

**Министерство образования и науки
Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**



Кафедра автомобильного транспорта

Р.Х. Хасанов

ИССЛЕДОВАНИЕ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов

**Оренбург
2018**

УДК 629.08(07)
ББК 39.33-08я7
Х 24

Рецензент - кандидат технических наук, доцент А.Н. Мельников

Хасанов, Р.Х.
Х24 Исследование рулевого управления автотранспортных средств:
методические указания/ Р.Х. Хасанов; Оренбург. гос. ун-т. - Оренбург :
ОГУ, 2018.

Методические указания включают теоретическое изложение материала лабораторной работы, описание исследования рулевого управления автотранспортных средств и контрольные вопросы для самоподготовки.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по дисциплинам «Безопасность транспортных средств», «Биомеханика дорожно-транспортных происшествий», «Экспертиза на транспорте» для обучающихся по направлению подготовки 23.03.01 Технология транспортных процессов.

УДК 629.08(07)
ББК 39.33-08я7

© Хасанов Р.Х., 2018
© ОГУ, 2018

Содержание

1 Цель работы	4
2 Общие сведения о техническом состоянии рулевого управления.....	4
3 Общие сведения об устройстве рулевого управления	6
4 Основные характеристики люфтомеров	13
5 Содержание отчета.....	17
6 Контрольные вопросы	17
Список использованных источников	19

1 Цель работы

Обобщение теоретических знаний о устройстве, техническом состоянии рулевого управления и влиянии на условия эксплуатации, освоение методики контроля и проверки рулевого управления люфтомером.

2 Общие сведения о техническом состоянии рулевого управления

К органам управления автомобиля относятся тормозная система и рулевое управление. От технического состояния этих механизмов во многом зависит безопасность движения, производительность автомобиля и утомляемость водителя. При надежной работе тормозной системы позволяет обеспечить безопасное движение с максимальной средней скоростью, а исправное техническое состояние рулевого управления позволяет уменьшить усилия при управлении автомобилем.

Статистический анализ выполненных текущих ремонтов показал, что на рулевое управление и передний мост приходится от 9 до 20 % ремонтов (среди которых на тормозную систему от 8 до 33 %).

Из всех дорожно-транспортных происшествий, совершенных в результате неудовлетворительного технического состояния автомобилей по причине неисправности рулевого управления произошло до 13 % (неисправности тормозной системы 50 %). Следует отметить, что последствия, вызываемые этими обстоятельствами, влекут за собой тяжелые ранения и жертвы.

В процессе эксплуатации автомобиля в зависимости от условий детали рулевого управления изнашиваются, крепление некоторых из них к раме нарушается, происходит деформация - искажение геометрической формы.

Ослабление креплений картера рулевого механизма, рулевой колонки, рулевого колеса на валу, сошки не допускается, а сопряжения рулевых тяг у легковых автомобилей должны быть зашплинтованы и не иметь люфтов.

Повышенный износ деталей рулевого управления является следствием несвоевременной смазки или применения недоброкачественных масел и смазок, движения с высокими скоростями по дорогам неудовлетворительного состояния, несвоевременной и неправильной регулировки. Заедания деталей рулевого управления могут возникнуть вследствие неправильной регулировки рулевого механизма, перекосе рулевой колонки, повреждении подшипников червяка, заедании поворотных цапф в шкворне. На работу рулевого управления оказывает влияние техническое состояние передней оси, рессор, шин и других механизмов ходовой части автомобиля.

Величина люфта рулевого колеса как результат износа и ослабления крепления деталей, замеряемого по ободу рулевого колеса, не должна превышать величину, установленную заводом-изготовителем. Не допускаются неисправности гидравлических усилителей, которые заправляют обязательно только чистым маслом.

При эксплуатации автомобиля в результате износа деталей и неправильной регулировки изменяется величина трения в рулевом управлении (измеряется при вывешенных передних колесах по усилию на рулевом колесе). Эта величина может возрасти от 29,4 – 78,4 Н (3 - 8 кгс) до 147 – 245 Н (15 – 25 кгс). Неправильная регулировка зацепления элементов рулевого механизма (например, червяка и ролика) может увеличить трение на 29,4 – 39,2 Н (3 - 4 кгс), неправильная регулировка подшипников червяка – на 19,6 – 29,4 Н (2 - 3 кгс), затягивание шарниров рулевых тяг – на 39,2 – 58,8 Н (4 - 6 кгс) и «тугая» посадка шкворня во втулках на 29,4 – 98 Н (3 - 10 кгс).

Заедание рулевого механизма (например, червяка и ролика) происходит при значительных износах в крайних положениях, которые в процессе эксплуатации реже используются, чем средние части червяка и ролика.

При наличии гидравлических усилителей возникает необходимость в периодической проверке величины давления, развиваемого насосом, которое должно быть в пределах 60 - 70 кгс/см².

Распределение общего люфта рулевого колеса по составляющим его элементам примерно таково: износ деталей шарниров тяг увеличивает люфт на 2 ... 4 °, поломка пружины поперечной рулевой тяги – на 10 ... 20°, ослабление поворотных рычагов – на 10 ... 15°, износ шкворня и его втулок – на 3 ... 4°. Контроль технического состояния рулевого управления состоит из диагностических операций, выполняемых на стендах или с помощью приборов, и из операций без измерения количественных величин – основанные на определении технического состояния с помощью визуальных, слуховых и осязательных органов чувств человека.

3 Общие сведения об устройстве рулевого управления

Общая схема конструктивной системы рулевого управления автотранспортных средств представлена из следующих элементов.

Рулевое колесо (руль) – предназначено для управления водителем с целью указания направления движения автомобиля. В современных моделях оно дополнительно оснащается кнопками управления мультимедийной системой. Также в рулевое колесо встраивается передняя подушка безопасности водителя.

Рулевая колонка – выполняет передачу усилия от руля к рулевому механизму. Она представляет собой вал с шарнирными соединениями. Для обеспечения безопасности и защиты от угона колонка может быть оснащена электрическими или механическими системами складывания и блокировки. Дополнительно на рулевой колонке устанавливается замок зажигания, органы управления светотехникой и стеклоочистителем ветрового стекла автомобиля.

Рулевой механизм - выполняет преобразование усилия, создаваемого водителем через поворот рулевого колеса и передает его приводу колес. Конструктивно представляет собой редуктор с некоторым передаточным отношением. Сам механизм соединяет с рулевой колонкой карданный вал рулевого управления.

Рулевой привод – состоит из рулевых тяг, наконечников и рычагов, выполняющих передачу усилия от рулевого механизма к поворотным кулакам ведущих колес.

Усилитель рулевого управления – повышает усилие, которое передается от руля к приводу.

Дополнительные элементы (амортизатор рулевого управления или «демпфер», электронные системы).

Стоит также отметить, что подвеска и рулевое управление автомобиля имеют тесную взаимосвязь. Жесткость и высота первой определяют степень отклика автомобиля на вращение рулевого колеса.

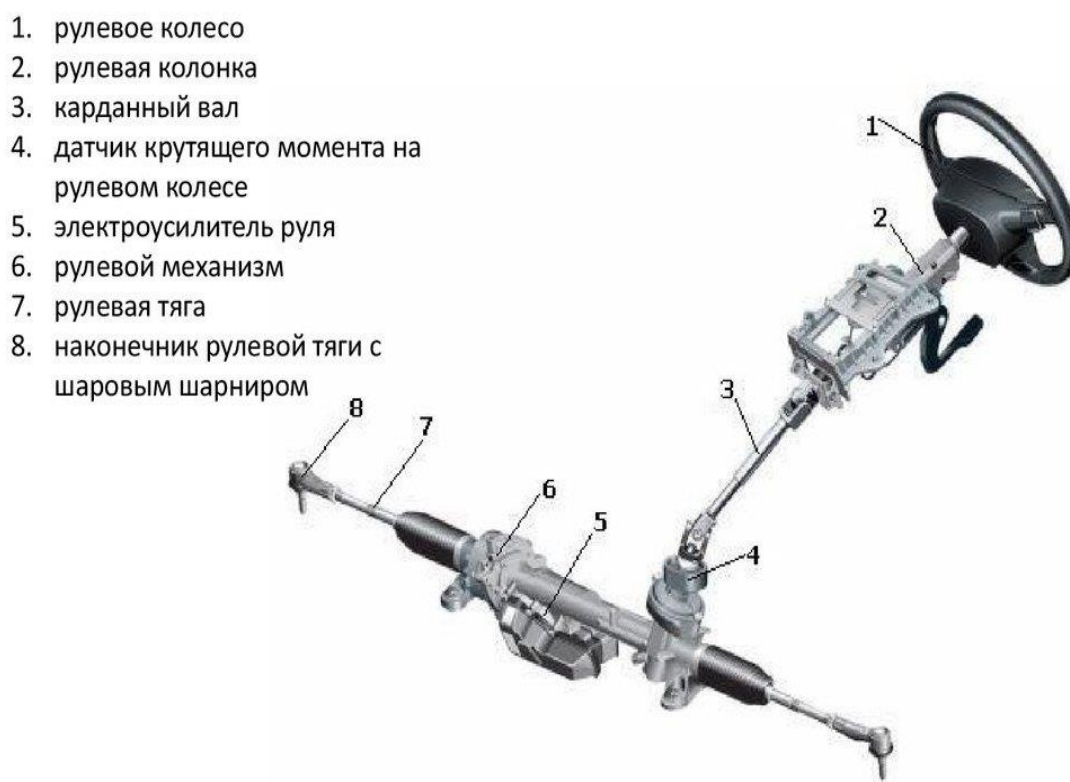


Рисунок 1 - Общая схема конструктивной системы рулевого управления (на примере рулевого управления легкового автомобиля)

В зависимости от типа редуктора системы рулевой механизм системы рулевого управления может быть следующих видов.

Реечный вид рулевого механизма – самый распространенный вид, используемый в легковых автомобилях. Этот вид рулевого механизма имеет

простую конструкцию и отличается высоким коэффициентом полезного действия (КПД). Недостатки заключаются в том, что этот тип механизма чувствителен к возникающим ударным нагрузкам при эксплуатации в сложных дорожных условиях.

Червячный вид рулевого механизма – обеспечивает хорошую маневренность автомобиля и достаточно большой угол поворота колес. Этот вид механизма меньше подвержен влиянию ударной нагрузки, но более дорогостоящий в изготовлении.

Винтовой вид рулевого механизма – принцип работы похож на червячный механизм, однако он имеет более высокий КПД и позволяет создавать большие усилия.

В зависимости от вида усилителя, который предусматривает устройство рулевого управления, различают следующие основные системы приводов рулевого управления.

Привод рулевого управления с гидравлическим усилителем (ГУР). Его основным достоинством является компактность и простота конструкции. Гидравлическое рулевое управление среди современных транспортных средств является одним из наиболее распространенных. Недостатком такой системы является необходимость контроля уровня рабочей жидкости.

Привод рулевого управления с электрическим усилителем (ЭУР). Такая система рулевого управления с усилителем считается наиболее прогрессивной. Он обеспечивает простоту регулировки настроек управления, высокую надежность работы, экономный расход топлива и возможность управления автомобилем без участия водителя.

Привод рулевого управления с электрогидравлическим усилителем (ЭГУР). Принцип действия данной системы аналогичен системе с гидравлическим усилителем. Главное отличие заключается в том, что насос усилителя приводится в действие электродвигателем, а не ДВС.

Рулевое управление современного автомобиля может быть дополнено следующими дополнительными системами.

Система активного рулевого управления (AFS) позволяет изменять величину передаточного отношения в зависимости от текущей скорости и корректировать угол поворота колес, что обеспечивает безопасное и устойчивое движение на скользких поверхностях.

Система динамического рулевого управления работает аналогично активной системе, однако в конструкции в этом случае вместо планетарного редуктора используется электродвигатель.

Система адаптивного рулевого управления для транспортных средств, главной особенностью которой является отсутствие жесткой связи между рулем автомобиля и его колесами.

К рулевому управлению колесных механических транспортных средств применяются следующие основные требования:

- обеспечение заданной траектории движения с необходимыми параметрами поворотливости, поворачиваемости и устойчивости;
- усилие на рулевом колесе для осуществления маневра не должно превышать нормированного значения;
- суммарное число оборотов руля от среднего положения до каждого из крайних не должно превышать установленного значения;
- при выходе из строя усилителя должна сохраняться возможность управления автомобилем.

В современных автомобилях может быть предусмотрено правостороннее или левостороннее рулевое управление, что зависит от вида транспортного средства и законодательства отдельных стран. В зависимости от этого руль может располагаться справа (при левостороннем движении) или слева (при правостороннем).

В большинстве стран левостороннее рулевое управление (или правостороннее движение). Основное отличие механизмов не только в позиции руля, но и в рулевом редукторе, который адаптирован под различные стороны подключения. С другой стороны, переоборудование правостороннего руля на левостороннее рулевое управление все же возможно.

В некоторых видах спецтехники, например, в тракторах, предусматривается гидрообъемное рулевое управление, которое обеспечивает независимость положения руля от компоновки других элементов. В этой системе отсутствует механическая связь привода и рулевого колеса. Для выполнения поворота колес гидрообъемное рулевое управление предусматривает силовой цилиндр, которым управляет насос-дозатор.

Основные достоинства, которые имеет гидрообъемное рулевое управление (ГОРУ) для транспортных средств в сравнении с классическим рулевым механизмом с гидравлическим усилителем: необходимость приложения меньших усилий для выполнения поворота, отсутствие люфта, а также возможность произвольного расположения узлов системы.

Таким образом, ГОРУ может обеспечивать и правостороннее, и левостороннее рулевое управление. Это позволяет его устанавливать в транспортных средствах с особыми режимами эксплуатации (например, дорожно-строительные машины, снегоуборщики и др.).

В процессе эксплуатации под действием ударных нагрузок, трения и других факторов техническое состояние элементов рулевого управления изменяется. Появляются люфты в сочленениях, способствующие повышению интенсивности изнашивания деталей. Изнашивание или неправильные затяжки и регулировки приводят к увеличению силы трения в рулевом управлении. Все это влияет не только на долговечность деталей, но и на управляемость автомобиля и безопасность движения. Основные неисправности рулевого управления следующие. Увеличенный холостой ход. Основные причины: ослабление болтов рулевого механизма, гаек шаровых пальцев рулевых тяг; увеличение зазоров в шаровых шарнирах, подшипниках ступиц передних колес, в зацеплении ролика с червяком, между осью маятникового рычага и втулками, в подшипниках червяка, между упором рейки и гайкой; люфт в заклепочном соединении. Может возникнуть тугое вращение рулевого колеса. Основные причины этого состояния рулевого управления: деформация деталей рулевого привода; неправильная установка углов передних колес; нарушение зазора в зацеплении

ролика с червяком; перетяжка регулировочной гайки оси маятникового рычага (для рулевых механизмов только червячного типа); низкое давление в шинах передних колес; отсутствие масла в картере рулевого механизма; повреждение деталей шаровых шарниров, подшипника верхней опоры стойки, опорной втулки или упора рейки, деталей телескопической стойки подвески. При неисправном техническом состоянии у рулевого управления возникают шум (стуки) в рулевом управлении. Основные причины: увеличение зазоров в подшипниках передних колес, между осью маятникового рычага и втулками, в зацеплении ролика с червяком или в подшипниках червяка (для рулевых механизмов только червячного типа), в шаровых шарнирах рулевых тяг, между упором рейки и гайкой (для рулевых механизмов только реечного типа); ослабление гайки шаровых пальцев рулевых тяг, болтов крепления рулевого механизма или болта крепления нижнего фланца эластичной муфты на валу шестерни (для механизмов только реечного типа); ослабление регулировочной гайки оси маятникового рычага. Одним из неисправных состояний рулевого управления является самовозбуждающееся угловое колебание передних колес. Основные причины: ослабление гаек шаровых пальцев рулевых тяг, болтов крепления рулевого механизма или кронштейна маятникового рычага; нарушение зазора в зацеплении ролика с червяком. Плохая устойчивость автомобиля является признаком неудовлетворительного технического состояния рулевого управления. Основные причины: нарушение установки углов передних колес; увеличение зазоров в подшипниках передних колес, в шаровых шарнирах рулевых тяг, ослабление гаек шаровых пальцев рулевых тяг, увеличенный зазор в зацеплении ролика и червяка (для рулевых механизмов только червячного типа); крепления картера рулевого механизма или кронштейна маятникового рычага; деформация поворотных кулаков или рычагов подвески. Утечка масла из картера гидропривода рулевого управления является признаком его неисправности. Основные причины: износ сальников вала рулевой сошки или червяка (для рулевых механизмов только червячного типа); ослабление болтов крепления крышки картера рулевого механизма; повреждение уплотнительных

прокладок. Неисправности рулевого управления с гидроусилителем по своему характеру идентичны неисправностям обычного рулевого управления, однако из-за наличия дополнительных деталей возможны неисправности, характеризующие работоспособность гидропривода:

- затрудненное управление автомобилем, обусловленное ослаблением ремня гидроусилителя, низким уровнем рабочей жидкости в бачке усилителя, неисправностью насоса или клапана насоса;
- чрезмерный люфт из-за изношенности главного либо промежуточного вала рулевой колонки, разрегулировки или повреждения рулевого механизма;
- повышенный шум при работе рулевого управления, который может быть вызван разрегулировкой рулевого механизма или неисправностью насоса.

При проверке люфта рулевого управления используют следующие понятия: Суммарный люфт в рулевом управлении – это угол поворота рулевого колеса от положения, соответствующего началу поворота управляемых колес в одну сторону, до положения, соответствующего началу их поворота в сторону, противоположную положению, примерно соответствующему прямолинейному движению транспортного средства. Начало поворота управляемого колеса – это угол поворота управляемого колеса на $0,06 \pm 0,01^\circ$, измеряемый от положения прямолинейного движения.

В Техническом Регламенте Таможенного Союза указан стандартный параметр, определяющий нормальное функционирование рулевого управления – это суммарный люфт. Данный параметр представляет собой величину угла поворота руля до начала поворота управляемых колес.

Значение допустимого суммарного люфта в рулевом управлении должно быть не более:

- 10° для легковых автомобилей и микроавтобусов;
- 20° для автобусов и подобных транспортных средств;
- 25° для грузовых автомобилей.

Этот параметр определяется при помощи люфтомера.

4 Основные характеристики люфтомеров

Люфтомер предназначен для контроля суммарного люфта рулевых управлений автотранспортных средств, регламентируемого Техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств. ТР ТС 018/2011»

Люфтомер может использоваться:

- в условиях автотранспортных предприятий;
- в автобусных и таксомоторных парках;
- на станциях технического обслуживания автомобилей;
- в мастерских по ремонту и обслуживанию автомобилей;
- в гаражах и пунктах технического осмотра;
- в постах контроля органов надзора в сфере транспорта;
- индивидуальными владельцами автотранспортных средств.

Проверка состояния рулевого управления может осуществляться различными приборами (например, приборами К-187, К-405, К-524, К-524М, ИСЛ-М, ИСЛ-401М и др.).

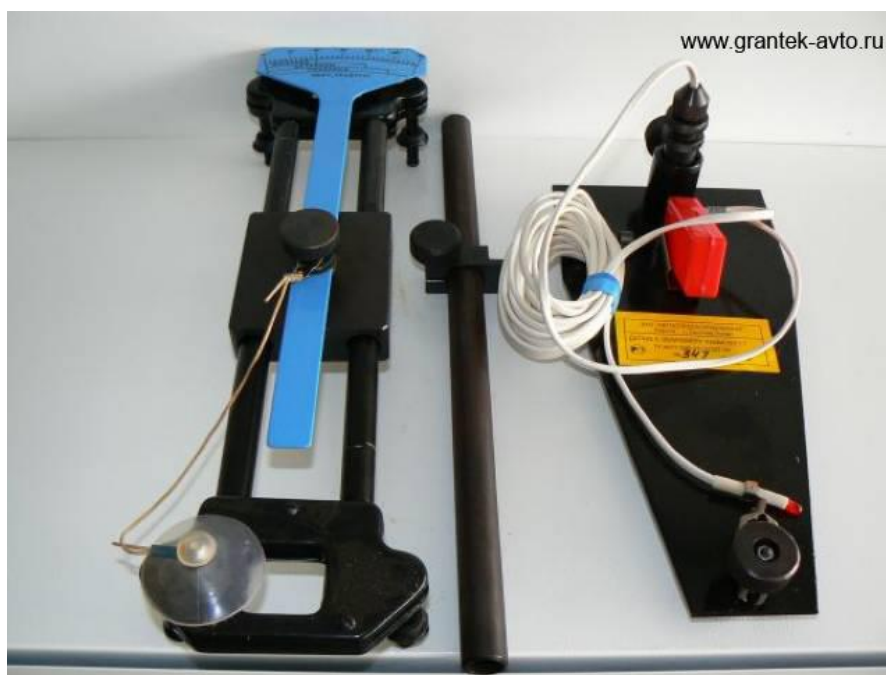


Рисунок 2 – Общий вид люфтомера К-524М



Рисунок 3 – Общий вид люфтомера ИСЛ-М

Рассмотрим работу люфтомера на примере люфтомера К-524. Люфтомер (рисунок 4) состоит из: верхнего 1 и нижнего 2 раздвижных кронштейнов, приставляемых к ободу рулевого колеса упорами 3; передвижной каретки 4, стягивающей направляющие стержни 5 кронштейнов с помощью зажима 6; угломерной шкалы 7, устанавливаемой на оси зажима 6 с возможностью поворота (рукой) и самоторможения (при снятии усилия) за счет фрикционной, резиновой шайбы 8; резиновой нити 9, натягиваемой с помощью присоса 10, от зажима 6 к лобовому стеклу автомобиля и играющей роль указательной «стрелки» угломерной шкалы, и нагрузочного устройства, представляющего собой пружинный динамометр 11 двухстороннего действия (вид динамометра (правая часть) - рисунок 2). Каретка 4 с осью поворота угломерной шкалы

выставляется в центр поворота рулевого колеса - путем обеспечения одинаковых вылетов («а» и «в») стержней 5 относительно каретки. Этим обеспечивается неподвижность указательной нити – «стрелки» при повороте рулевого колеса и правильность измерения люфта.

Динамометр 11 устанавливается на нижнем кронштейне 2 с помощью кронштейна 13 и закрепляется на ней стопорным винтом 14 в таком положении, при котором при установке люфтомера на обод рулевого колеса, приложенное к нагрузочному устройству усилие пришлось бы на середину сечения обода.

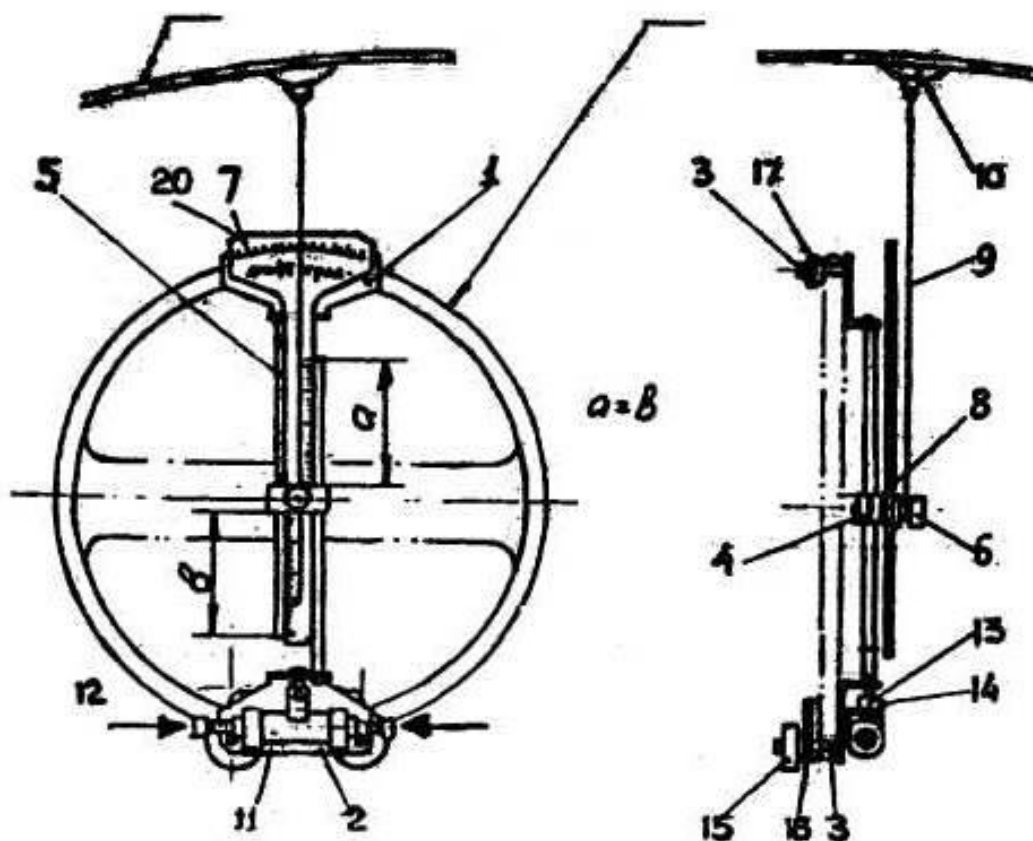
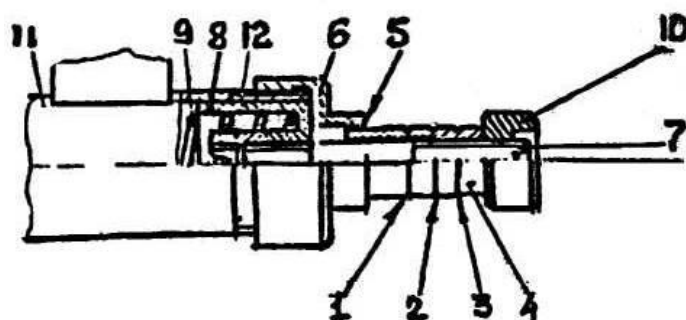


Рисунок 4 – Общий вид люфтомера К-524



1, 2, 3 – риски регламентируемых усилий, соответственно 0,75, 1,0 и 1,25 кг; 4 – указатель; 5 – кромка крышки; 6 – крышка; 7 – шпилька; 8 – чашка пружины; 9 – пружина; 10 – головка; 11 – корпус; 12 – контргайка.

Рисунок 5 – Вид динамометра (правая часть)

Метод измерения суммарного люфта рулевого управления, выполняемого одним оператором, заключается в выявлении угла поворота рулевого колеса по угловой шкале люфтомера между двумя фиксированными положениями, определяемыми приложением к нагрузочному устройству, поочередно в обоих направлениях, одинаковых, регламентируемых в зависимости от собственной массы автомобиля, приходящейся на управляемые колеса, усилий (таблица 1).

Таблица 1 – Усилие нагрузочного устройства

Масса автомобиля, приходящаяся на управление колеса, т	Усилие нагрузочного устройства, Н (кгс)
До 1,6	7,35 (0,75)
Свыше 1,6 до 3,86	9,80 (1,00)
Свыше 3,86	12,3 (1,25)

При возникновении, в отдельных случаях, поворота управляемого колеса при положении регламентируемого усилия на рулевом колесе, фиксированные положения рулевого колеса должны соответствовать моментам начала поворота управляемого колеса, определяемым вторым оператором визуально или с помощью дополнительных средств (например, индикатора).

5 Содержание отчета

Опишите основные положения из раздела общие сведения

По результатам лабораторной работы заполните таблицу 2

Таблица 2

Параметры	Показатели автотранспортных средств		
	легковой	грузовой	автобус
Марка			
Привод рулевого управления			
Масса, приходящаяся на ось управляемых колес			
Нормативные значения люфта, °			
Измеренные значения люфта, °			
Выводы по проведению лабораторной работы			

6 Контрольные вопросы

1 Проанализируйте необходимость контроля и проверки технического состояния рулевого управления автотранспортных средств.

2 Опишите устройство рулевого управления автотранспортных средств.

3 Перечислите требования, предъявляемые к рулевому управлению

автотранспортных средств.

4 Опишите работы, проводимые при контроле и проверке рулевого управления автотранспортных средств.

5 Опишите назначение и модели люфтомеров.

6 Опишите методику проверки суммарного люфта рулевого управления люфтомером.

7 Перечислите неисправности рулевого управления и их признаки.

8 Обоснуйте влияние технического состояния рулевого управления и его элементов на процесс эксплуатации автотранспортных средств.

Список использованных источников

1. Технический регламент Таможенного союза о безопасности колесных транспортных средств. ТР ТС 018/2011. Утверждён постановлением правительства РФ от 09.12.2011, №811. – 511с.
2. Руководство по эксплуатации. ИСЛ-401М 0000.00.00 РЭ. Прибор для измерения суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств. – 2011. – 16с.
3. Руководство по эксплуатации. К 524.00.000 РЭ. Люфтомер рулевого управления автомобиля. – Сергиев-Посад: Сергиево-Посадское АОЗТ «Автоспецоборудование», 1995. – 11с.
4. Дорожные условия движения автотранспортных средств [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е. В. Бондаренко [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2014. - Издание на др. носителе: Дорожные условия движения автотранспортных средств [Текст] : учебное пособие для вузов / Е. В. Бондаренко [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : Университет. - 2014. - 205 с. - ISBN 978-5-4417-0410-6. - Библиогр.: с. 173-175. - Прил.: с. 176-205.
5. Хасанов, Р. Х. Безопасность транспортных средств [Текст] : метод. указания по курсовому проектированию для студентов специальности 190702 "Организация и безопасность движения (автомоб. трансп.)" / Р. Х. Хасанов, И. Х. Хасанов, Е. С. Сидорин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т", Каф. автомобилей и безопасности движения. - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2011. - 45 с. - Библиогр.: с. 45. Издание на др. носителе [Электронный ресурс]

6. Любимов, И. И. Экспертиза на автомобильном транспорте [Электронный ресурс] : методические указания / И. И. Любимов [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". Каф. автомоб. и безопасности движения. - Электрон. текстовые дан. (1 файл: Kb). - Оренбург : ОГУ, 2014. - Adobe Acrobat Reader 5.0 Издание на др. носителе [Текст]

7. Исхаков, М. М. Экспертиза дорожно-транспортных происшествий [Текст] : метод. указания к курсовому проектированию / М. М. Исхаков, В. И. Рассоха, И. Е. Ильина; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ИПК ГОУ ОГУ, 2010. - 37 с. - Библиогр.: с. 28. - Прил.: с. 29-36.

8. Дорожно-транспортный травматизм и неотложная медицинская помощь на автомобильном транспорте [Текст] : учеб. пособие / С. В. Нотова [и др.]; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. агентство по образованию, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2009. - 191 с. : ил. - Библиогр.: с. 175-176. - Прил.: с. 178-190. - ISBN 978-5-7410-0924-6. Издание на др. носителе [Электронный ресурс]

9. Хасанов, Р.Х. Основы технической эксплуатации автомобилей [Текст] : учеб. пособие для вузов / Р. Х. Хасанов; М-во образования Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ГОУ ОГУ, 2004. - 194 с. - Библиогр.: с. 188.

10. Устройство и виды рулевого управления автомобиля. – М. : TechAutoPort.ru. All rights reserved., 2018. – Режим доступа: <https://techautoport.ru/hodovaya-chast/rulevoe-upravlenie/rulevoe-upravlenie-avtomobilya.html>