

ДИАГНОСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРЕДНЕГО МОСТА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Ехомов А.В.

Научный руководитель – к.т.н., профессор Гринцевич В. И.
Сибирский федеральный университет

Исправное техническое состояние транспортного средства является залогом безопасности дорожного движения. Техническое состояние элементов переднего моста, включая рулевой привод, играет одну из самых важных ролей в обеспечении безопасной эксплуатации автомобиля.

Появление неисправностей в этих элементах вызывает ухудшение управляемости и устойчивости, проявляющиеся в рыскании и уводе автомобиля, т. е. самопроизвольного отклонения автомобиля от направления прямолинейного движения. При этом увеличивается сопротивление качению шин, что связано с повышением интенсивности изнашивания шин и увеличением расхода топлива.

Интегральным показателем технического состояния элементов переднего моста, включая привод рулевого управления, является суммарный люфт рулевого колеса. Однако этот показатель не позволяет локализовать конкретные неисправности моста.

В настоящее время диагностирование рассматриваемых объектов производится вручную или на стендах, так называемых люфт-детекторах. Неисправности выявляют при принудительном покачивании переднего колеса автомобиля. При использовании стенда на колеса передаются динамические нагрузки в различных направлениях. Это имитирует условия движения автомобиля по дороге со сложным профилем.

Однако при всех этих способах люфты в элементах моста определяют лишь использованием лишь органолептических методов. Поэтому результаты диагностирования носят субъективный характер и зависят напрямую от квалификации обслуживающего персонала. Процесс постановки диагноза довольно трудоемок.

Это обстоятельство обуславливает необходимость разработки способа, позволяющего устранить выше перечисленные недостатки диагностирования моста автомобиля. В основу разрабатываемого способа положено использование математической модели процесса диагностирования объектов [1]:

$$V=F(W), \quad (1)$$

где V – структурный параметр технического состояния диагностируемого объекта (элемента моста транспортного средства); W – диагностический сигнал; F – оператор связи структурного параметра и диагностического сигнала. При этом рассматривается преобразование функции технического состояния W в обобщенную функцию сигнала V .

Преобразованная зависимость (1) диагностического сигнала S от значений люфтов x_i в элементах переднего моста имеет вид:

$$S = \varphi (x_1, x_2, \dots, x_m). \quad (2)$$

Преобразованное выражение (2) в развернутом виде:

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= \varphi_1(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ S_2 &= \varphi_2(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ S_3 &= \varphi_3(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ &\dots\dots\dots \\ S_n &= \varphi_n(x_1, x_2, \dots, x_m). \end{aligned} \right\} . \quad (3)$$

Условием существования решения системы (3) является допущение, что функции φ_j непрерывны и дифференцируемы в области задания по каждому из своих аргументов. Система имеет единственное решение ($x_1 = \dots$; $x_2 = \dots$; $x_3 = \dots$; $x_m = \dots$) при количестве независимых диагностических сигналов $n \geq m$ (количества независимых структурных параметров).

Специфика функционирования диагностируемых элементов переднего моста автомобиля предполагает разброс величины диагностического сигнала при одинаковом наборе влияющих факторов. Поэтому для решения системы относительно x_i принципиально возможно подобрать достаточное число уравнений $S_j = \Psi_j(x_1, x_2, \dots, x_m)$ и подобрать наилучшим образом значения x_i таким образом, чтобы каждое из этих уравнений в какой-то степени приближалось к уравнению $S_j = \varphi_j(x_1, x_2, \dots, x_m)$ в системе (3). Для этого следует перейти от системы (3) к системе (4).

При этом система уравнений будет иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= \Psi_1(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ S_2 &= \Psi_2(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ S_3 &= \Psi_3(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ &\dots\dots\dots \\ S_n &= \Psi_n(x_1, x_2, \dots, x_m). \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Определение люфтов x_i в системе уравнений предусматривает ввод возмущений путем исключения влияния отдельных элементов системы на выходной сигнал S_j . При этом следует соблюдать определенный порядок отключения элементов, включая и различные сочетания отключаемых элементов. В последнем случае нет необходимости в техническом обеспечении отключения каждого элемента x_i системы.

Используемая для практической реализации модель системы с учетом представления системы (4) имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= a_1 \cdot (x_{10} + \Delta x_1) + a_2 \cdot (x_{20} + \Delta x_2) + \dots + a_m \cdot (x_{m0} + \Delta x_m); \\ S_2 &= a_1 \cdot x_{10} + a_2 \cdot (x_{20} + \Delta x_2) + \dots + a_m \cdot (x_{m0} + \Delta x_m); \\ S_3 &= a_1 \cdot (x_{10} + \Delta x_1) + a_2 \cdot x_{20} + \dots + a_m \cdot (x_{m0} + \Delta x_m); \\ &\dots\dots\dots \\ S_n &= a_1 \cdot (x_{10} + \Delta x_1) + a_2 \cdot (x_{20} + \Delta x_2) + \dots + a_m \cdot x_{m0}; \end{aligned} \right\}, \quad (5)$$

где a_i – коэффициенты чувствительности [2], определяемые заранее для конкретной модели автомобиля расчетом по результатам измерений между базовыми элементами переднего моста автомобиля x_{i0} – величина люфта i -го сопряжения при его исправном состоянии; Δx_i – величина приращения люфта i -го сопряжения в результате его износа.

Значение коэффициента a_i принято обратно пропорциональным расстоянию между контролируемым элементом моста и центром пятна контакта колеса с поверхностью площадки люфт-детектора.

Процесс диагностирования элементов моста с использованием модели (системы 5) сопровождается, как указано выше, поочередным отключением элементов (или их сочетаний) путем дистанционного управления режимами функционирования устройств, позволяющими устранять повышенные зазоры в конкретных сочленениях и при этом не препятствовать нормальному функционированию сопряженных базовых элементов моста автомобиля.

При исправном состоянии рулевого привода, правильной регулировке подшипников ступиц и нормальном давлении в шинах суммарный люфт проверяемого колеса составит:

$$S_i = a_0,$$

где $a_0 = a_1 \cdot x_{10} + a_2 \cdot x_{20} + \dots + a_m \cdot x_{m0}$.

В первом приближении примем: $x_{10} = x_{20} = x_{30} = \dots x_{m0}$.

Тогда $x_{i0} = \sum_{i=1}^m a_i / m$. При этом следует иметь в виду, что отклонение принятых

значений x_{i0} от фактических значений люфтов в элементах моста окажет влияние лишь на величину систематической ошибки и не скажется на результатах диагноза.

Диагностируемые люфты x_i обусловлены величиной начального люфта x_{i0} и его приращения Δx_i в результате износа сопряжений:

$$x_i = x_{i0} + \Delta x_i. \quad (6)$$

Следует учесть, что с учетом допущений в системе (4), система (5) может не иметь аналитического решения. Поэтому поиск решения, определение значений диагностируемых структурных параметров, как указано выше, производят подбором оптимальных зна-

чений Δx_i при помощи стандартных программ современного компьютера, позволяющих максимально возможно соблюсти равенства в уравнениях системы (5).

В результате получают значения Δx_i , которые с учетом выражения (6) позволяют определить значения люфтов конкретных элементов объекта: $x_1 =$; $x_2 =$; $x_3 =$; $x_m =$.

Полученные значения x_i сравнивают с эталонными значениями люфтов x_{i0} . Вывод о наличии повышенных люфтов производится на основании требований, предъявляемых к техническому состоянию объекта вводом соответствующего допустимых коэффициентов превышения нормальных значений структурных параметров.

Процесс диагностирования элементов при горизонтальном и вертикальном перемещениях автомобильного колеса требуют составления отдельных систем уравнений.

Перечень диагностируемых базовых элементов (контрольных точек), к примеру, при горизонтальном перемещении боковой поверхности колеса переднеприводного автомобиля (см. рис. 1) составляет:

Рисунок –схема

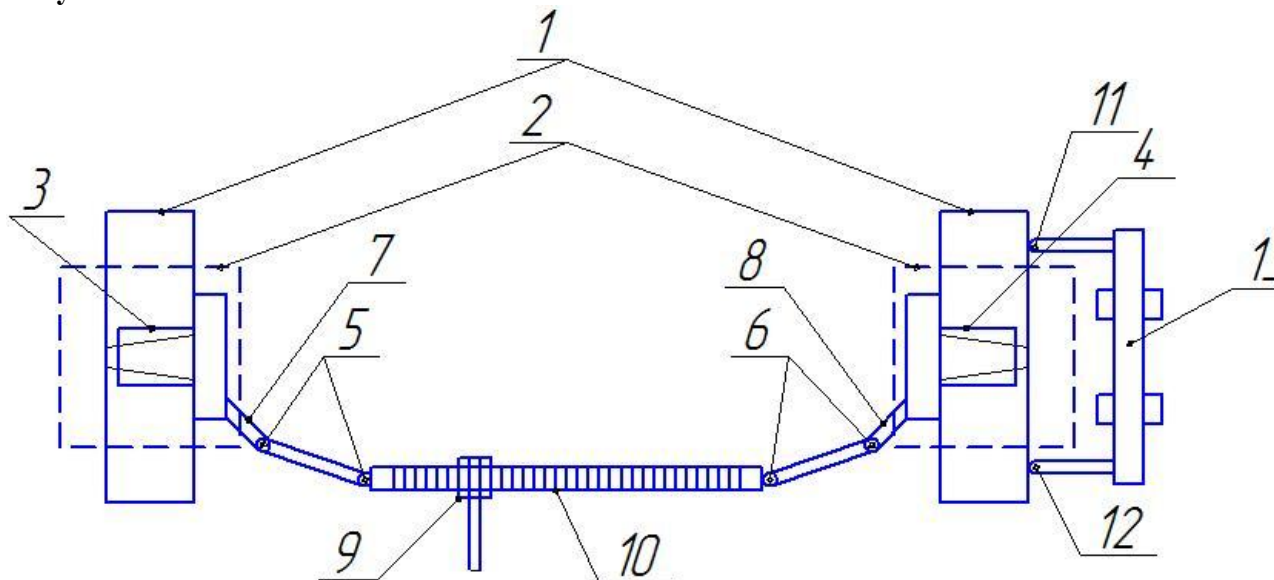


Рисунок 1 – Схема определения люфтов в горизонтальной плоскости:

1 – передние колеса автомобиля; 2 – подвижные площадки люфт-детектора; 3,4 – ступичные подшипники передних колес; 5 – шаровые пальцы левой рулевой тяги; 6 – шаровые пальцы правой рулевой тяги; 7,8 – поворотные кулаки; 9 – шестерня с рулевым валом; 10 – рулевая рейка; 11,12 – датчики измерения люфта; 13 – стойка крепления датчиков.

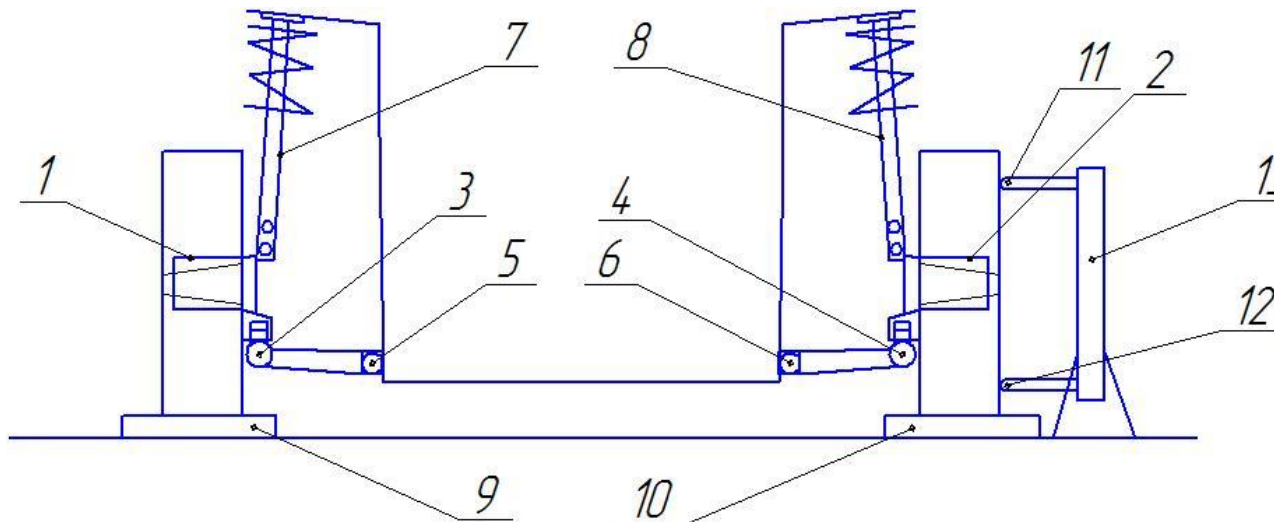


Рисунок 2 – Схема определения люфтов в вертикальной плоскости:

1,2 – ступичные подшипники левого и правого колеса; 3,4 – нижние шаровые опоры; 5,6 – сайлент-блоки нижних рычагов; 7,8 – телескопические стойки в сборе; 9,10 – подвижные площадки люфт-детектора; 11,12 – датчики измерения люфта; 13 – стойка крепления датчиков.

Практическое определение структурных параметров и их локализация осуществляется по величине смещений датчиков, сопряженных с ободом (диском) автомобильного колеса или выступающими боковыми поверхностями шины. Переднее колесо автомобиля перемещается в горизонтальной или вертикальной плоскостях при движении площадок люфт-детектора в различных направлениях. В качестве устройств, для преобразования смещений колеса в диагностические сигналы, могут использоваться элементы, аналогичные, к примеру, элементам конструкции люфтомера ИСЛ-401м.

Разрабатываемый способ определения величин зазоров в сопряжениях моста автомобиля автоматизирует процесс диагностирования. Применение этого способа на практике позволит достаточно точно и объективно определить неисправное сопряжение, а также значительно сократить трудоемкость проведения диагностических работ. Способ приемлем для классической компоновки легкового автомобиля, а также для автобусов и грузовых автомобилей.

Достоинством разрабатываемого способа является простота его использования, поскольку диагностирование производится на имеющихся постах, оснащенных люфт-детекторами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цикерман, Л. Я. Автоматическая диагностика и прогнозирование технического состояния автомобиля / Л. Я. Цикерман, М. Л. Брайнин, В. И. Пал, А. Л. Шадур. – М.: Высшая школа. 1972. – 271 с.
2. Говорущенко, Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей / Н. Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1970. – 256 с.

Регистрационная карта участника

Фамилия Ехомов *Имя* Александр *Отчество* Владимирович
Вуз Сибирский федеральный университет, Политехнический институт
Адрес для переписки Красноярск, ул. Киренского, 20, корп. «В»
Тел.: 24-92-74

Название доклада Диагностика элементов переднего моста легкового автомобиля
Секция Транспортные системы