию подвески и траекторию движения в режиме реального времени, эти системы управления могут значительно улучшить качество езды и управляемость, кроме того, увеличат ресурс элементов подвески. Благодаря этой интеграции создается непрерывная обратная связь, которая обеспечивает оперативное реагирование на любые изменения условий вождения, что делает езду более безопасной и комфортной, в том числе и за счет накопленной информации о неровностях и их характеристиках на автомобильных дорогах с привязкой к местоположению на электронной карте [4].

Отклонения качества дорожного полотна от стандарта при наличии постоянно актуализирующейся базы данных от движущихся объектов, позволит дорожным службам оперативнее и точнее решать задачи по поддержанию дорожного полотна в требуемом ГОСТ Р 50597-2017 состоянии.

Улучшение состояния дорожного полотна позволит снизить число неисправностей транспортных средств, аварийность и позволит экономить владельцам транспорта на ремонте подвески и шин.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Егоров, Р. Н. Обеспечение качества перевозки мелкопартионных грузов автомобильным транспортом / Р. Н. Егоров, А. Н. Журилин // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 3. – С. 62-67.
2. Техническая эксплуатация автомобилей / О. Н. Дидманидзе, А. А. Солнцев, Д. Г. О. Асадов, В. С. Богданов, Е. П. Парлюк, С. А. Иванов, Н. Н. Пуляев, Г. Е. Митягин, В. В. Сильянов. – М. : ФГБНУ «Росинформмагротех», 2017. – 564 с.

3. Егоров, Р. Н. Обоснование выбора и оснащенности подержанного коммерческого транспорта / Р. Н. Егоров, А. Н. Журилин, Т. А. Паршикова // Международный технико-экономический журнал. – 2015. – № 6. – С. 87-91.
4. Егоров, Р. Н. Основы транспортных технологий и систем на транспорте / Р. Н. Егоров, Ю. С. Коротких. – М. : ООО «Автограф», 2021. – 220 с.
5. Shot lot transportation by road transport / R.N. Egorov, Yu.S. Korotkikh, O.V. Vinogradov, V.G. Ryabchikova // В сборнике: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering. – Krasnoyarsk, 2021.
6. Механизация растениеводства (термины и определения) : учебное пособие / Н. В. Алдошин, М. А. Мехедов, В. И. Пляка, И. Н. Гаспарян. – М. : ООО «Сам Полиграфист», 2021. – 260 с.
7. Дидманидзе, О. Н. Основы работоспособности и надежность технических систем / О. Н. Дидманидзе, Е. П. Парлюк, Н. Н. Пуляев. – М. : Учебно-методический центр «Триада», 2020. – 232 с.
8. Работоспособность технических систем : учебник для ВУЗов по изучению дисциплины / С. К. Тойгамбаев, О. Н. Дидманидзе, А. С. Апатенко [и др.]. – М. : Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 2022. – 379 с.
9. Чепурин, А. В. Организация фирменного сервиса отечественной сельскохозяйственной техники / А. В. Чепурин, Е. Л. Чепурина, Д. Л. Кушнарева // Сельский механизатор. – 2023. – № 4. – С. 40-43.
10. Парлюк, Е. П. Совершенствование организации технического сервиса машин и оборудования / Е. П. Парлюк, Д. Л. Кушнарева // Сельский механизатор. – 2023. – № 3. – С. 38-40.

Об авторах:

Егоров Роман Николаевич, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», egorov@rgau-msha.ru.

Недорезов Данил Алексеевич, магистрант, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева».

About the authors:

Roman N. Egorov, Cand.Sc. (Engineering), associate professor, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, egorov@rgau-msha.ru.

Danil A. Nedorezov, master's student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy.