

ДИАГНОСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ ПЕРЕДНЕГО МОСТА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Рукоуев Д.П., Федоров И.А.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Гринцевич В.И.

Сибирский федеральный университет

Люфты в элементах рулевого управления и подвески оказывают значительное влияние на эксплуатационные показатели автомобиля. При возникновении люфтов ресурс узла резко снижается вследствие возникновения в нем динамических нагрузок, что может привести к его разрушению, а это в свою очередь вызывает увеличение эксплуатационных затрат за счет сокращения срока службы сопрягаемых элементов.

Большие зазоры в шарнирах передней подвески автомобиля обуславливают:

- ухудшение управляемости автомобиля (за счет возникновения поперечных колебаний колес), что отрицательно влияет на безопасность дорожного движения;
- значительное увеличение износа шин (за счет нарушения углов установки колес износ шин может увеличиться в 2–5 раз);
- снижение топливной экономичности автомобиля, из-за появления дополнительного сопротивления качению.

В данный момент в сфере обслуживания автомобилей для выявления и устранения повышенных зазоров в сопряжениях рулевого управления и элементов подвески, используются стенды и приспособления нескольких конструкций. Общими их недостатками следует признать:

- ограниченное количество контролируемых параметров;
- невозможность объективной локализации повышенных зазоров в связи с визуальной оценкой технического состояния сочленений;
- высокая трудоемкость способа поэлементной диагностики;
- осуществление оценки технического состояния либо визуально, либо по суммарному люфту рулевого управления, что может привести к неверному заключению.

В настоящее время диагностику сопряжений переднего моста осуществляют вручную или с помощью люфт-детекторов.

В первом случае величину перемещений сопрягаемых элементов определяют органолептическими методами при покачивании рулевого колеса (или самого автомобильного колеса в горизонтальной и вертикальной плоскостях) или используют приборы с потенциометрическими датчиками, число которых равно количеству контрольных точек, или применяют механические приборы с индикаторами часового типа. Это связано с повышенной трудоемкостью процесса и предъявляет высокие требования к квалификации исполнителя.

Люфт-детекторы применяют на современных СТО и в технических центрах при проведении государственного технического осмотра. Они представляют собой гидравлические или пневматические качатели колес. При этом оценка технического состояния по-прежнему производится органолептическими методами, что не позволяет объективно локализовать люфты в сопряжениях ходовой части и рулевого управления.

Теоретической основой предлагаемого способа является использование математической модели, отражающей связь люфтов в шарнирных сочленениях

рулевого привода и смещения элементов боковой поверхности шины при покачивании колеса в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

Теоретическая зависимость диагностического сигнала S_i от значений люфтов x_i в шарнирных элементах переднего моста имеет вид:

$$S_i = \varphi_i(x_1, x_2, \dots, x_m) \quad (1)$$

Система имеет единственное решение: $x_1 = \dots$; $x_2 = \dots$; $x_3 = \dots$; $x_m = \dots$ при количестве независимых диагностических сигналов $n \geq m$.

Функции должны быть непрерывны и дифференцируемы в области задания по каждому из своих аргументов [1].

Для решения системы относительно x_i принципиально возможно подобрать достаточное число уравнений $S_i = \Psi_i(x_1, x_2, \dots, x_m)$, каждое из которых в какой-то степени приближается к уравнению $S_i = \varphi_i(x_1, x_2, \dots, x_m)$.

Для этого следует подобрать значения величин x_i наилучшим образом.

При этом система уравнений будет иметь вид:

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= \Psi_1(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ S_2 &= \Psi_2(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ S_3 &= \Psi_3(x_1, x_2, \dots, x_m); \\ &\dots\dots\dots \\ S_n &= \Psi_n(x_1, x_2, \dots, x_m). \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Решение такой системы уравнений будет иметь место вводом возмущений путем исключения влияния отдельных элементов системы в определенном порядке, включая и различные сочетания элементов. В последнем случае нет необходимости в техническом обеспечении отключения каждого элемента x_i системы.

Используемая для практической реализации модель системы будет иметь вид:

$$\left\{ \begin{aligned} S_1 &= a_0 + a_1(x_{1_0} + \Delta x_1) + a_2(x_{2_0} + \Delta x_2) + \dots + a_m(x_{m_0} + \Delta x_m) \\ S_2 &= a_0 + a_1 \cdot x_{1_0} + a_2(x_{2_0} + \Delta x_2) + \dots + a_m(x_{m_0} + \Delta x_m) \\ S_3 &= a_0 + a_1(x_{1_0} + \Delta x_1) + a_2 \cdot x_{2_0} + \dots + a_m(x_{m_0} + \Delta x_m) \\ &\dots\dots\dots \\ S_m &= a_0 + a_1(x_{1_0} + \Delta x_1) + a_2(x_{2_0} + \Delta x_2) + \dots + a_m \cdot x_{m_0} \end{aligned} \right. \quad (3)$$

где a_i коэффициенты чувствительности [2], определяемые заранее для конкретной модели автомобиля расчетом по результатам измерений между элементами переднего моста автомобиля;

a_0 – величина сигнала датчиков смещения колеса при исправном техническом состоянии элементов объекта;

x_{i0} – величина люфта i -го сопряжения при его исправном состоянии; Δx_i – величина приращения люфта i -го сопряжения.

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

$$S_i = a_0, \quad (4)$$

где $a_0 = a_1 \cdot x_{10} + a_2 \cdot x_{20} + \dots + a_m \cdot x_{m0}$. (5)

В первом приближении примем:

$$x_{10} = x_{20} = x_{30} = \dots x_{m0} \quad (6)$$

Тогда начальные (для исправного автомобиля) величины люфтов :

$$x_{i0} = \sum_{i=1}^m a_i / m \quad (7)$$

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

$$x_i = x_{i0} + \Delta x_i \quad (8)$$

В результате решения системы уравнений (3) относительно Δx_i получаем значения люфтов элементов объекта: $x_1 =$; $x_2 =$; $x_3 =$; $x_m =$, где $x_i = x_{i0} + \Delta x_i$.

Полученные значения x_i сравнивают с эталонными значениями люфтов x_{i0} .

Оценка наличия повышенных люфтов производится на основании требований, предъявляемых к техническому состоянию объекта.

Системы уравнений составляют отдельно для элементов, диагностируемых при горизонтальном и вертикальном перемещениях автомобильного колеса.

Перечень диагностируемых базовых элементов (контрольных точек) при горизонтальном перемещении боковой поверхности колеса автомобиля: ступичные подшипники; шаровые пальцы рулевых тяг; рулевая сошка; маятниковый рычаг.

Перечень диагностируемых базовых элементов (контрольных точек) при вертикальном перемещении поверхности колеса автомобиля: ступичные подшипники; шаровые опоры (нижние и верхние); сайлентблоки рычагов подвески.

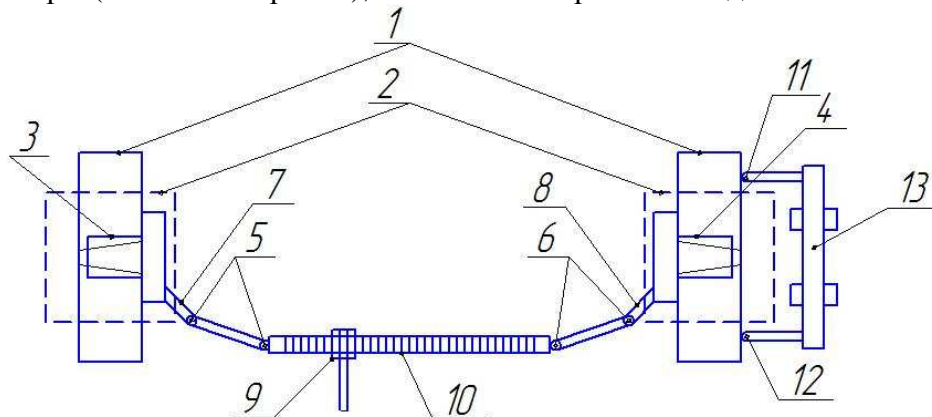


Рисунок 1 – Схема определения люфтов в горизонтальной плоскости

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.

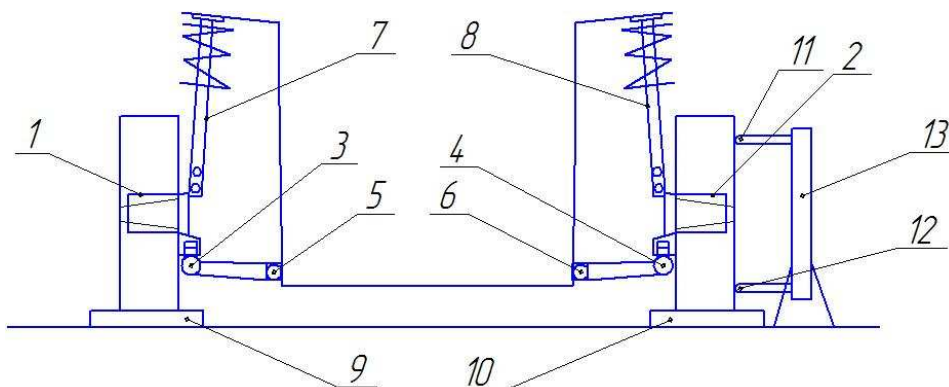


Рисунок 2 – Схема определения люфтов в вертикальной плоскости

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.

Определение величин зазоров и их локализация осуществляется нахождением величины перемещений датчиков, касающихся обода (диска) или боковой поверхности шины автомобильного колеса, в горизонтальной и вертикальной плоскостях при движении площадок люфт-детектора в различных направлениях. При этом используют конструкции фиксирующих элементов и аппаратной части для обработки измеряемых данных.

Заключение

Разрабатываемый метод определения величин зазоров в сопряжениях позволяет автоматизировать процесс диагностирования. Применение этого метода на практике позволит достаточно объективно определить неисправное сопряжение и при этом значительно сократить продолжительность диагностических работ.