

УДК 62-144.3

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Денис Владимирович Топильский

студент

denis.topiskiy@mail.ru

Алена Денисовна Рудакова

студент

alena.rudakova.03@mail.ru

Алексей Викторович Алехин

кандидат технических наук, доцент

alekhinal@bk.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. В статье представлен анализ методов диагностики рулевого управления с фокусом на исследование суммарного люфта как ключевого параметра безопасности. Рассмотрены его нормативное регулирование, методология измерения и диагностическое значение. Проанализировано влияние эксплуатационных факторов и сопутствующие неисправности.

Ключевые слова: рулевое управление, суммарный люфт, диагностика, безопасность.

Рулевое управление относится к числу критически значимых узлов транспортного средства. Работоспособность данной системы оказывает непосредственное воздействие на возможность точного поддержания заданной траектории движения и обеспечения устойчивости транспортного средства [1].

К характерным признакам возникновения неисправностей системы рулевого управления относятся: возникновение люфта, появление посторонних звуков при вращении рулевого колеса, возникновение вибрационных колебаний, неравномерный износ протектора шин, затрудненное вращение рулевого управления, увод автомобиля от заданной траектории движения.

Существуют следующие методы диагностики рулевой системы:

- Визуальный осмотр — первичная и обязательная диагностическая процедура, направленная на выявление явных дефектов. С использованием смотровой ямы или подъемника (без сложного оборудования) проводится проверка видимых компонентов: целостности защитных пыльников рулевых тяг и рейки для предотвращения абразивного износа, герметичности соединений ГУР, надежности креплений механизма, а также отсутствия механических повреждений и деформаций элементов системы [3-4, 6].

- Проверка люфта - процедура измерения свободного хода рулевого колеса (люфт) с целью комплексной оценки состояния системы. Данная методика является фундаментальной и регламентированной для определения общего технического состояния рулевого механизма. Суммарный люфт характеризуется как совокупный угол свободного поворота рулевого колеса, не приводящий к изменению направления движения управляемых колес. Данный параметр аккумулирует в себе все эксплуатационные зазоры, возникающие в кинематических парах системы: в зубчатой передаче «шестерня-рейка» или «червяк-ролик», в шаровых шарнирах рулевых тяг и наконечников, а также в подшипниковых узлах рулевой колонки. Процедура контроля регламентирована стандартом ГОСТ Р 51709-2001 и осуществляется с применением специализированного измерительного прибора - люфтомера.

Обязательным условием для получения достоверных результатов является размещение автомобиля на ровной горизонтальной поверхности с установкой управляемых колес в положение прямолинейного движения. Для транспортных средств, оборудованных гидравлическим или электронным усилителем рулевого управления, необходимо обеспечить работу двигателя в режиме холостого хода [7].

- Проверка усилителя руля — диагностическая процедура оценки работоспособности системы усиления. Для гидравлических систем (ГУР) контролируются уровень и состояние жидкости, натяжение приводного ремня, давление в системе (измеряемое манометром). Снижение давления указывает на износ насоса или утечки. Для электронных систем выполняется компьютерная диагностика. Характерные признаки неисправностей: повышенное усилие на руле, самопроизвольный поворот, посторонний шум.

- Диагностика электронных компонентов — компьютерное сканирование систем управления современных автомобилей, включая электроусилитель руля (ЭУР). Метод предполагает подключение диагностического сканера к разъему автомобиля для считывания кодов неисправностей (DTC) из памяти блока управления. Данная технология позволяет точно локализовать неисправность электронных компонентов без разборки механических узлов.

- Проверка углов установки колес — измерение и регулировка параметров развала, схождения и кастера для обеспечения правильной геометрии подвески и рулевого управления. Диагностика выполняется на специализированном стенде, определяющем углы схождения (Toe), развала (Camber) и продольного наклона шкворня (Caster). Неправильная установка углов вызывает интенсивный неравномерный износ шин и повышение усилия на руле. Полученные данные сравниваются с нормативами производителя с последующей регулировкой при необходимости [1].

- Стендовая диагностика — углубленное тестирование снятых агрегатов (рулевой рейки, насоса ГУР) на специальном стенде, имитирующем рабочие нагрузки. Для рейки проверяют внутренние люфты, усилие перемещения и герметичность уплотнений; для насоса ГУР — производительность и давление на разных оборотах. Метод выявляет износ внутренних компонентов (втулки, сальники, клапаны), определяя целесообразность ремонта или замены узла.

- Тест-драйв — заключительный этап диагностики, проводимый в реальных дорожных условиях. Метод выявляет скрытые дефекты, проявляющиеся только при движении. Не требуя специального оборудования и основываясь на экспертной оценке водителя, тест-драйв остается незаменимым для подтверждения качества ремонта и полного устранения неисправностей.

Суммарный люфт является ключевым диагностическим параметром среди контролируемых характеристик рулевого управления, являясь интегральным показателем общего износа кинематических пар механизма. Он представляет собой угол поворота рулевого колеса до начала изменения направления движения управляемых колес. Превышение нормативных значений приводит к заметному ухудшению реакции на управляющие воздействия, запаздыванию реакции системы и создает прямую угрозу безопасности движения [2].

Нормативное регулирование суммарного люфта

В Российской Федерации предельно допустимые значения суммарного люфта рулевого управления установлены ГОСТ Р 51709-2001:

- легковые автомобили — 10°;
- автобусы — 20°;
- грузовые автомобили — 25° [1].

Производители могут устанавливать более строгие нормативы, указываемые в эксплуатационной документации. Превышение указанных значений запрещает эксплуатацию транспортного средства.

Измерение суммарного люфта проводится с использованием люфтомеров, например, ИСЛ-М, при соблюдении строгих условий:

- установка автомобиля на ровное твердое покрытие;
- положение колес соответствует прямолинейному движению;
- работа двигателя на холостом ходу для транспортных средств с усилителем руля.

Методика включает плавное вращение рулевого колеса в обе стороны до начала поворота управляемых колес с фиксацией углов перемещения. Для достоверности результатов проводятся многократные измерения с последующим расчетом среднего арифметического значения.

Причины увеличения люфта и косвенные признаки:

Основные причины чрезмерного люфта:

- износ рулевых тяг и шаровых наконечников;
- выработка зубчатой пары механизма (шестерня-рейка, червяк-ролик);
- ослабление крепления механизма к кузову;
- износ подшипников колонки и карданных шарниров.

Косвенные признаки: стуки при повороте руля, вибрации, самопроизвольное отклонение от траектории движения.

Характерные неисправности и факторы влияния

К распространенным неисправностям рулевого управления относятся:

- затрудненное вращение руля из-за неисправности усилителя или заклинивания шарниров;
- вибрация на рулевом колесе вследствие дисбаланса колес или завоздушивания системы ГУР;
- повышенный шум при работе усилителя из-за низкого уровня жидкости или износа насоса;

Ресурс системы напрямую зависит от:

- качества дорожного покрытия;

- климатических условий, включая низкие температуры и реагенты.

Согласно статистическим исследованиям, критические нарушения в работе рулевого управления проявляются в среднем после 80 000 км пробега. В этой связи суммарный люфт служит ключевым критерием оценки технического состояния системы. Мониторинг данного параметра должен осуществляться в строгом соответствии со стандартизированной методикой измерений. Превышение установленных нормативных показателей требует незамедлительного проведения диагностических и ремонтных мероприятий. Эксплуатационный ресурс элементов рулевого управления находится в прямой корреляции с условиями эксплуатации. Систематический контроль величины суммарного люфта и сопутствующих характеристик гарантирует поддержание необходимого уровня активной безопасности транспортного средства [7].

Проведённый анализ методов диагностики рулевого управления позволяет нам доказать, что измерение суммарного люфта является главным и регламентированным методом, который служит основным критерием оценки общего технического состояния системы. Превышение установленных норм люфта является прямым показателем критического износа кинематических пар механизма и требует проведения углубленной диагностики рулевого управления. Остальные методы являются вспомогательными и помогают выявить обнаруженные дефекты. Комплексное использование этих методов позволяет обеспечивать необходимый уровень активной безопасности автомобиля.

Список литературы:

1. Алексеев, И.Л. Эксплуатационные свойства автомобилей. Рулевое управление. Калининград: Издательство БГРАФ, 2009. 105 с.
2. Гребенников А. Ю., Крестин М. А., Салмин В. В. Оптимизация конструкции механизма рулевого управления автотранспорта // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: сборник статей XIV Международной научно-практической конференции, Пенза, 26–27 ноября 2020

года. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2020. С. 12-16. EDN NRJXMK.

3. Казаринов И. А., Алехин А. В. Анализ отказов в работе коробки перемены передач трактора Кировец // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск-наукоград, 26–28 октября 2022 года / Под общей редакцией И.П. Криволапова. Мичуринск-наукоград: Мичуринский государственный аграрный университет. 2022. С. 96-99.

4. Мухамеджанов М. М., Алехин А. В. Анализ отказов элементов подвески автомобилей // Наука и Образование. 2022. Т. 5. № 2.

5. Пахомов, А. Н. Способ повышения показателей маневренности полноприводных колесных машин // Научный резерв. 2023. № 3(23). С. 2-10. EDN MQEVNU.

6. Рязанцев Д. К., Алехин А. В. Анализ методов диагностики тормозных систем транспортно-технологических машин // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.

7. Диагностирование и ТО рулевого управления автомобиля // Свердловский колледж – URL: <https://svc-college.ru/wp-content/uploads/2024/03/Диагностирование-и-ТО-рулевого-управления-автомобиля.pdf>

UDC 62-144.3

ANALYSIS OF CAR STEERING DIAGNOSTIC METHODS

Denis V. Topilsky

student

denis.topiskiy@mail.ru

Alina D. Rudakova

student

alena.rudakova.03@mail.ru

Alexey V. Alekhine

candidate of technical sciences, associate professor

alekhinal@bk.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. The article presents an analysis of steering diagnostic methods with a focus on the study of total backlash as a key safety parameter. Its regulatory regulation, measurement methodology and diagnostic significance are considered. The influence of operational factors and related malfunctions is analyzed.

Keywords: steering, total backlash, diagnostics, safety.

Статья поступила в редакцию 24.10.2025; одобрена после рецензирования 20.12.2025; принята к публикации 29.12.2025.

The article was submitted 24.10.2025; approved after reviewing 20.12.2025; accepted for publication 29.12.2025.