

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

*Восточно-Казахстанский Государственный Технический Университет
им. Д. Серикбаева*

УДК 629.331.083

На правах рукописи

ЛОСЕВСКОЙ ДМИТРИЙ НИКОЛАЕВИЧ

**«Исследование влияния эксплуатационных и конструктивных
факторов измерительного оборудования на качество
диагностирования систем автомобиля»**

6N0713 – Транспорт, транспортная техника и технологии

Автореферат по диссертации на соискание академической степени
магистра наук

Научный руководитель
к.т.н, доцент Завалко А.Г.

Республика Казахстан
г. Усть-Каменогорск, 2010

Актуальность работы

Повышение качества диагностирования автомобилей, в значительной мере зависит от точности и достоверности диагноза. Для достижения высокого результата диагностирования, прежде всего, следует добиться исключения ошибок диагностирования. Ошибки диагностирования (1-го и 2-го рода) приводят к линейным отказам и ДТП или излишним затратам на ремонт и регулировки.

Анализ показал, что правильная геометрия колес обеспечивает реализацию высоких эксплуатационных свойств автомобилей. По данным ОЛД МАДИ 45-60% автомобилей эксплуатируется с отклонением от нормы схождения передних колёс, при этом отклонение от нормы на 1 мм даёт 3-4% перерасхода топлива, а в среднем автомобиле с нарушенной геометрией колес перерасходуют топливо на 10-20 %. Кроме того, геометрия колес в значительной мере влияет на активную безопасность, износ шин и эмиссию вредных веществ в атмосферу.

С другой стороны анализ современного состояния организации, технологии и оборудования постов диагностирования геометрии колес показывает, что далеко не все станции технического обслуживания, обеспечивают качественное предоставление услуг, обеспечивающее контроль и регулировку диагностических параметров с необходимой точностью. Метрологические характеристики оборудования для измерения углов установки колёс не поддерживаются на требуемом уровне, более того значительная часть СТО вообще не оснащена средствами для юстировки и поверки стандов. Также можно сказать, что технология диагностических работ далеко не всегда соответствует требованиям нормативной документации, зачастую не выполняются важные операции, обеспечивающие точное и достоверное измерение диагностических параметров. Учитывая влияние углов установки колес на эксплуатационные свойства автомобиля и большие затраты труда и материальных ресурсов при выполнении ремонтно-профилактических работ, выполняемых на основе диагностической информации, становится очевидным актуальность исследований по данной тематике.

Цель исследования – Оценка влияния эксплуатационных и конструктивных факторов диагностической системы на качество диагностирования геометрии колес автомобиля.

Объекты исследования – Диагностическая система геометрии колёс, средства диагностирования, объект диагностирования, алгоритм выполнения работ.

Рабочая гипотеза – Внешние факторы, обусловленные конструкцией оборудования и технологией диагностических работ, в реальных условиях меняются, и их вариация может в значительной степени оказывать влияние на качество диагностирования.

В этой связи, было сделано предположение, что, исследовав влияние эксплуатационных и конструктивных факторов на показатели качества

диагностирования, можно выявить наиболее важные из них, и повысить качество диагностирования как услуги, путем управления этими факторами.

Задачи исследования:

1. Провести сравнительный анализ оборудования для измерения углов установки колес и выявить наиболее важные характеристики.
2. Определить главные показатели качества диагностирования и способы их количественные оценки.
3. Проанализировать систему формирования погрешностей при измерении параметров установки колес автомобиля.
4. Оценить показатели качества диагностирования при различных уровнях организации работ, оборудования, технологии и квалификации персонала.

Методы исследования:

- Анализ априорной информации;
- Активный и пассивный эксперимент по определению уровня и влияния факторов на показатели качества диагностирования;
- Статистическая обработка и анализ экспериментальных данных, аналитическое моделирование.

Апробация результатов исследования: Основные положения диссертации обсуждались на научно-технической конференции и опубликованы в статье «Оценка погрешности измерений при диагностировании геометрии колёс». Материалы IX Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана». Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, 2009. – часть II. – с. 125-128.

Структура и объём работы: Диссертация состоит из введения, основной и расчётной части, заключения, списка литературы. В работе присутствуют 29 рисунков и 12 таблиц.

В первой главе диссертационного исследования рассматривается оборудование для диагностирования геометрии колёс легковых автомобилей.

Диагностическое оборудование является одним из важных факторов, от которого зависят результаты диагностирования. Наиболее важными показателями качества диагностирования являются точность, достоверность результата и время диагностирования.

Исходя из особенностей выполнения диагностирования как оказания услуги, можно сформулировать показатели характеризующие качество процесса диагностирования. Выделим наиболее важные из них.

Для достижения высокого результата диагностирования, прежде всего, следует добиться исключения ошибок диагностирования. Ошибки диагностирования (1-го и 2-го рода) приводят к снижению эксплуатационных

показателей: повышенному расходу топлива, износам шин, линейным отказам и ДТП или излишним затратам на ремонт и регулировки. Главная причина ошибок и низкой достоверности диагностирования – высокая погрешность измерений, обусловленная различными факторами.

Другим важным фактором повышения качества диагностирования является сокращение времени простоя автомобиля на посту диагностирования т.е. продолжительности диагностирования. Следующим значимым фактором качества диагностирования является полнота технического диагностирования. По ГОСТ 20911-89 и затраты «живого» труда на диагностирование.

В работе был проведен сравнительный анализ используемых на данный момент стендов для диагностирования углов установки колёс автомобилей. Данный анализ показал, что инфракрасные и трёхмерные стенды компьютерные стенды в значительной степени превосходят другие модификации оборудования для диагностирования углов установки колёс. Основные преимущества инфракрасных компьютерных стендов следующие: использование инфракрасных лучей вместо кордов позволяет существенно повысить точность и удобство измерений; инфракрасные датчики DSP 508 позволяют измерять схождение с точностью до 1'. Цифровая обработка датчиков схождения гарантирует большую надежность и стабильность показаний, что при аккуратном обращении гарантирует минимум обращений за калибровкой системы. Примером такого стенда может служить стенд: *Hunter 511* с инфракрасной измерительной системой.

Ещё более интересным оборудованием является стенд *Hunter S 811 DPS 600* с фотоэлементами и камерами. Его отличие в том, что на дисках колёс исследуемого автомобиля закрепляются не измерительные блоки с датчиками, а светоотражающие экраны-мишени с нанесёнными на них метками. Человеческий фактор при работе на этом стенде сведён к минимуму. Датчики DSP600 имеют ряд неоспоримых преимуществ перед датчиками обычного типа. Мишень состоит только из корпуса и пластины, что делает ее гораздо легче. В случае случайных механических воздействий на датчики - мишени повреждения маловероятны в виду отсутствия электроники и движущиеся детали в них.

Одной из важных задач работы было провести исследование влияния различных факторов (эксплуатационных и конструктивных) на точность измерений диагностических параметров и точность установки регулируемых в эксплуатации параметров. Из литературных источников [3] известно, что точность измерений характеризует степень приближения результатов измерений к действительному значению измеряемой величины. Точность измерения оценивают величиной погрешности. Чем меньше погрешность, тем выше точность измерений.

Определение погрешности. В зависимости от характеристик измеряемой величины для определения допустимой случайной погрешности

измерений используют различные методы. Наиболее эффективным методом считается метод определения средней квадратичной погрешности (экспериментальное стандартное отклонение среднего значения [3]).

$$S_{\alpha_i} = \sqrt{\frac{\Delta\alpha_1^2 + \Delta\alpha_2^2 + \dots + \Delta\alpha_n^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum \Delta\alpha_i^2}{n-1}} \quad (1)$$

Здесь n – число измеренных значений;

$\Delta\alpha_i$ – абсолютные погрешности отдельных измерений.

В работе рассмотрены более подробно факторы, вызывающие погрешность при замере углов установки колёс.

Влияние неравномерности площадки и перекосов платформы подъёмников на погрешность измерения углов установки колёс.

С целью изучения влияния неравномерности площадки и перекосов платформы подъёмников на погрешность углов установки колёс, был проведён натурный эксперимент. В ходе исследования была набрана статистика неровности площадок и перекосов платформ на станциях технического обслуживания города Усть-Каменогорска.

Эта статистика показывает, что горизонтальность поверхности площадок, на которых производятся работы по регулировке, далеко не совершенна. Максимальное отклонение уровня одной стороны площадки относительно другой составило 14 мм. А наиболее «ровная» площадка пришлась на разницу 3 мм. Та же тенденция обстоит и с перекосом платформ, максимальная разница составила 9 мм, а минимальная 3 мм.

На основании выполненного исследования установлено, что неровность площадки и перекос платформы подъёмников дают значительную погрешность при замерах углов геометрии колёс. А именно $0,58^\circ$ и $0,37^\circ$ погрешности при замере угла развала на площадках и платформах подъёмников с максимальным перекосом. И $0,28^\circ$ и $0,18^\circ$ погрешности при замере угла продольного наклона шкворня с максимальной неровностью площадок и платформ подъёмников соответственно.

Влияние биения дисков на погрешность измерения угла развала колёс.
Проверка биения производилась непосредственно на автомобиле (можно также производить её на балансировочном стенде), измерительный инструмент - индикатор часового типа на магнитном штативе.

Проведя расчёты, мы выяснили, что стандартное отклонение, возникающее при замере угла развала на диске у которого наблюдается биение, составляет 0,4 мм, или $0,07^\circ$. Обработав данные статистики биения дисков колёс, было установлено, что влияние биения дисков колёс вызывают погрешность при диагностировании углов установки колёс на $0,26^\circ$ при максимальном биении диска 1,5 мм.

Влияние неравномерности давления в шинах на погрешность измерения угла развала колёс и угла продольного наклона шкворня.

Как известно, неравномерно отрегулированное давление в шинах отрицательно сказывается на замер углов развала и продольного наклона шкворня. Так как при неравномерности давлений изменяется дорожный просвет (клиренс) автомобиля. Чтобы установить изменение клиренса при разном давлении в шинах был произведён натурный эксперимент и анализ влияния изменения давления в шинах и дорожного просвета автомобиля на результаты диагностирования. Также проведен анализ разброса давления в шинах в реальных условиях эксплуатации автомобилей. Данный анализ показал, что примерно 50% автомобилей эксплуатируются с недокаченными шинами на $0,1-0,2 \text{ кг/см}^2$.

Величина суммарной погрешности от перечисленных выше факторов составила $0,164^0$ при замере угла развала и $0,076^0$ при замере угла продольного наклона шкворня

В ходе исследования также было проанализировано влияние калибровочных устройств на погрешность измерений.

Анализ наличия калибровочных устройств. Калибровочное устройство является средством контроля работоспособности и точности прибора. Имитатор шасси позволяет потребителю осуществлять самостоятельно калибровку прибора и контроль его точности.

С целью изучения наличия калибровочных устройств, нами были обследованы 12 станций технического обслуживания оборудованных компьютерными стендами диагностирования геометрии колёс города Усть-Каменогорска. Статистика набрана исходя из исследования таких станций как: Shell, Тойота центр восток, Алтай сервис, Бипэк, 22 дюйма, Барыс, и других станций технического обслуживания. Присутствие данных устройств наблюдалось лишь на 5 станциях. Наличие калибровочных устройств на станциях технического обслуживания говорит не только о качестве проводимых операций, но и о добросовестности владельца станции. Так как приобретение калибровочных устройств не всегда наблюдается при покупке самих стендов геометрии колёс. В некоторых случаях калибры входят в комплектацию стендов, а иногда владельцы станций не считают нужным приобретение данных устройств.

Исследование влияния погрешности измерений на экономические затраты при эксплуатации автомобилей.

В ходе исследования были рассмотрены погрешности при диагностировании геометрии колёс, и причины их вызывающие. Наиболее часто встречающиеся погрешности приведены в таблице 1. Нужно сказать, что в зависимости от сочетания и уровня организации диагностирования станции технического обслуживания они меняются. С экономической точки зрения это выглядит так, на СТО с дорогостоящим современным оборудованием и высоким уровнем организации диагностирования, стоимость услуги будет гораздо выше. Это можно объяснить тем, что при низком уровне организации около 10% автомобилей считаются исправными, не являясь таковыми на самом деле (ошибки 1-го и 2-го рода) вследствие

этого работы по диагностированию выполняются с низким качеством работ, невысокой точностью и недостоверностью результата. А применяемое оборудование на СТО с высоким уровнем диагностирования позволяет исключить эти ошибки и повысить точность и достоверность результата.

Таблица 1 – Оценка погрешностей при измерении параметров схождения, развала и продольного наклона шкворня для различных уровней организации диагностических работ

Виды погрешностей	Значение погрешности (S)		
	Уровни организации диагностирования		
	Низкий	Средний	Высокий
Конструктивные факторы			
Обусловленные конструкцией стенда (паспортная)	Стенд ПК-04 $\alpha - 0,125^0$ $\gamma - 0,125^0$ $\tau - 0,150^0$	Стенд лазерный $\alpha - 0,042^0$ $\gamma - 0,042^0$ $\tau - 0,050^0$	Стенд DPS 600 $\alpha - 0,01^0$ $\gamma - 0,015^0$ $\tau - 0,025^0$
Качество поверки, юстировки	Нет калибров $\alpha - 0,25^0$ $\gamma - 0,25^0$ $\tau - 0,25^0$	Не аттестованные калибры $\alpha - 0,10^0$ $\gamma - 0,10^0$ $\tau - 0,10^0$	Заводские калибры $\alpha - 0^0$ $\gamma - 0^0$ $\tau - 0^0$
Перекося площадки, подъёмника	$\alpha - 0,1 \cdot 10^{-5}$ $\gamma - 0,13^0$ $\tau - 0,06^0$	$\alpha - 0,05 \cdot 10^{-5}$ $\gamma - 0,05^0$ $\tau - 0,025^0$	$\alpha - 0,1 \cdot 10^{-6}$ $\gamma - 0,025^0$ $\tau - 0,012^0$
Факторы, обусловленные технологией, квалификацией оператора			
Разное давление в шинах	$\alpha - 0,5 \cdot 10^{-6}$ $\gamma - 0,04^0$ $\tau - 0,026^0$	$\alpha - 0^0$ $\gamma - 0,2^0$ $\tau - 0,013^0$	$\alpha - 0^0$ $\gamma - 0,005^0$ $\tau - 0,006^0$
Биение диска колеса	$\alpha - 0,07^0$ $\gamma - 0,07^0$	$\alpha - 0,03^0$ $\gamma - 0,03^0$	$\alpha - 0^0$ $\gamma - 0^0$
Прочие (ручной тормоз, неправильная установка ИБ и т.д.)	$\alpha - 0,1^0$ $\gamma - 0,1^0$ $\tau - 0,1^0$	$\alpha - 0,05^0$ $\gamma - 0,05^0$ $\tau - 0,05^0$	$\alpha - 0,03^0$ $\gamma - 0,03^0$ $\tau - 0,03^0$

Нарушенные углы установки колес приводят к быстрому неравномерному износу беговой дорожки. Наиболее важным является угол схождения. Несоответствие его оптимальной величине резко сказывается на ресурсе шин. Развал оказывает заметное влияние на темп износа при значительных отклонениях от нормы.

Исходя из сказанного выше, можно предположить, что для получения от шины максимально возможного ресурса необходимо следить за давлением воздуха и износом протектора. Учитывая нормативный ресурс шин при нормальной эксплуатации и качественном техническом обслуживании составляющий 55000 км, т.е. 5,5 лет. Были определены потери ресурса при нарушенных углах установки колёс. Как уже было сказано ранее,

неправильная регулировка геометрии колёс снижает ресурс шин на 20%. Что значит, что те же шины при том же годовом пробеге в 10 тыс.км будут эксплуатироваться не 5,5 лет, а 4,4 года. И их ресурс составит 44 тыс.км. Отсюда видно, что и затраты на шины увеличиваются на 20%.

Рассмотрев в совокупности все факторы неправильного диагностирования и регулировки углов установки колёс, можно сказать, что они значительно влияют на безопасность, конструктивную долговечность и экономичность автомобилей.

Выводы:

В соответствии с целью исследования были получены следующие результаты:

1 Проведён сравнительный анализ оборудования для измерения углов установки колёс, и выявлены наиболее важные характеристики.

2 Определены главные показатели качества диагностирования и способы их количественной оценки.

3 Проанализирована система формирования погрешностей, выявлены наиболее часто встречающиеся погрешности, и причины их вызывающие.

4 Произведена оценка показателей качества диагностирования при различных уровнях организации работ, оборудования, технологии и квалификации персонала.

СПИСОК ОСНОВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ

- 1 Сергеев А.Г. Метрологическое обеспечение автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1988 – 247 с.
- 2 Гришкевич А.И. «Автомобили»: Теория. – М.: Высшая школа, 1986-208 с.
- 3 Руководство по выражению неопределённости измерения./Перевод с английского под редакцией В.А. Слаева. – ГП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, С.- Петербург, 1999 – 126 с.
- 4 Карбанович И.И. «Экономия топлива и смазочных материалов на автомобильном транспорте» (опыт Министерства автомобильного транспорта БССР), Минск: БелНИИНТИ, 1980 – 41 с.
- 5 Компанцев В.И. «Разработка системы оперативного управления расходом топлива автомобилями в эксплуатации». Дисс. канд. техн. наук – М., 1982, 235 с.
- 6 Назаров Н.Г. «Метрология». Основные понятия и математические модели. М.: Высшая школа, 2002 – 348 с.
- 7 Тартановский Д.Ф., Ястребов А.С. «Метрология, стандартизация и технические средства измерений»: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2001.
- 8 «Техническая эксплуатация автомобилей»: Учебник для вузов / под редакцией Е.С. Кузнецова - М.: Транспорт, 1991.- 413 с.
- 9 Пархоменко А.Т. «Техническая диагностика». М. Машиностроение. 1986г.
- 10 ГОСТ 8.010-99 ГСН. «Методики выполнения измерений». Основные положения.
ГОСТ 8.009-84 «Нормируемые метрологические характеристики систем измерения».
- 11 РМГ 29-99. ГСН. «Метрология. Основные термины и определения».

ПУБЛИКАЦИИ

- 1 Лосевской Д.Н., Завалко А.Г. «Оценка погрешности измерений при диагностировании геометрии колёс». Материалы IX Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых учёных «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана». Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, 2009. – часть II. – с. 125-128.