

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему

**Разработка конструкции стенда для определения суммарного
люфта рулевого механизма легковых автомобилей**

Студент

Е.А. Перфильев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Е. Епишкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

В соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», была выполнена разработка конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.

Цель работы: разработка конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.

ВКР бакалавра включает в себя пять разделов.

В первом разделе рассмотрено назначение, общее устройство, работа рулевого управления.

Во втором разделе выполнена конструкторская разработка стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.

В третьем разделе рассмотрен технологический процесс и разработана технологическая карта.

В четвертом разделе рассмотрена безопасность и экологичность стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.

В пятом разделе определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.

Выпускная квалификационная работа состоит из 61 страницы, и включает в себя 14 иллюстраций, 10 таблиц, 25 источников.

Abstract

The title of the graduation work is: «The development of the stand for determination of car steering system overall backlash».

Steering system is one of the main systems of the car and together with the brake system determines the overall car safety level.

According to statistics, about 43% of traffic accidents caused by technical malfunctions of a car are due to steering malfunctions.

Increased requirements apply to the strength of the mechanisms, that affects car safety.

In practice, breakdowns could happen due to the destruction or loss of elastic properties of the car steering gear components, even when these are developed with a sufficient safety margin. Failures of components and parts of the steering linkage lead to a loss of controllability of the car and are associated with great material damage.

The aim of the work is to develop the stand determination of car steering system overall backlash.

The graduation work consists of 61 pages, including 14 illustrations, 10 tables and 25 sources of literature.

The thesis of graduation project consists of 5 parts.

In the first part we review the assignment, general structure, and principle of steering system operation.

In the second part we develop the construction of a stand for determination of car steering system overall backlash.

The third part describes in details the technological process and there are is developed the flow chart.

The fourth part deals with safety and ecological compatibility of the developed technical equipment.

The fifth part defines the economic efficiency of the designed stand for determination of car steering system overall backlash.

The results of the study have the practical value for service stations.

Содержание

Введение.....	4
1 Рулевое управление. Назначение, общее устройство и работа	6
2 Разработка конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей	11
2.1 Техническое задание на разработку стенда	11
2.2 Техническое предложение	14
2.3 Расчет основных элементов конструкции стенда.....	22
3 Технологический процесс	27
3.1 Управляемость автомобиля.....	27
3.2 Разработка технологической карты на выполнение операций при помощи спроектированного стенда	38
4 Безопасность и экологичность стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей	40
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.....	40
4.2 Определение профессиональных рисков	41
4.3 Способы снижения профессиональных рисков.....	42
4.4 Пожарная безопасность стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.....	45
4.5 Экологическая безопасность стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.....	48
5 Расчет экономической эффективности стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей	50
5.1 Определение себестоимости изготовления.....	50
5.2 Определение затрат на выплату заработной платы.....	51
5.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	53

5.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.....	54
Заключение	56
Список используемой литературы и используемых источников.....	57
Приложение А Спецификация.....	60

Введение

С момента изготовления первого автомобиля и по настоящее время для управления колесным транспортным средством необходимо обеспечить управление управляемыми колесами.

Во время движения автомобиля водитель управляет сцеплением, коробкой передач, системой тормозов и сигнализацией (звуковой и световой) периодически, а рулевым колесом непрерывно. Водитель должен постоянно и внимательно наблюдать за дорогой и приводить в действие рулевое управление, что связано с затратой физической силы. Таким образом, наиболее сложным и утомительным видом управления является рулевое. В отношении безопасности движения автомобиля рулевое управление – один из наиболее ответственных механизмов.

Рулевое управление является одной из основных систем автомобиля и вместе с тормозной системой определяет общий уровень безопасности автомобиля.

По данным статистики значительная часть дорожно-транспортных происшествий, вызванных техническими неисправностями автомобиля приходится на долю рулевого управления (они составляют около 43%).

К прочности механизмов, влияющих на безопасность движения, предъявляются повышенные требования при изготовлении и технических воздействиях в эксплуатации. Однако на практике наблюдаются отказы из-за разрушения или потери упругих свойств деталей рулевого привода автомобиля, конструктивно выполненных с достаточным запасом прочности. Поломки и отказы узлов и деталей рулевого привода приводят к потере управлением автомобиля и, как правило, сопряжены с большим материальным ущербом.

Анализ причин такого явления показывает, что разрушению деталей во всех случаях предшествовали скрытое развитие усталостных трещин или

структурные изменения в металле, так как места поломок имели ярко выраженные усталостные зоны.

Все это позволило предположить, что основная причина аварий из-за поломок деталей рулевого привода заключается в наличии усталостных трещин и структурных изменений при чрезмерно больших усилиях, возникающих в результате напряженных эксплуатационных режимах.

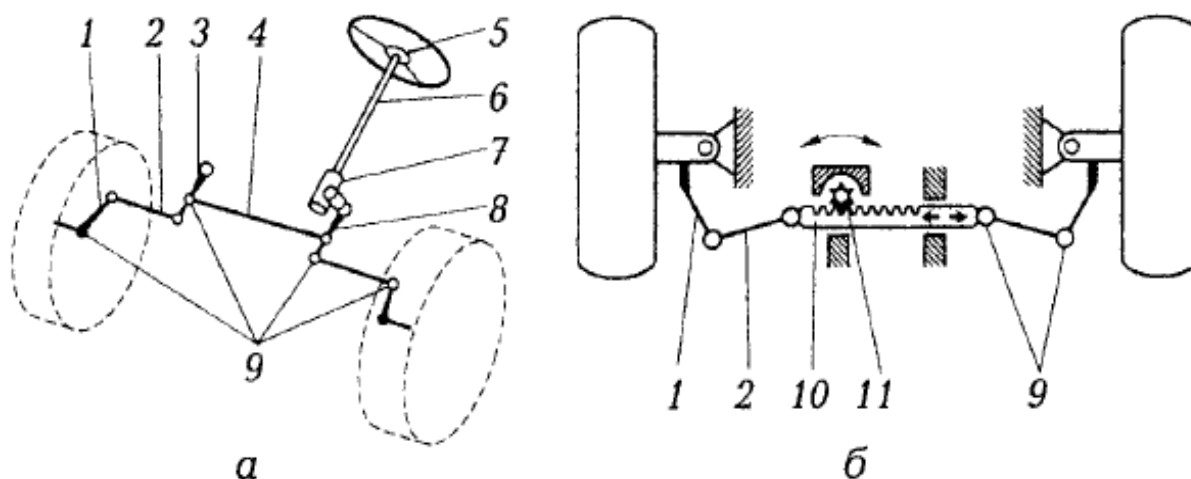
Применяемая в АТП визуальная оценка деталей на отсутствие трещин, деформаций и других признаков производится покачиванием рулевого колеса, автомобиля, стоящего на сухой площадке. Нагрузка рулевого привода при таком методе составляет 157 кгс, то есть почти в 6 раз меньше максимальной эксплуатационной нагрузки. Эта нагрузка (157 кгс) не создаёт условий для увеличения «зева» трещин до видимых глазом размеров или проявления других дефектов в деталях. Поэтому усталостные трещины в деталях не разбираемых при ТО-1 и ТО-2 (поворотные рычаги, вал рулевого механизма) даже при достижении значительных (40% и более площади сечения) размеров остаются не обнаруженными, проявляются во время движения автомобиля и иногда становятся причиной дорожно-транспортных происшествий. Выявление этих дефектов известными в технике методами дефектоскопии требуют полной разборки узлов и специальной подготовки узлов для контроля, что делает эти методы малоэффективными и трудоёмкими в условиях АТП.

Целью работы является разработка конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.

1 Рулевое управление. Назначение, общее устройство и работа

Рулевое управление обеспечивает движение автомобиля в требуемом направлении путем поворота управляемых колес с помощью руля.

Общее устройство рулевого управления показано на рисунке 1. Рулевое управление состоит из рулевого колеса (руля) 5 (рисунок 1, а), рулевого вала 6, рулевого механизма 7 и рулевого привода – рулевой сошки 8, маятникового рычага 3, рулевых тяг 4 и 2 с шарнирами 9 и поворотных рычагов 1.



а – с червячным рулевым механизмом; б – с реечным рулевым механизмом;
1 – поворотный рычаг; 2 – боковая рулевая тяга; 3 – маятниковый рычаг;
4 – средняя рулевая тяга; 5 – рулевое колесо (руль); 6 – рулевой вал; 7 – корпус
механизма; 8 – рулевая сошка; 9 – шарниры рулевых тяг; 10 – зубчатая рейка;
11 – шестерня

Рисунок 1 – Схемы рулевого управления

Руль 5 является органом управления, при помощи которого водитель задает автомобилю требуемое направление движения. Руль имеет в центральной части ступицу со шлицованным отверстием для крепления на конических шлицах рулевого вала с помощью гайки, навинчиваемой на резьбовой хвостовик вала. Кольцевая часть руля соединяется со ступицей

спицами, которые располагаются в нижней части руля для обеспечения хорошей обзорности панели приборов.

Руль должен иметь достаточную прочность, но в то же время обеспечивать максимальное смягчение удара о руль водителя в случае лобового удара автомобиля т.е. быть максимально травмобезопасным. Прочность руля обеспечивается его внутренним металлическим каркасом, а травмобезопасность руля обеспечивается упругостью его каркаса, утопленной относительно плоскости вращения руля ступицей и достаточно мягким пенополиуретановым покрытием каркаса, которое также способствует уменьшению скольжения рук водителя по поверхности руля. Для дополнительного повышения травмобезопасности на руле у автомобилей ИЖ-2126 и ГАЗ-3110 предусмотрено специальное энергопоглощающее устройство сильфонного типа в виде гофрированного цилиндра, который при ударе водителя о руль складывается, поглощая при этом часть энергии удара и смягчая тем самым силу его воздействия на человека. На ступице или спицах руля размещаются выключатели звукового сигнала.

Рулевой вал 6 (рисунок 1, а) соединяет установленный на нем руль с размещенным в моторном отсеке автомобиля рулевым механизмом 7. Для обеспечения поворотов рулевого вала вместе с рулем вал устанавливается на подшипниках в трубчатом корпусе, который крепится к кузову автомобиля с помощью кронштейна или скоб. Рулевой вал в сборе с деталями его крепления к кузову автомобиля называют рулевой колонкой.

Рулевая колонка размещается и крепится к кузову автомобиля внутри его салона. На современных автомобилях рулевая колонка выполняется травмобезопасной и может иметь специальное устройство для регулировки положения руля в целях повышения удобства управления автомобилем. Травмобезопасность рулевой колонки обеспечивается за счет конструкции рулевого вала, который выполняется составным и может иметь один или два карданных шарнира и эластичную муфту, а также за счет конструкции креплений колонки, которые позволяют валу сложиться при сильном

лобовом ударе автомобиля и тем самым предотвращают опасное выдвигание рулевой колонки внутрь салона.

Рулевой механизм служит для увеличения передаваемых на него от руля через рулевой вал усилий и передачи их на рулевой привод. Рулевой механизм снижает величину усилий, прилагаемых водителем к рулю при поворотах автомобиля, и одновременно уменьшает обратную передачу на руль колебаний от управляемых колес автомобиля при наезде их на неровности дороги. На изучаемых автомобилях применяются рулевые механизмы трех типов: червячно-роликовый, реечный и винтореечный. Червячно-роликовый рулевой механизм представляет собой редуктор, в картере которого размещены вал с глобоидным червяком и соединенный с ним роликом вал рулевой сошки. Вал червяка соединяется с рулевым валом, а вал сошки через жестко крепящуюся к нему на шлицах рулевую сошку соединяется с тягами рулевого привода. При повороте руля с рулевым валом происходит вращение червяка, а вместе с ним и установленного подвижно на оси на валу рулевой сошки ролика. При этом ролик, перемещаясь вдоль оси червяка, поворачивает вал вместе с установленной на нем рулевой сошкой. Рулевой механизм обеспечивает поворот рулевой сошки от ее среднего положения, соответствующего прямолинейному движению автомобиля, в обе стороны на одинаковой угол, составляющий примерно $45...50^\circ$ (т.е. общий угол поворота рулевой сошки составляет примерно $90...100^\circ$). Червячно-роликовый рулевой механизм компактен, прост в обслуживании и имеет достаточно высокий КПД, составляющий примерно 0,85 при передаче усилий от руля на управляемые колеса и примерно 0,7 – при обратной передаче усилий от управляемых колес на руль. Благодаря уменьшенному КПД при обратной передаче усилий от управляемых колес на руль рулевой механизм обеспечивает повышенное демпфирование колебаний, передаваемых на руль при наезде управляемых колес на неровности дороги. Червячно-роликовый рулевой механизм применяется в рулевом управлении

автомобилей ВАЗ с классической схемой компоновки и на полноприводных моделях, а также на автомобиле ГАЗ-3110.

Реечный рулевой механизм состоит из размещенных в картере шестерни 11 (рисунок 1, б) и зубчатой рейки 10. Шестерня 11 соединена с рулевым валом, а рейка 10 – с тягами 2 рулевого привода. При повороте руля с рулевым валом происходит поворот шестерни 11 и перемещение зубчатой рейки, которая через детали рулевого привода поворачивает управляемые колеса. Реечный рулевой механизм отличается надежностью и практически не нуждается в обслуживании в течение всего периода эксплуатации. Кроме того, он позволяет использовать рулевой привод более простой конструкции с меньшим количеством шарниров и имеет очень высокий КПД, который может составлять 0,90...0,95. Однако из-за высокого КПД и такой же большой его величины при обратной передаче усилий от управляемых колес на руль реечный редуктор хуже демпфирует колебания, передаваемые на руль от управляемых колес при наезде их на неровности дороги. Реечный рулевой механизм применяется на переднеприводных автомобилях ВАЗ и на автомобиле ИЖ-2126. Винтореечный рулевой механизм представляет собой двухступенчатый редуктор, состоящий из двух работающих совместно передач. Передача первой ступени типа «винт – шариковая гайка» состоит из соединенного с рулевым валом винта и шариковой гайки, образуемой рейкой-поршнем с циркулирующими в его винтовой нарезке шариками. Передача второй ступени типа «рейка – зубчатый сектор» состоит из рейки-поршня с нарезанными на нем снаружи зубьями и вала сошки с нарезанным на нем зубчатым сектором. При поворотах рулем соединенного с ним рулевым валом винта рулевого механизма происходит поступательное перемещение по шарикам рейки-поршня, который своими зубьями поворачивает находящийся с ним в зацеплении своим зубчатым сектором вал сошки, воздействующей на детали рулевого привода. Винтореечные рулевые механизмы имеют достаточно высокий КПД, составляющий примерно 0,80...0,85 как при передаче усилия на управляемые колеса, так и при обратной передаче, и в то же время обеспечивает достаточно хорошее

демпфирование передаваемых на руль усилий при наездах управляемых колес на неровности дороги. Поэтому такие механизмы применяют в рулевых управлениях с гидроприводом. При этом рейка-поршень одновременно выполняет функцию поршня силового цилиндра двойного действия гидроусилителя. Винтореечный рулевой механизм применяется на автомобиле ГАЗ-3110 с гидроусилителем. Рулевой привод передает усилия от рулевого механизма на управляемые ведущие колеса, непосредственно осуществляя их поворот при повороте водителем руля. Рулевой привод автомобилей с червячным и винтореечным рулевыми механизмами состоит из рулевых тяг 2 и 4 (рисунок 1, а) с шарнирами 9 и маятниковым рычагом 3 и поворотных рычагов 1, образующих рулевую трапецию. Одним основанием рулевой трапеции является воображаемая ось передних управляемых колес, другим основанием – рулевые тяги 2 и 4, а боковыми ее сторонами являются поворотные рычаги 1 передних управляемых колес. Геометрические размеры образуемой деталями рулевого привода рулевой трапеции обеспечивают требуемые соотношения углов поворота управляемых колес при движении автомобиля на поворотах. Точность геометрических размеров рулевой трапеции в процессе эксплуатации автомобиля обеспечивается регулировкой длины боковых рулевых тяг 2, предусмотренной их конструкцией и осуществляемой при периодической регулировке углов установки передних управляемых колес (при регулировке углов их схождения). Рулевой привод автомобилей с реечным рулевым механизмом имеет более простую конструкцию (рисунок 1, б), без средней рулевой тяги, маятникового рычага и с меньшим количеством шарниров.

2 Разработка конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей

2.1 Техническое задание на разработку стенда

Требуется разработать стенд, при помощи которого будет определяться суммарный люфт рулевого механизма легковых автомобилей и усилие, прикладываемое к рулевому колесу при вывешенных колесах. Целью разработки конструкции стенда является общая оптимизация конструкций аналогов, в виде уменьшения единиц деталей, оправданного упрощения конструкции механизмов, повышения технологичности производства, что в совокупности создаст возможность производить товар в условиях ограниченного парка станков. Максимальное использование стандартных размеров металлоконструкций, крепежных, и прочих унифицированных элементов позволит качественно провести оптимизацию конструкций аналогов.

Источниками разработки должны служить:

- техническая литература:
- В.С. Малкин, Н.И. Живоглазов, Е.Е. Андреева «Основы проектирования и эксплуатации технического оборудования» Учебное пособие для студентов специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» г. Тольятти, 2005г.;
- Орлов П.И. «Основы конструирования» в трех томах. Москва «Машиностроение» 1977 г.
- справочники и каталоги оборудования;
- журнал «Автомобильный транспорт» 1999-2002 гг.
- интернет-сайты.

При разработке стенда необходимо провести анализ конструкции измерителей суммарного люфта рулевого управления автотранспортных средств:

- модель К-524;
- модель ИСЛ-401;
- модель ИСЛ-М.

К стенду для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей предъявляются основные требования:

- удовлетворять требованиям надёжности и экономичности;
- сохранять стабильную работоспособность;
- быть высокотехнологичным при производстве;
- сохранять работоспособность на протяжении всего срока хранения и транспортировки;
- отвечать требованиям противопожарной безопасности и безопасности от поражения электрическим током.

При проектировании конструкции, повышения ремонтпригодности устройства, максимально использовать стандартные: размеры металлоконструкций, крепежные, и прочие унифицированные элементы. В разрабатываемой конструкции установки должны быть предусмотрена возможность постоянного улучшения модификации конструкции без внесения изменений в документацию, при условии неоспоримого улучшения потребительских свойств.

Условия безопасности при эксплуатации обеспечиваются следующими требованиями:

- 1) конструкционными требованиями (при выполнении ремонтно-восстановительных работ, силовая часть устройства не должна создавать опасность для автослесаря; при транспортировке установки, рабочие органы должны быть надёжно зафиксированы, обеспечив безопасность автослесаря при выполнении монтажных работ);
- 2) санитарно-гигиеническими требованиями;
- 3) эргономические требования (пребывание на рабочем месте не должно вызывать быстрой усталости автослесаря и активная зона

исполнительных механизмов должна находиться ниже уровня груди с доступным расположением управляющих и фиксирующих органов, выполняя функциональные обязанности управления устройством, автослесарь не должен оказаться в травмоопасной зоне подвижных частей стенда);

- 4) эстетические пожелания (простота очертаний строгой конструкции, предпочтительная форма устройства конструкции прямоугольник, не должны оказывать раздражающего действия на психоэмоциональное состояние автослесаря, тем самым отвлекая его из рабочей атмосферы, скругленные углы и кромки поверхностей не должны излишне выступать из общего очертания устройства);
- 5) стенд должен удовлетворять условиям ремонтпригодности, выполняя запланированные работы по техническому обслуживанию иметь возможность пользоваться минимальным набором инструментов, для частичной разборки. Прежде чем, отправить на хранение или транспортировку, установка разбирается и упаковывается в деревянную тару.

Стенд для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей относится к классу техники ремонта и обслуживания, и предполагается использоваться при выполнении технического обслуживания и ремонтных работ, деталей и элементов.

Стенд будет использоваться в автомастерской, где возможно проводить техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей в следующих условиях:

- пол представляет собой цементобетонную стяжку;
- температура в помещении составляет 18-30 °С, влажность 60-80 %;
- в помещение присутствуют источники освещения (внутренние, внешние);
- переменный электрический ток с напряжением в сети 220, 380 В.

Стенд необходимо изготовить в единственном экземпляре. Конструкцию спроектировать из отдельных узлов и механизмов. Обеспечить поддержание работоспособности стенда до ремонта. Предусмотреть средства защиты и защитные ограждения на подвижные части.

Технико-экономические характеристики разрабатываемого стенда не должны уступать характеристикам стендов, имеющихся в продаже.

2.2 Техническое предложение

На основании полученного технического задания требуется разработать стенд, при помощи которого будет определяться суммарный люфт рулевого механизма легковых автомобилей и усилие, прикладываемое к рулевому колесу при вывешенных колесах.

Первым этапом предлагается рассмотреть стенды, устройства и другие средства диагностики, которые используются на станциях технического обслуживания для определения оптимальных характеристик и сравнения с параметрами, представленными в техническом задании, то есть необходимо удостовериться, возможно ли разработать конструкцию данного стенда в соответствии с представленными параметрами.

Согласно описанию стенда, изложенному в руководстве по эксплуатации «люфтомер (рисунок 2) состоит из верхнего 1 и нижнего 2 раздвижных кронштейнов, приставляемых к ободу рулевого колеса упорами 3, передвигной 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 3).

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 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» [5].

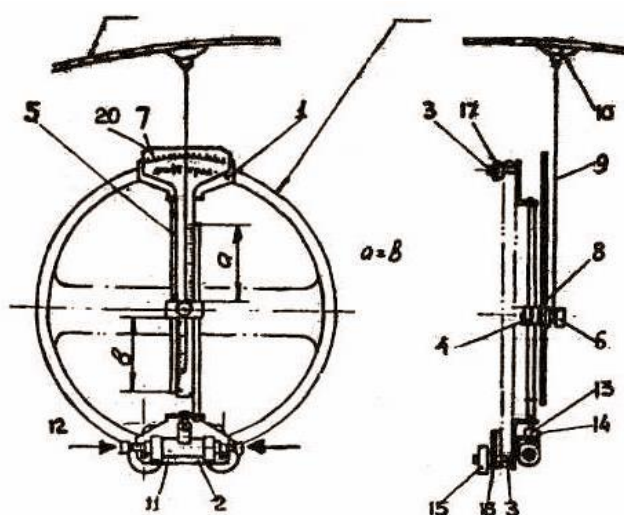
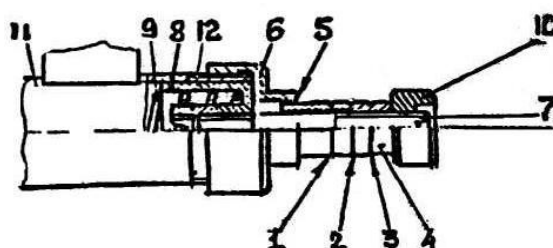


Рисунок 2 – Общий вид люфтомера



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

Рисунок 3 – 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. 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].

«Технические характеристики указанного стенда приведены ниже:

- тип люфтомера механический, универсального применения;
- диапазон диаметров обслуживаемых рулевых колес, мм 325-550;
- диапазон изменения люфта, град 0-30;
- приведенная погрешность измерения люфта, % 5;
- относительная погрешность регламентируемого усилия, %
..... от минус 8 до плюс 8;
- время одного измерения, включая установку и снятие люфтомера с рулевого колеса, мин 3-5;
- минимальные габаритные размеры, мм 363x112x140;
- масса, кг 1,2;
- установленный срок службы, лет 10» [5].

К достоинствам данного стенда можно отнести:

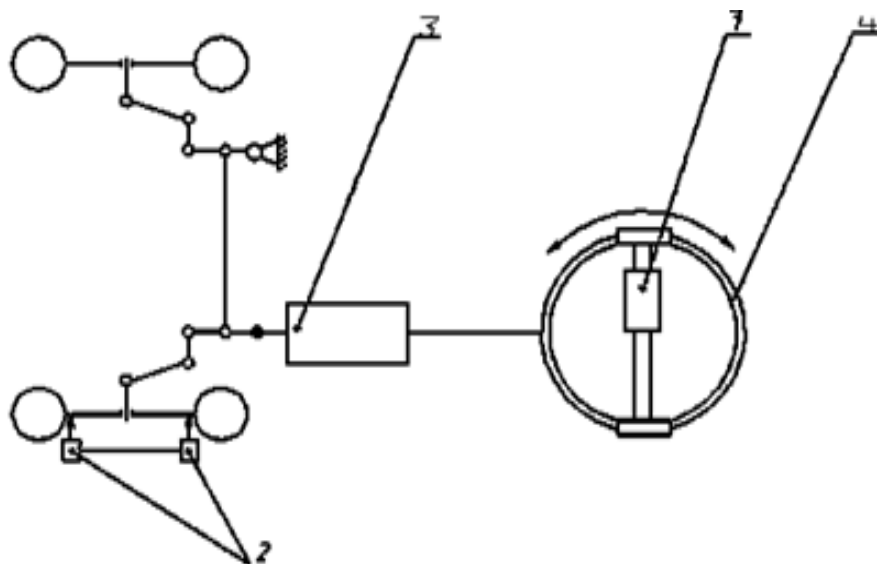
- автономность, так как не требует внешних источников энергии;
- возможность определять усилие, прикладываемое к рулевому колесу.

К недостаткам данного стенда можно отнести:

- трудоемкость при установке, снятии люфтомера с рулевого колеса;

– большая погрешность измерения.

Согласно описанию стенда, изложенному в руководстве по эксплуатации «люфтомер (рисунок 4) состоит из: электронного приборного блока 1 обработки и отображения информации с органами управления и оптико-механическим датчиком измерения угла и двух датчиков движения колеса 2. Приборный блок установлен на телескопическом захвате, устанавливаемый и фиксируемый на ободу рулевого колеса за счет усилия трения, обеспечиваемого растяжением пружин. Принцип действия прибора основан на измерении угла поворота рулевого колеса посредством преобразования сигнала гироскопического датчика угла поворота, интервале срабатываний датчиков движения управляемых колес при выборе люфта рулевого управления в обоих направлениях вращения руля. Конструктивно прибор выполнен в виде приборного блока, который крепится на руле и выносных датчиков движения управляемых колес. В приборном блоке размещаются гироскопический преобразователь угла поворота, буквенно-цифровой индикатор и микропроцессорный преобразователь сигналов» [6].



1 – приборный блок; 2 – датчики движения колеса; 3 – рулевой механизм;
4 – рулевое колесо

Рисунок 4 – Измеритель суммарного люфта рулевого управления
автотранспортных средств, марка ИСЛ-401

«Техническая характеристика указанного стенда ниже:

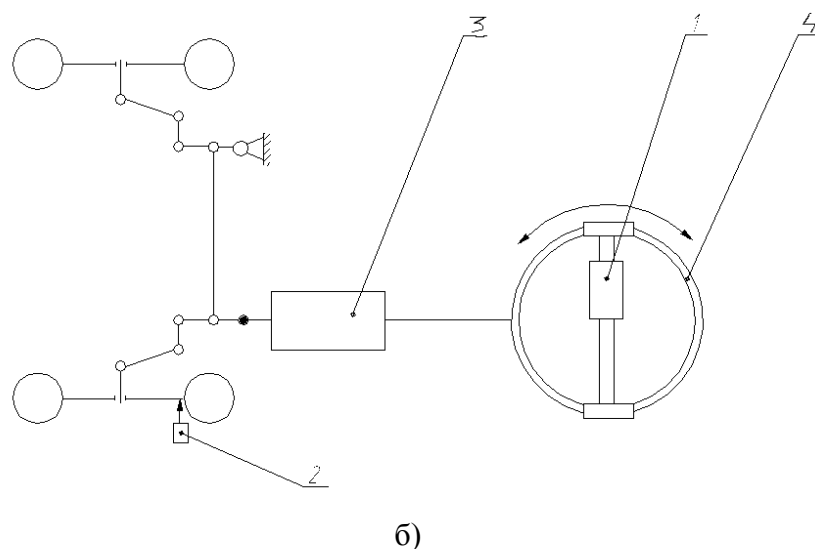
- диапазон измерений угла поворота, град 0-40;
- диапазон по рулевому колесу, мм 360-550;
- расстояние между упорами датчика, мм 405-580;
- время проверки, с 90;
- электропитание от встроенного аккумулятора, В 12;
- габариты, мм 435x160x85;
- масса, кг 4» [6].

К достоинствам данного стенда можно отнести то, что время одного измерения, включая установку и снятие люфтомера с рулевого колеса сравнительно небольшое. Кроме того, погрешность измерения достаточно небольшая. Также питание прибора производится с помощью встроенного аккумулятора и внешних источников питания не требует.

К недостаткам можно отнести то, что данный стенд не производит измерения усилия прикладываемое к рулевому колесу.

Согласно описанию стенда, изложенному в руководстве по эксплуатации «люфтомер (рисунок 5) состоит из: электронного приборного блока 1 обработки и отображения информации с органами управления и оптико-механическим датчиком измерения угла и датчика движения колеса 2. Приборный блок установлен на телескопическом захвате, устанавливаемый и фиксируемый на ободе рулевого колеса за счет усилия трения, обеспечиваемого растяжением пружин. Принцип действия прибора основан на измерении угла поворота рулевого колеса посредством преобразования сигнала гироскопического датчика угла поворота, интервале срабатываний индуктивного датчика движения управляемых колес при выборе люфта рулевого управления в обоих направлениях вращения руля. Конструктивно прибор выполнен в виде приборного блока, который крепится на руле и выносного датчика движения управляемых колес. В приборном блоке размещаются гироскопический преобразователь угла

поворота, буквенно-цифровой индикатор и микропроцессорный преобразователь сигналов. Датчик движения колеса выполнен в виде металлического штатива, состоящего из телескопической штанги и трубок. В верхней части штатива расположен индуктивный преобразователь перемещения. На основании штатива закреплен блок датчика с аккумуляторной батареей и блоком обработки сигналов. Основание штатива установлено на ножки» [7].



а – общий вид угломера ИСЛ-М; б – компоновочная схема;
1 – приборный блок; 2 – датчики движения колеса; 3 – рулевой механизм;
4 – рулевое колесо

Рисунок 5 – Измеритель суммарного люфта рулевого управления
автотранспортных средств, марка ИСЛ-М
«Техническая характеристика указанного стенда представлена ниже:

- диапазон измерений угла поворота, град 0-40;
- диапазон по рулевому колесу, мм 360-550;
- допускаемая максимальная погрешность, град
..... от минус 0,5 до плюс 0,5;
- время проверки, с 90;
- электропитание от встроенного аккумулятора, В 12;
- габариты, мм 310x200x135;
- масса, кг 3» [7].

К достоинствам данного стенда можно отнести то, что время одного измерения, включая установку и снятие люфтомера с рулевого колеса сравнительно небольшое. Кроме того, погрешность измерения достаточно небольшая. Также питание прибора производится с помощью встроенного аккумулятора и внешних источников питания не требует.

К недостаткам можно отнести то, что данный стенд не производит измерения усилия прикладываемое к рулевому колесу.

Сравнение технических характеристик стендов для проверки технического состояния рулевого управления позволяет сделать вывод, что не один стенд не позволяет проводить полную диагностику рулевого управления. Стенд К-524 позволяет измерять люфт рулевого колеса и прикладываемое к нему усилие, но не обладает достаточной точностью и не позволяет определять усилие, передаваемое от колеса к рулевому колесу. Стенды ИСЛ-401 и ИСЛ-М позволяет определять только суммарный люфт рулевого управления.

Ниже представлена техническая характеристика проектируемого стенда, из которой видно, что проектируемый стенд удовлетворяет все современным требованиям, предъявляемым к аналогичным устройствам.

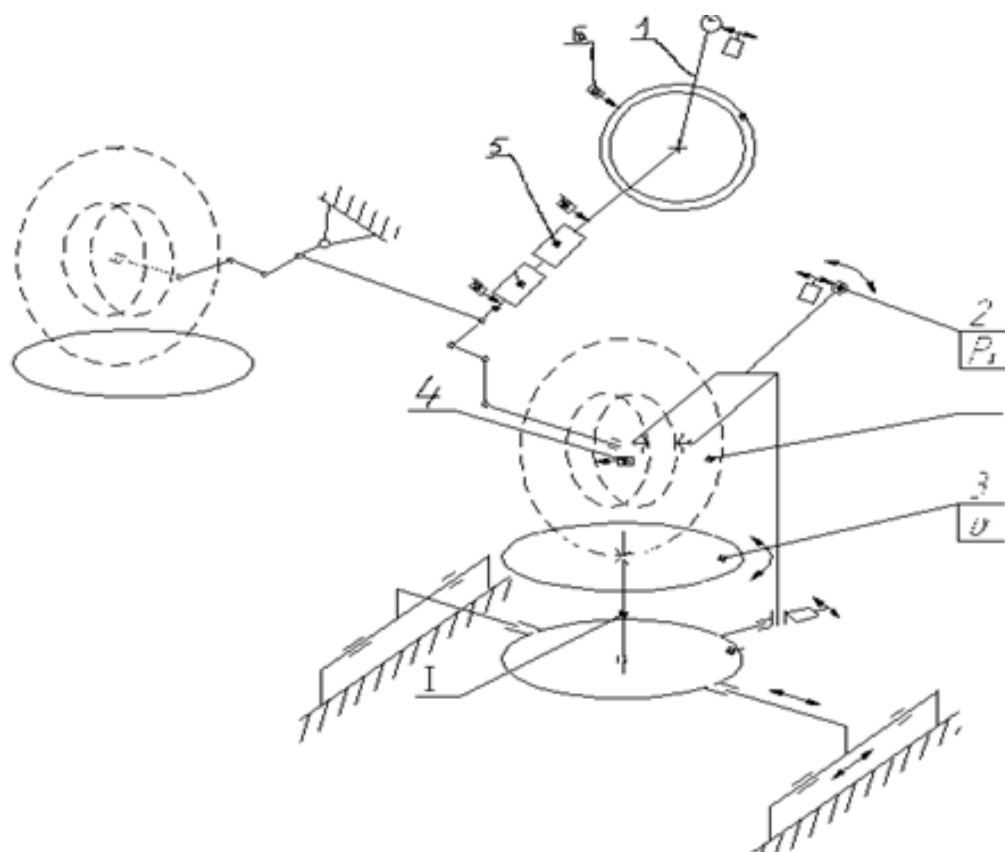
- тип люфтомера
..... электромеханический, универсального применения;
- диапазон диаметров обслуживаемых рулевых колес, мм 360-550;
- диапазон изменения люфта, град 0-40;

- регламентируемые, предельные значения усилий нагрузочного устройства, Н (кгс) 800 (80,0);
- время одного измерения, включая установку и снятие люфтомера с рулевого колеса, мин 10-11;
- минимальные габаритные размеры в сложенном состоянии, мм
..... 363×300×140;
- масса, кг 5;
- электропитание от встроенного аккумулятора, В 12.

Из [9] известно, что усилие на рулевом колесе для легковых автомобилей 400 Н поэтому, предельные значения усилий нагрузочного устройства должно быть не менее 400 Н.

Проектируемый стенд предназначен для проверки технического состояния рулевого управления легковых автомобилей. Его компоновочная схема показана на рисунке 6.

Основанием стенда является поворотный круг 3, на который устанавливается колесо. На поворотном круге имеется шкала измерения угла поворота колеса. К диску колеса крепится динамометрическая рукоятка 2, которой можно определить усилие, прикладываемое к колесу, также рукоятка крепится к основанию поворотного круга соединенная через динамометрическую рукоятку, по которой можно определить передаваемое усилие от рулевого колеса к колесу. К рулевому колесу крепится динамометр-люфтомер 1 для определения люфта и усилия прикладываемого к рулевому колесу. Также у стенда имеются 4 датчика движения, которые устанавливаются на рулевое колесо, перед рулевым механизмом, после гидроусилителя руля и на обод колеса. Такая расстановка датчиков позволяет диагностировать все элементы рулевого управления в отдельности.



1 – динамометр-люфтомер; 2 – динамометр; 3 – поворотный круг; 4 – датчик движения;
5 – рулевой механизм; 6 – датчик движения

Рисунок 6 – Принципиальная схема проектируемого стенда для проверки технического состояния рулевого управления легковых автомобилей

Выявленные при испытании рулевого управления дефекты должны быть устранены регулировкой или заменой неисправных элементов. После этого рулевое управление должно быть повторно продиагностировано.

Далее перейдем к расчету и выбору основных элементов конструкции стенда.

2.3 Расчет основных элементов конструкции стенда

Расчет динамометрической рукоятки.

На проектируемом стенде для измерения усилия при повороте колеса применяется динамометрическая рукоятка, на которую действует изгибающий момент M_H .

Рукоятки выполнены из стали 35 ГОСТ 1050-74.

Определим изгибающий момент определяется по формуле:

$$M_{II} = P \cdot L, \quad (1)$$

где P – усилие, прикладываемое к рычагу, равное 400 Н;

L – длина рычага, равная 1,08 м.

Тогда:

$$M_{II} = 400 \cdot 1,08 = 432 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Определяем диаметр оси по формуле:

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{M_{II}}{0,1 \cdot [\sigma_{II}]}} \quad (2)$$

где $[\sigma_{II}]$ – допускаемое напряжение материала оси на изгиб, равное 75 МПа.

Тогда

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{432}{0,1 \cdot 75 \cdot 10^6}} = 0,039 \text{ м}.$$

Диаметр оси должен быть не менее 0,039 м, а учитывая запас прочности, предлагается выбрать диаметр равный 60 мм.

Расчет шплинта.

В проектируемом стенде используются соединения закрепленные шплинтами, поэтому необходимо произвести расчеты на срез данного соединения.

Условие прочности шплинта на срез определяется по формуле:

$$\tau = \frac{P}{F} \leq [\tau], \quad (3)$$

где F – площадь поперечного сечения шплинта, определяется по формуле (4);

$[\tau]$ – условное допускаемое напряжение на срез, равное 120 МПа;

P – сила, действующая в месте соединения, равная 400 Н.

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (4)$$

где d – диаметр шплинта.

Тогда:

$$F = \frac{3,14 \cdot 6^2}{4} = 28,3 \text{ мм}^2,$$
$$\tau = \frac{400}{28,3} \leq 14,1 \text{ МПа} < [\tau] = 120 \text{ МПа},$$

Так как условие выполняется, значит, выбор сделан правильно.

Шарики устанавливаются под поворотный круг, на который впоследствии устанавливается автомобиль. Следовательно, шарики испытывают нагрузку, которую необходимо рассчитать.

Базовая динамическая грузоподъемность определяется по формуле:

$$C_r = b_m \cdot f_c \cdot z^{\frac{2}{3}} \cdot D_w^{1,8}, \quad (5)$$

где b_m – коэффициент, характеризующий свойства стали с учетом способа ее обработки, равный 1,3 [10];

f_c – коэффициент, зависящий от материала, геометрии деталей и точности их изготовления, равный 59,5 [10];

z – число шариков, равное 30 шт.;

D_w – диаметр шариков, равный 15 мм.

Тогда:

$$C_r = 1,3 \cdot 59,5 \cdot 30^{\frac{2}{3}} \cdot 15^{1,8} = 19725,5 \text{ Н.}$$

Вычисляем эквивалентную осевую динамическую нагрузку шариков по формуле:

$$P_a = F_a \cdot K_{\delta} \cdot K_m, \quad (6)$$

где K_{δ} – коэффициент динамичности, равный 1 [10];

K_m – коэффициент в зависимости от температуры, равный 1 [10];

F_a – осевая нагрузка, равная 50000 Н.

Тогда:

$$P_a = 50000 \cdot 1 \cdot 1 = 50000 \text{ Н.}$$

Расчет поворотного круга. При установке на поворотный круг колеса он начинает испытывать изгибающий момент, и круг начинает изгибаться. Поэтому необходимо произвести расчеты на максимальную величину изгиба.

Максимальная величина изгиба определяется по формуле:

$$V_{\max} = \frac{5ql^4}{384 \cdot EJ_x}, \quad (7)$$

где q – интенсивность распределения нагрузки, равная 150 Н/мм;

l – длина участка, испытывающая нагрузку, равна 150 мм;

E – модуль продольной упругости, равный $38,4 \cdot 10^5$ [10];

J_x – осевой момент инерции (формула 8).

$$J_x = -\frac{l \cdot a^3}{12}, \quad (8)$$

где a – толщина круга, равная 2 мм.

Тогда:

$$J_x = -\frac{150 \cdot 2^3}{12} = 100,$$

Подставляем значение в формулу (7).

$$V_{\max} = \frac{5 \cdot 150 \cdot 150^4}{384 \cdot 38,4 \cdot 10^5 \cdot 100} = 2,5 \text{ мм}.$$

Максимальная величина изгиба круга составляет 2,5 мм.

Выводы по разделу «Разработка конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей».

В результате проведенной работы:

- разработка стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей;
- выполнен расчет основных элементов конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.

3 Технологический процесс

3.1 Управляемость автомобиля

Основная функция водителя – управление автомобилем. В системе «автомобиль – водитель – дорога» автомобиль является объектом управления, а водитель – оператором. Анализируя дорожную обстановку, водитель, воздействуя на органы управления автомобиля, изменяет характер его движения. Различные автомобили отличаются реакциями на управляющие воздействия. Так поворот рулевого колеса на один и тот же угол на разных машинах вызовет различное изменение курсового угла. Усилия, необходимые для поворота рулевого колеса, для различных автомобилей неодинаковы.

Управляемость автомобиля – это его способность сохранять заданное направление движения в определенной дорожной обстановке или изменять его при воздействии водителя на рулевое управление.

Управляемость автомобиля оценивают следующими показателями:

- критическая скорость по управляемости;
- поворачиваемость автомобиля,
- соотношение углов поворота управляемых колес;
- стабилизация управляемых колес и их угловые колебания.

При прохождении автомобилем поворота возникающая боковая сила P_y действует на весь автомобиль, и в том числе и на колеса, которые находятся в контакте с дорогой. Так как колеса автомобиля снабжены эластичными шинами, то боковая сила P_y вызовет деформацию шин в зоне контакта колес с дорогой.

Допустим, что к оси равномерно и прямолинейно катящегося колеса приложена боковая сила, перпендикулярная его плоскости качения (рисунок 7). Под действием этой силы в плоскости дороги возникает равная ей боковая реакция R_y . В результате совместного действия P_y и R_y происходит

деформация упругой шины. Деформируется и беговая дорожка. Если бы не было деформации шины, то беговая дорожка оставляла бы на плоскости дороги прямолинейный след аб, являющийся линией пересечения плоскости качения колеса с плоскостью дороги. Однако в результате боковой деформации шины точки следа получают смещение, и линия следа ав будет наклонена к линии аб под некоторым углом $\delta_{ув}$ увода.

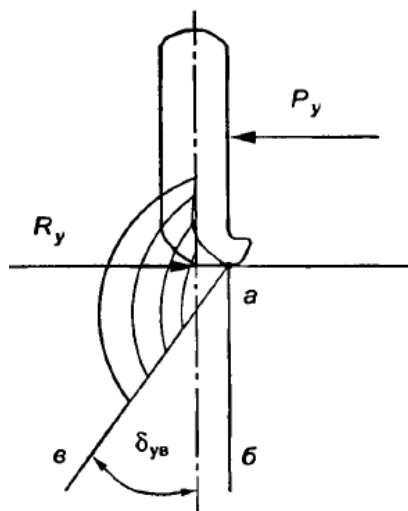


Рисунок 7 – Схема сил при уводе колеса

Отклонение вектора скорости эластичного колеса от плоскости его вращения при действии любой по величине боковой силы, называется боковым уводом (или просто уводом), а угол между этим вектором и плоскостью вращения – углом увода.

Боковая сила, вызывающая увод, может быть связана с углом увода соотношением, которое определяется по формуле (9):

$$P_y = k_{ув} \cdot \delta_{ув}, \quad (9)$$

где $\delta_{ув}$ – коэффициент сопротивления уводу, показывающий какую по величине поперечную силу надо приложить к колесу, чтобы оно катилось с углом увода, равным 1 рад.

Для малых углов увода (до 6°) коэффициент $k_{yв}$ приближенно можно считать постоянным. Для легковых автомобилей $k_{yв}$ от 15 до 40 Н/рад, а для грузовых автомобилей и автобусов от 30 до 100 Н/рад.

Коэффициент $k_{yв}$ можно считать постоянным лишь приближенно. Увеличение вертикальной нагрузки и давления воздуха в шинах сопровождаются повышением сопротивления уводу. При возникновении увода происходит деформация шины в радиальном и поперечном направлениях, в результате чего возрастает внутреннее трение в шине. При больших же углах увода начинается скольжение протектора по дороге. Результатом этого является то, что сила, необходимая для качения колеса с уводом должна быть больше, чем для его качения без увода.

Увод колеса без скольжения по дороге возможен только до тех пор, пока боковая сила P_y , приложенная к колесу не превысит его сцепные возможности.

Свойство автомобиля изменять направление движения без поворота управляемых колес называется поворачиваемостью автомобиля. Поворачиваемость проявляется в результате бокового увода колес вследствие эластичности шин или поперечного крена кузова вследствие эластичности подвески. Поэтому различают поворачиваемость шинную и креновую.

Если в автомобиле с жесткими шинами центр поворота находится в точке O (рисунок 8) пересечения продолжения осей передних и задних колес, то у автомобиля с эластичными шинами центр поворота будет находиться в точке O_y пересечения перпендикуляров к векторам v_1 и v_2 скоростей соответственно переднего и заднего мостов. Тогда база автомобиля определяется по формуле (10):

$$L = \rho_y \cdot \operatorname{tg}(\theta - \delta_1) + \rho_z \cdot \operatorname{tg}, \quad (10)$$

где δ_1 и δ_2 – углы увода соответственно переднего и заднего мостов;

ρ_y – радиус поворота автомобиля с эластичными шинами;

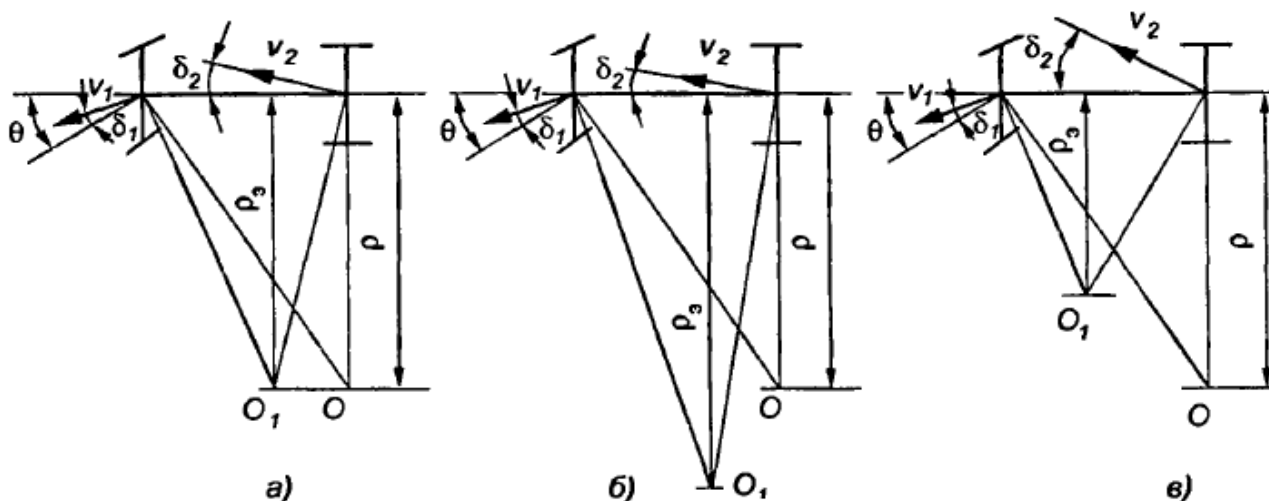


Схема движения автомобилей с различной поворачиваемостью: а – нейтральная, б – недостаточная, в – избыточная

Рисунок 8 – Схема сил при уводе колеса

Так как углы θ , δ_1 и δ_2 обычно невелики, то радиус поворота автомобиля определяется по формуле (11):

$$\rho = \frac{L}{(\operatorname{tg}(\theta - \delta_1) + \operatorname{tg} \delta_2)} \approx \frac{L}{(\theta \cdot \delta_1 + \delta_2)}. \quad (11)$$

Для автомобиля с жесткими шинами $\delta_1 = \delta_2 = 0$, и радиус поворота автомобиля с жесткими шинами определяется по формуле (12):

$$\rho = \frac{L}{\theta}. \quad (12)$$

Таким образом, траектория движения автомобиля с жесткими шинами зависит только от угла θ поворота управляемых колес. У автомобиля с эластичными шинами на нее влияют углы δ_1 и δ_2 . Кривизна траектории зависит от соотношения углов δ_1 и δ_2 . Если $\delta_1 = \delta_2$, то это называется нейтральной поворачиваемостью.

При этом, согласно формуле (3) $\rho_s = \rho$, однако траектория движения автомобиля с эластичными шинами не совпадает с траекторией движения автомобиля, имеющего нейтральную поворачиваемость, так как центры поворота в этих случаях занимают различные положения.

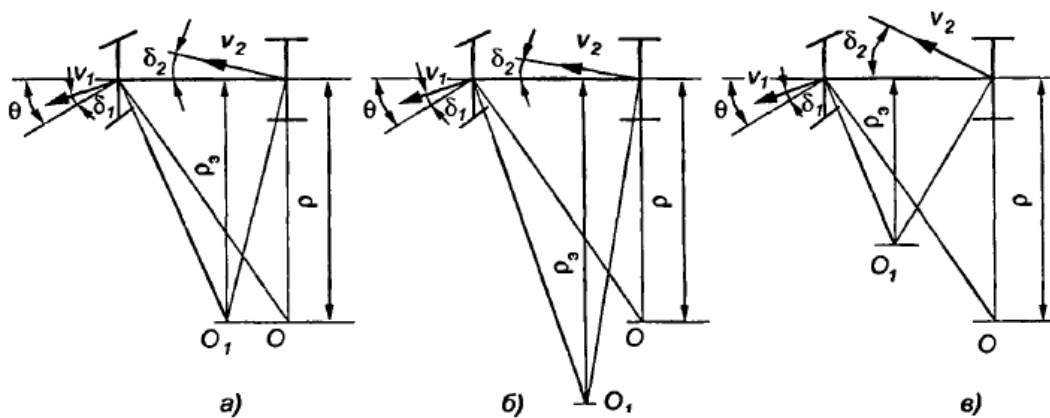
При действии поперечной силы на автомобиль с жесткими шинами он будет сохранять свое прежнее направление движения, пока обеспечивается его устойчивость по сцеплению колес с дорогой. Автомобиль же на эластичных шинах с нейтральной поворачиваемостью при действии боковой силы будет двигаться прямолинейно под углом $\delta_{yв}$ к прежнему направлению движения.

Если $\delta_1 > \delta_2$, то $\rho_s > \rho$ (рисунок 8, б), и для движения автомобиля с эластичными шинами по кривой радиусом ρ управляемые колеса нужно повернуть на больший угол, чем при жестких шинах. В этом случае имеет место недостаточная поворачиваемость.

Если угол $\delta_1 < \delta_2$, то $\rho_s < \rho$ (рисунок 8, в), и для движения автомобиля с эластичными шинами по кривой радиусом ρ управляемые колеса нужно повернуть на угол, меньший чем при жестких шинах, то есть наблюдается излишняя поворачиваемость.

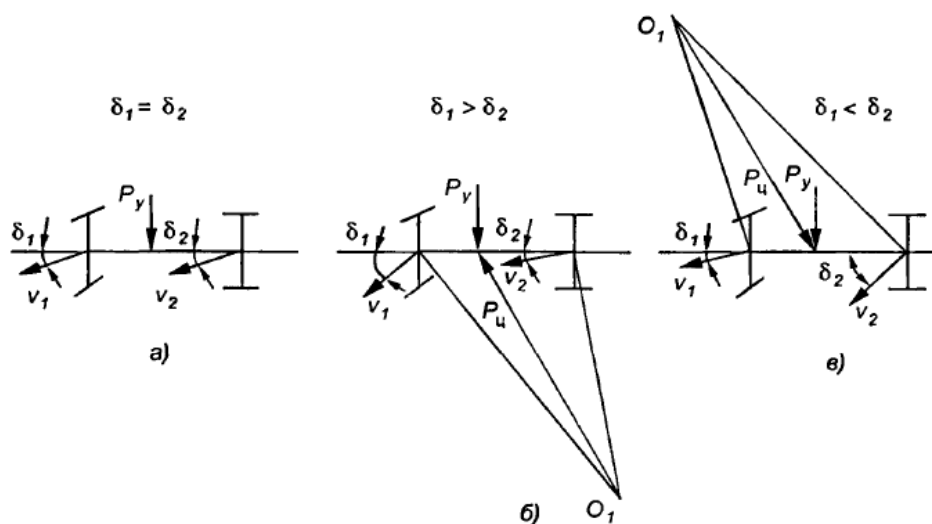
Чтобы понять влияние различных видов поворачиваемости на устойчивость автомобиля, рассмотрим воздействие на автомобиль боковой силы P_y в случае, когда угол поворота управляемых колес $\theta = 0$.

В случае нейтральной поворачиваемости (рисунок 9, а) автомобиль будет двигаться под углом $\delta_{yв} = \delta_1 = \delta_2$ к траектории своего прежнего движения.



а – нейтральная, б – недостаточная, в – избыточная

Рисунок 9 – Схема движения автомобилей с различной поворачиваемостью



а – нейтральная; б – недостаточная; в – излишняя

Рисунок 10 – Схема движения автомобиля с различной поворачиваемостью при $\theta = 0$

В случае недостаточной поворачиваемости (рисунок 10, б) в результате того, что углы уводов переднего и заднего мостов различны, будет действовать центробежная сила P_u из центра O , поворота автомобиля, причем она будет направлена в противоположную сторону возмущающей боковой силе P_y что уменьшит ее и, как следствие, произойдет увод колес.

Следовательно, автомобиль с недостаточной поворачиваемостью устойчиво сохраняет прямолинейное движение.

В случае излишней поворачиваемости (рисунок 10, в) будет действовать центробежная сила из центра поворота O , но в данном случае ее направление будет совпадать с направлением боковой силы P_y , что вызовет еще больший увод колес с изменением траектории движения. Поэтому автомобиль с излишней поворачиваемостью менее управляем и хуже сохраняет направление движения, чем автомобиль с недостаточной поворачиваемостью.

Креновая поворачиваемость автомобиля зависит от конструкции подвески. На рисунке 11 показан задний мост с подвеской на листовых полуэллиптических рессорах, который поворачивает направо. Передние концы рессор соединены с кузовом простым шарниром, а задние с помощью серьги. Под действием поперечной силы P_y кузов автомобиля наклоняется, вызывая сжатие левых рессор и распрямление правых. Левая рессора, сжимаясь, перемещает задний мост назад (в точку А), а правая распрямляясь, перемещает его вперед (в точку В). В результате задний мост поворачивается в горизонтальной плоскости.

Если вследствие крена углы поворота переднего и заднего мостов неодинаковы по величине или направлению, то автомобиль поворачивает, хотя передние колеса относительно балки моста не повернуты. Так, при действии одной и той же силы P_y один автомобиль (рисунок 11, а) повернет вправо, а второй автомобиль (рисунок 11, б) – влево.

Возникающая при повороте центробежная сила $P_{ц}$ у первого автомобиля направлена противоположно возмущающей силе P_y , а у второго автомобиля – в ту же сторону. Поэтому первый автомобиль лучше сохраняет направление движения под действием поперечных возмущающих сил. По аналогии с шинной поворачиваемостью можно сказать, что первый

автомобиль имеет недостаточную поворачиваемость, а второй автомобиль – излишнюю креновую поворачиваемость.

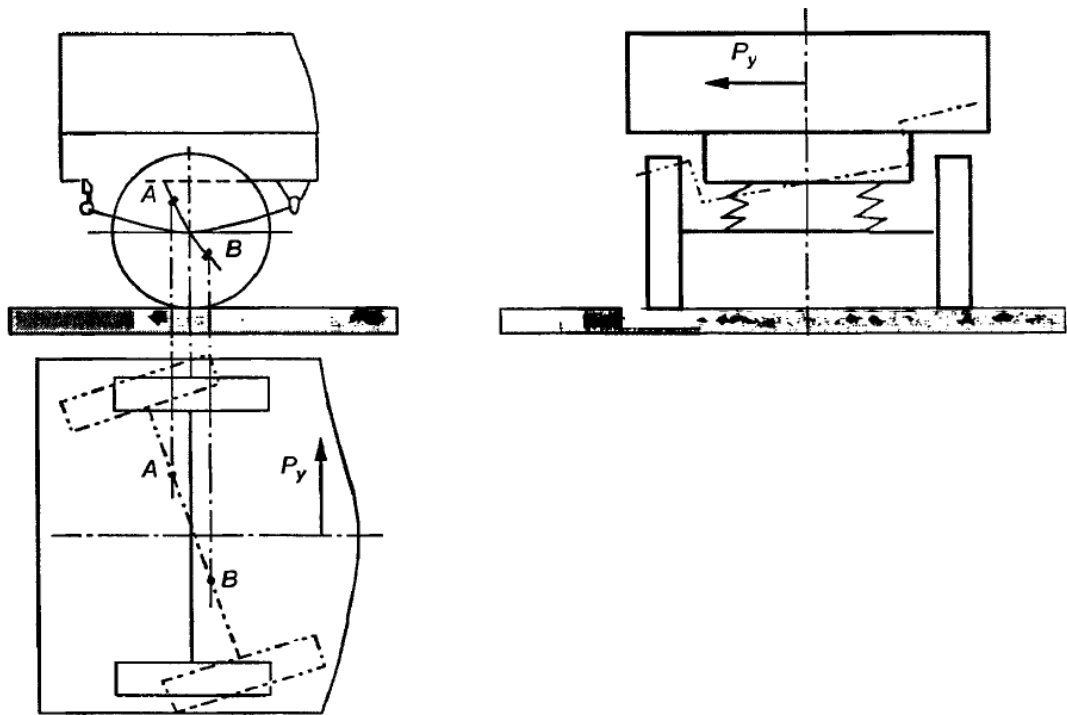
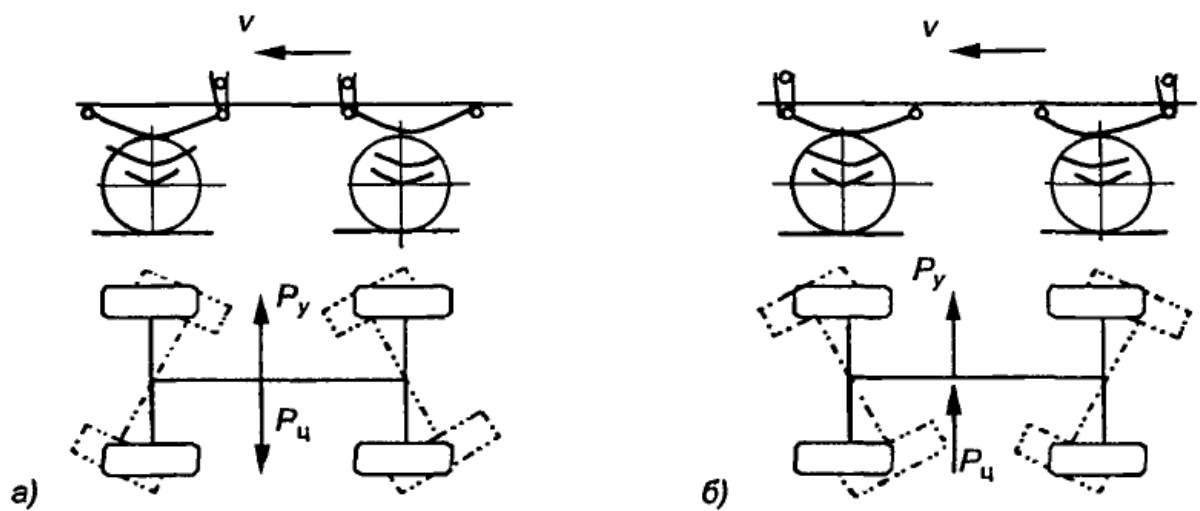


Рисунок 11 – Поворот заднего моста при крене кузова



а – недостаточная; б – излишняя

Рисунок 12 – Креновая поворачиваемость автомобиля

У автомобиля с излишней креновой поворачиваемостью при действии поперечной силы кривизна траектории непрерывно увеличивается. Это приводит к росту центробежной силы и дальнейшему уменьшению радиуса поворота. Однако максимальное значение угла поперечного крена обычно ограничено упорами, предусмотренными в конструкции подвески.

Креновая поворачиваемость связана с шинной поворачиваемостью, так как увод колеса возникает не только под действием моментов, но и при наклоне колеса к вертикали (развале). Если направление поперечной силы совпадает с направлением развала, то увод возрастает. Один градус развала вызывает увод в 10–20'. У автомобилей с независимой подвеской на поперечных рычагах крен кузова вызывает изменение развала. При двухрычажной подвеске колеса наклоняются в сторону крена кузова и направления поперечной силы, что увеличивает общий увод моста. При однорычажной подвеске колеса наклоняются в сторону, противоположную крену кузова и навстречу поперечной силе, при этом общий увод моста уменьшается.

Так как автомобиль, имеющий недостаточную поворачиваемость, обладает большей устойчивостью, то при его конструировании и эксплуатации стремятся обеспечить именно недостаточную поворачиваемость. Поэтому у легковых автомобилей наиболее распространена передняя подвеска на двух рычагах. Заднюю подвеску выполняют зависимой или же независимой на одном поперечном рычаге. Если сделать наоборот (впереди установить зависимую, а сзади независимую двухрычажную подвеску), то это приведет к резкому ухудшению управляемости автомобиля.

При эксплуатации для сохранения недостаточной поворачиваемости автомобиля при перевозке грузов их размещают так, чтобы их центр тяжести находился ближе к передней оси автомобиля. Во всех случаях давление воздуха в шинах колес передней оси поддерживают ниже, чем в задних шинах, а в случае вынужденного использования шин разной конструкции

следует более жесткие шины устанавливать на заднюю ось, а менее жесткие спереди.

Автомобиль с излишней поворачиваемостью может вообще потерять управляемость. Из формулы (12) получим (13):

$$\theta = \frac{L}{[\rho_s + (\delta_1 - \delta_2)]}. \quad (13)$$

При прямолинейном движении автомобиля $\delta_1 = \delta_2 = \theta = 0$, $\rho_s = \infty$ и обе части равенства (3) равны нулю. Если на автомобиль кратковременно подействует боковая сила (например, порыв ветра), то возникает боковой увод колес. Теперь в равенстве (3) $\delta_1 > 0$, $\delta_2 > 0$, $\delta_2 > \delta_1$, (автомобиль имеет излишнюю поворачиваемость), $\theta = 0$, следовательно,

$$\rho_s = \frac{L}{(\delta_2 - \delta_1)} < \infty.$$

То есть автомобиль начнет поворачивать по дуге радиусом ρ_s , и возникнет центробежная сила P_u , которая будет поддерживать колеса в состоянии увода и после прекращения действия исходной возмущающей силы (в данном случае порыв ветра).

Допустим, что сила P_u параллельна силам боковых реакций R_{y1} и R_{y2} дороги на колеса автомобиля. Такое допущение основывается на том, что после возникновения центробежной силы P_u радиус поворота ρ_s достаточно велик. Тогда из уравнения равновесия автомобиля (14) следует (рисунок 13):

$$R_{y1} = \frac{P_u \cdot l_2}{L}; \quad R_{y2} = \frac{P_u \cdot l_1}{L}. \quad (14)$$

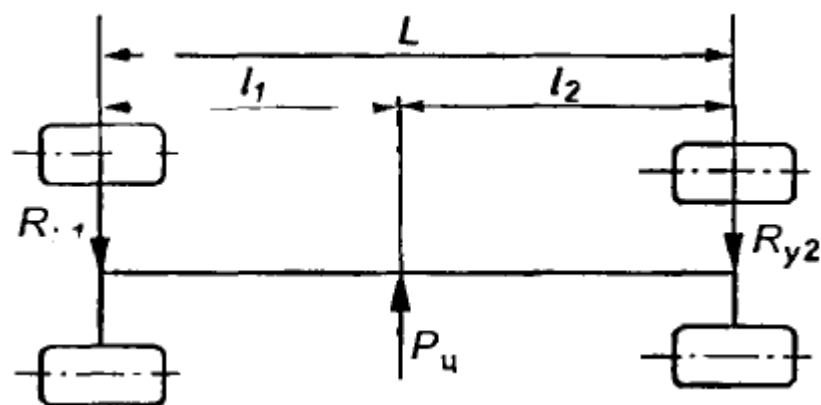


Рисунок 13 –Определение критической скорости автомобиля по условиям управляемости

Центробежная сила P_y и боковые силы P_{y1} и P_{y2} действуют на колеса со стороны балок мостов, вызывая увод шин (15):

$$P_y = \frac{m \cdot V^2}{\rho_s}; \quad R_{y1} = -P_{y1}; \quad R_{y2} = -P_{y2}. \quad (15)$$

Проведя анализ полученных формул, что при повышении скорости движения углы увода возрастают, причем угол δ_2 растет быстрее угла δ_1 .

Если скорость больше $V_{yк}$, то $(\delta_2 - \delta_1) > \frac{L}{\rho_s}$ и угол θ становится отрицательным. Это означает, что для поворота вправо передние колеса следует повернуть влево. Таким образом, автомобиль с излишней поворачиваемостью теряет управляемость, если его скорость больше критической.

Критическая скорость автомобиля по условиям управляемости определяется по формуле (16):

$$V_{yк} = \frac{L}{\sqrt{(l_1 \cdot k_{yк2} - l_2 \cdot k_{yк1}) \cdot m}}. \quad (16)$$

У автомобиля с недостаточной или нейтральной поворачиваемостью критическая скорость $V_{ув}$ отсутствует, так как при $\delta_2 < \delta_1$, подкоренное выражение отрицательно, а при $\delta_2 = \delta_1$, оно равно бесконечности.

3.2 Разработка технологической карты на выполнение операций при помощи спроектированного стенда

Технологическая карта на проверку суммарного люфта рулевого управления легкового автомобиля проектируемым стендом представлена в таблице 1. Место выполнения: пост зоны текущего ремонта, исполнителем является 1 автослесарь 3 разряда, трудоемкость составляет 6,3 чел/мин.

Таблица 1 – Технологическая карта

Наименование и содержание операции	Место выполнения работ	Оборудование и инструмент	Норма времени, мин	Технические условия и указания
1 Установить автомобиль на стенд	с боку	Подъемник ПНК-1, стенд для проверки технического состояния рулевых управлений	0,5	Поднимать на высоту 0,2 м упором в поперечные усилители кузова
2 Закрепить приборный блок на рулевом колесе	в салоне	Стенд для проверки технического состояния рулевых управлений	0,2	Крепить жестко с помощью захватов
3 Установить датчик движения на колесе	с боку	То же	1	Устанавливать датчики на расстоянии, при котором на аккумуляторной батарее загорится индикатор
4 Установить датчик движения перед рулевым механизмом	в салоне	То же	1	Устанавливать датчики на расстоянии, при котором на аккумуляторной батарее загорится индикатор

Продолжение таблицы 1

Наименование и содержание операции	Место выполнения работ	Оборудование и инструмент	Норма времени, мин	Технические условия и указания
5 Установить датчики движения после гидроусилителя рулевого управления	в моторном отсеке	То же	1	—
6 Подготовить прибор к работе	в салоне	То же	0,5	Включать прибор, в случаи разрядки внутренней батареи подключить к аккумуляторной батареи автомобиля
7 Повернуть рулевое колесо направо	в салоне	То же	0,2	Поворачивать плавно до звукового сигнала
8 Снять показания	в салоне	То же	0,5	—
9 Повернуть рулевое колесо налево	в салоне	То же	0,2	Поворачивать плавно до звукового сигнала
10 Снять показания	в салоне	То же	0,5	—
11 Снять приборный блок с рулевого колеса	в салоне	Подъемник ПНК-1, стенд для проверки технического состояния рулевых управлений	0,2	Ослаблять захват
12 Снять автомобиль со стенда	сбоку	—	0,5	Поднимать на высоту 0,2 м упором в поперечные усилители кузова

Выводы по разделу «Технологический процесс».

В результате проведенной работы:

- рассмотрено понятие управляемость автомобиля;
- разработана технологическая карта на проверку суммарного люфта рулевого управления легкового автомобиля.

4 Безопасность и экологичность стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей

Паспорт безопасности предназначен для обеспечения потребителя достоверной информацией по безопасности применения, хранения, транспортирования и утилизации материалов, изделий, устройств а также их использования в бытовых целях.

Паспорт безопасности должен содержать изложенную в доступной и краткой форме достоверную информацию, достаточную для принятия потребителем необходимых мер по обеспечению защиты здоровья людей и их безопасности на рабочем месте, охране окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла вещества, в том числе утилизацию.

В таблице 2 представлен паспорт безопасности на стенд для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.

Таблица 2 – Паспорт безопасности на стенд для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей

Технологический процесс	Наименование и содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст	Оборудование и приспособления	Перечень веществ и материалов, используемых при выполнении технологического процесса
1	2	3	4	5
Определение суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей	1 Установка автомобиля на стенд. 2 Закрепить приборный блок на рулевом колесе. 3 Установка датчиков движения на колесе, перед	Слесарь по ремонту автомобилей 3 разряда	Стенд для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей	Перчатки, защитные очки

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5
	рулевым механизмом, после гидроусилителя рулевого управления 5 Определение суммарного люфта рулевого механизма. 6 Снятие автомобиля со стенда			

4.2 Определение профессиональных рисков

Определение профессиональных рисков подразумевает под собой процедуру обнаружения, выявления опасных и вредных производственных факторов и установления их временных, количественных и других характеристик, в целях выработки пакета предупреждающих мероприятий для обеспечения безопасности труда.

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при использовании стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование выполняемых работ	Наименование О и ВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения О и ВПФ
1	2	3
1 Установка автомобиля на стенд. 2 Закрепить приборный блок на рулевом колесе. 3 Установка датчиков движения на колесе, перед рулевым механизмом, после гидроусилителя рулевого управления 5 Определение суммарного люфта рулевого механизма. 6 Снятие автомобиля со стенд	Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях оборудования Возможность поражения электрическим током Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Автомобиль, подъемник, приборный блок, процесс определения суммарного люфта рулевого механизма

Продолжение таблицы 3

1	2	3
	Монотонность труда, вызывающая монотонию. Напряжение зрительных анализаторов	

4.3 Способы снижения профессиональных рисков

Работодатель обязан ежегодно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков, и направлять на эти цели, согласно ст. 226 Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Типовой перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (далее – Перечень) утвержден Приказом Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н (в ред. от 16.06.2014).

Основные мероприятия, включаемые в Перечень:

- а) Проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ). СОУТ позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить вредные и (или) опасные производственные факторы и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
 - информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;

- установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.
- б) Обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами.
- в) Организация обучения и проверки знаний по охране труда работников.
- г) Проведение обязательных медицинских осмотров и психиатрических освидетельствований.
- д) Устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов.
- е) Приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами.
- ж) Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений.
- з) Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ.
- и) Приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ,

оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда.

- к) Обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов.
- л) Оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи.
- м) Организация и проведение производственного контроля.
- н) Издание (тиражирование) инструкций по охране труда.

Сводная информация по способам снижения профессиональных рисков представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Способы снижения профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
1	2	3
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем техническом состоянии; – эксплуатация инструмента, приспособлений в соответствии	Оборудование стенда защитными кожухами, спецодежда в зависимости от условий труда (респиратор, защитные перчатки)
Возможность поражения электрическим током	Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства с инструкцией	Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей
Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение	Применение специальной обуви с защитным подноском, уборка рабочего места и	–

Продолжение таблицы 4

1	2	3
твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего	рабочей зоны от лишних инструментов, компонентов, материалов	
Статические нагрузки, связанные с рабочей позой Напряжение зрительных анализаторов	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры согласно ст. 212 ТК РФ – рационализация режимов труда и отдыха в соответствии с действующим законодательством РФ; – устройство комнат психологической разгрузки; – занятия различными видами физической культуры, санаторно-курортное оздоровление, физиотерапевтические медицинские мероприятия	–

4.4 Пожарная безопасность стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

Каждый работник обязан:

- знать и соблюдать требования правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности, действующих на предприятии;
- при приеме на работу пройти вводный противопожарный инструктаж;

- до начала самостоятельной работы пройти первичный противопожарный инструктаж на рабочем месте;
- не реже одного раза в полугодие проводить повторный противопожарный инструктаж;
- при необходимости проводить внеплановый и целевой противопожарные инструктажи;
- соблюдать меры предосторожности при использовании средств бытовой химии, газовых приборов, проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими веществами, материалами и оборудованием;
- при возникновении пожара немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, непосредственному или вышестоящему руководителю, принять все меры к эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;
- при нарушениях пожарной безопасности на участке работы, использовании но по прямому назначению пожарного оборудования, указать об этом нарушителю и сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность.

На рисунке 14 показаны правила соблюдения пожарной безопасности на предприятии.

Сводная информация по мероприятиям, направленным на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики рулевого управления представлена в таблице 5.



Рисунок 14 – Правила пожарной безопасности на предприятии

Таблица 5 – Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики рулевого управления

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
1	2
Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком

Продолжение таблицы 5

1	2
противопожарного водоснабжения, средств пожаротушения	действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность Общие требования»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности

4.5 Экологическая безопасность стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса диагностики рулевого управления представлена в таблице 6.

Таблица 6 – Идентификация экологических факторов технологического процесса диагностики рулевого управления

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4
Стенд для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей	Не обнаружено	Не обнаружено	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы (ТБО, ТКО, коммунальный мусор), металлический лом

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики рулевого управления представлена в таблице 7.

Таблица 7 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики рулевого управления

Мероприятий, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики рулевого управления на:		
атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3
Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке отсасывающих устройствах. Контроль воздушной среды должен проводиться по методикам, утвержденным Министерством здравоохранения РФ, ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.014-79 и ГОСТ 12.1.016-79	Соблюдение мер по предотвращению загрязнения почв. Контроль за утилизацией и захоронением выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды	Изнанная спецодежда используется как вторсырье при производстве ветоши. Вывоз отходов осуществляется на основании заключенного договора с региональным оператором по вывозу мусора

Закключение по разделу «Безопасность и экологичность стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей».

В разделе «Безопасность и экологичность стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей»:

- составлен паспорт безопасности на стенд для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей (таблица 2);
- определены профессиональные риски при использовании стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей (таблица 3) и способы их снижения (таблица 4);
- рассмотрены мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики рулевого управления (таблица 5, 6);
- рассмотрены мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики рулевого управления (таблица 7).

5 Расчет экономической эффективности стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей

5.1 Определение себестоимости изготовления

Определение затрат на покупку сырья и материалов, выполняется по формуле (17):

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (17)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на покупку сырья и материалов в таблицу 8.

Таблица 8 – Информация по затратам на покупку сырья

Номенклатура сырья, материалов и услуг	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Листовой металл, Ст3	2 кг	34,4	68,8	самовывоз
Пруток, Ст3	1 кг	38,7	38,7	самовывоз
Краска	0,5 л	170	85	самовывоз
Грунтовка	0,5 л	86	43	самовывоз
Итого:	—	—	235,5	—
Транспортно-заготовительные расходы	—	—	68,01	—
Всего:	—	—	303,51	—

Определение затрат на покупные изделия и полуфабрикаты воспользуемся формулой (18):

$$П_{и} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (18)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на покупные изделия в таблицу 9.

Таблица 9 – Информация по затратам на покупные изделия

Номенклатура покупного изделия	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу изделия, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Динамометр-люфтомер	1 шт.	6300	6300	самовывоз
Динамометр	1 шт.	5200	5200	самовывоз
Датчик	2 шт.	3400	6800	самовывоз
Шарики	30 шт.	54	1620	самовывоз
Итого:	–	–	19920	–
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	1394,4	–
Всего:	–	–	21314,4	–

5.2 Определение затрат на выплату заработной платы

Для определения затрат на заработную плату воспользуемся формулой (19):

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ГЗ}}{100}\right). \quad (19)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на выплату основной заработной платы в таблицу 10.

Таблица 10 – Информация по затратам на выплату основной заработной платы

Наименование основной технологической операции	Разряд рабочего в соответствии с Единым тарифно- квалификационным справочником работ и профессий рабочих	Затраты на производство единицы продукции (трудоемкость), чел-ч.	Должностной оклад, руб./час	Заработная плата, руб.
1	2	3	4	5
1 Заготовительная	3	4,5	52,8	237,6
2 Сварочная	5	3	61,2	183,6
3 Токарная	5	3	61,2	183,6
4 Фрезерная	5	3	61,2	183,6
5 Сверлильная	4	2	55,74	111,48

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
6 Слесарная	4	2,5	55,74	139,35
7 Сборочная	5	4	61,2	244,8
8 Окрасочная	4	1,5	55,74	83,61
9 Испытательная	4	0,5	55,74	27,87
Итого:	—	—	—	1395,51
Выплата стимулирующего характера (ч. 1 ст. 129 ТК РФ):	—	—	—	279,10
Основная заработная плата:	—	—	—	1674,61

Для определения затрат на выплату дополнительной заработной платы воспользуемся формулой (20):

$$З_д = З_о \cdot K_д, \quad (20)$$

где $K_д$ – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_д = 1,1 [20].$$

$$З_д = 1674,61 \cdot 1,1 = 167,46 \text{ р.}$$

Для определения затрат на отчисления единого социального налога воспользуемся формулой (21):

$$O_c = (З_о + З_д) \cdot K_c, \quad (21)$$

где K_c – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_c = 0,26 [19].$$

$$O_c = (1674,61 + 167,46) \cdot 0,26 = 478,93 \text{ р.}$$

5.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Для определения затрат на содержание и эксплуатацию оборудования воспользуемся формулой (22):

$$P_{\text{сод.об}} = Z_O \cdot K_{\text{об}}, \quad (22)$$

где $K_{\text{об}}$ – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, $K_{\text{об}} = 1,04$ [20].

$$P_{\text{сод.об}} = 1674,61 \cdot 1,04 = 1741,59 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общепроизводственные нужды воспользуемся формулой (23):

$$P_{\text{опр}} = Z_O \cdot K_{\text{опр}}, \quad (23)$$

где $K_{\text{опр}}$ – коэффициент распределения общепроизводственных расходов, $K_{\text{опр}} = 1,5$.

$$P_{\text{опр}} = 1674,61 \cdot 1,5 = 2511,91 \text{ р.}$$

Для определения цеховой (внутрихозяйственной) себестоимости воспользуемся формулой (24):

$$C_{\text{ц}} = M + \Pi_{\text{и}} + Z_O + Z_{\text{д}} + O_{\text{с}} + P_{\text{сод.об}} + P_{\text{оп}}, \quad (24)$$

$$C_{\text{ц}} = 303,51 + 21314,4 + 1674,61 + 167,46 + 1741,59 + 2511,91 = 28192,44 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общехозяйственные (общезаводские) расходы воспользуемся формулой (25):

$$P_{охр} = 3_0 \cdot K_{охр}, \quad (25)$$

где $K_{охр}$ – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы,

$$K_{охр} = 1,6.$$

$$P_{охр} = 1674,61 \cdot 1,6 = 2679,37 \text{ р.}$$

Для определения общих затрат воспользуемся формулой (26):

$$C_{\text{ПР}} = C_{\text{ц}} + P_{охр}, \quad (26)$$

$$C_{\text{ПР}} = 28192,44 + 2679,37 = 30871,82 \text{ р.}$$

Для определения затрат на внепроизводственные нужды воспользуемся формулой (27):

$$P_{\text{ВН}} = C_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{внепр}}, \quad (27)$$

где $K_{\text{внепр}}$ – коэффициент, учитывающий внепроизводственные

расходы, $K_{\text{внепр}} = 0,05$.

$$P_{\text{ВН}} = 30871,82 \cdot 0,05 = 1543,59 \text{ р.}$$

5.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей

Для определения общих затрат на изготовление конструкции стенда, покупку материалов, выплату денежных средств воспользуемся формулой (28):

$$C_{\text{ОБЩ}} = C_{\text{ПР}} + P_{\text{ВН}}, \quad (28)$$

$$C_{\text{ОБЩ}} = 30871,82 + 1543,59 = 32415,41 \text{ р.}$$

Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей 32415,41 р.

Для определения экономического эффекта, необходимо произвести расчёт процента снижения себестоимости по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 100 - \frac{C_{\text{проект}}}{C_{\text{баз}}} \cdot 100\%, \quad (29)$$

где $C_{\text{проект}}$ – полная себестоимость изготовления стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей;

$C_{\text{баз}}$ – себестоимость изготовления стенда на заказ. Проведенный обзор аналогичных конструкций стендов для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей показал, что средняя себестоимость изготовления данного оборудования по чертежам на рынке составляет 36300 р.

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 100 - \frac{32415,41}{36300} \cdot 100\% = 10,7\%.$$

Таким образом, эффект от экономии по статьям, составляет 10,7%.

Выводы по разделу «Расчет экономической эффективности стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей».

Изготовление стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей силами СТО является экономически выгодным видом работ. Отсутствует необходимость закупать оборудование для токарных, фрезерных, сверлильных, сварочных, сборочных операций, а также нет необходимости в перевозке готового изделия до места установки.

Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена разработка конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрено назначение, общее устройство, работа рулевого управления;
- выполнена конструкторская разработка стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей;
- рассмотрено понятие управляемость автомобиля;
- разработана технологическая карта на проверку суммарного люфта рулевого управления легкового автомобиля;
- рассмотрена безопасность и экологичность стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей;
- определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей. Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей составляет 32415,41 р. Изготовление стенда для определения суммарного люфта рулевого механизма легковых автомобилей силами станции технического обслуживания является экономически выгодным видом работ. Отсутствует необходимость закупать оборудование для токарных, фрезерных, сверлильных, сварочных, сборочных операций, а также нет необходимости в перевозке готового изделия до места установки. Все затраты связаны лишь с закупками материалов для изготовления, транспортными расходами и затратами на заработную плату сотрудников.

Список используемой литературы и используемых источников

- 1 Раймпель, Й. Шасси автомобиля. Рулевое управление / Й. Раймпель; Перевод с нем. В. Н. Пальянова; Под ред. А. А. Гальбрейха. - М. : Машиностроение, 1987. – 227 с.
- 2 Основенко, Н. Е. Автотранспортные средства. Рулевое управление : Учеб. пособие / Н. Е. Основенко. - Киев : КАДИ, 1984. - 46 с.
- 3 Технологичность конструкций изделий : справочник / Т. К. Алферова [и др.] ; под ред. Ю. Д. Амирова. - Москва : Машиностроение, 1985. - 367 с.
- 4 Шестопалов, С. К. Устройство легковых автомобилей : в 2 ч. : учебник / С. К. Шестопалов. - 3-е изд., стер. - Москва : академия, 2014-2016. - 22 см. - (Профессиональное образование. Автомобильный транспорт). Ч. 2: Трансмиссия, ходовая часть, рулевое управление, тормозные системы, кузов. - 2016. – 398 с.
- 5 Васильев, В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : Учеб. пособие [для самостоят. работы по спец. "Автомобили и автомоб. хоз-во" / В. И. Васильев; Курган. машиностроит. ин-т. - Курган : Изд-во Курган. машиностроит. ин-та, 1992. - 87 с.
- 6 Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий : учеб. пособие / Кирсанов Е.А., Новиков С.А. - М. : [б. и.], 19 - В надзаг.: Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с.
- 7 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с.
- 8 Грибков, В. М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / В. М. Грибков, П. А. Карпекин. - Москва : Россельхозиздат, 1984. - 223 с.

9 Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 11-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Академия, 2008. - 496 с.

10 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация [Текст] : материалы международной научно-практической конференции / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского центра "МашиноСтроение" [и др.] ; главный редактор Жуков Иван Алексеевич]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 2018-. - 21 см. № 2. - 2019. - 157 с.

11 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с.

12 Кузнецов, А. С. Малое предприятие автосервиса : организация, оснащение, эксплуатация / А. С. Кузнецов, Н. В. Белов. - Москва : Машиностроение, 1995. - 303 с.

13 Куклин, Н. Г. Детали машин : учеб. для техникумов / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с.

14 Теория механизмов и машин : респ. междувед. научно-тех. сб. Вып. 36 / [редкол.: С. Н. Кожевников (отв. ред.) и др.]. - Харьков : Вища шк., 1984. - 129 с.

15 Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования : учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петербур. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с.

16 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С.

Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

17 Росс, Т. Приспособления для ремонта автомобилей / Т. Росс. - Москва : За рулем, 2004. - 136 с.

18 Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.

19 Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 351 с.

20 Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

21 Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p. 903.

22 Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

23 Konig, R. Schmieretechnik / R. Konig. – Springer, 1972. – p.164.

24 Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. – p. 134.

25 Wittel, H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

Спецификация

Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.						
				Документация		
	A4		20.БР.ПЗА.218.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1	
	A1		20.БР.ПЗА.218.61.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
Справ. №						
				Сборочные единицы		
	A1	1	20.БР.ПЗА.218.61.01.000	Круг поворотный	1	
	A3	2	20.БР.ПЗА.218.61.02.000	Скоба крепления рукоятки	1	
	A3	3	20.БР.ПЗА.218.61.03.000	Удлинитель зажимной	1	
				Детали		
Подп. и дата						
		4	20.БР.ПЗА.218.61.00.004	Рукоятка	1	
		5	20.БР.ПЗА.218.61.00.005	Динамометр	1	
		6	20.БР.ПЗА.218.61.00.006	Шарик	30	
		7	20.БР.ПЗА.218.61.00.007	Сепаратор	1	
Инв. № дубл.						
		8	20.БР.ПЗА.218.61.00.008	Рычаг	1	
		9	20.БР.ПЗА.218.61.00.009	Направляющая пластина	1	
		10	20.БР.ПЗА.218.61.00.010	Опорный круг	1	
		11	20.БР.ПЗА.218.61.00.011	Направляющая пластина	1	
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Инв. № подл.						
Изм. / лист						
Разработ						
Пров.						
Н.контр.						
Утв.						
20.БР.ПЗА.218.00.000						
Стенд для определения суммарного люфта рулевого механизма						
Лит. / Лист / Листов						
ТГУ, ИМ, гр. ЭТКп-16018						

Продолжение Приложения А

[illegible]