

МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

ФГБОУ ВО «УРАЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СЛУЖБЫ»

Кафедра пожарной, аварийно-спасательной техники

и специальных технических средств

|  |
| --- |
|  |

**РЕФЕРАТ**

на тему: **Современные методы диагностирования рулевого управления**

*Выполнил:*

*курсант ТБ-326 группы*

*факультета ПиТБ В.А.Родомакина*

*Руководитель:*

|  |
| --- |
| *Старший преподаватель кафедры ПАСТиСТС, И.Ю.Королькова* |

Екатеринбург

2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

[Введение 3](#_Toc191573432)

[Рулевое управления, основные элементы и виды 5](#_Toc191573433)

[Диагностика рулевого управления 9](#_Toc191573435)

[Технологический контекст диагностики рулевого управления 12](#_Toc191573437)

[Расчет элементов рулевого управления 14](#_Toc191573439)

[Заключение 1](#_Toc191573440)7

[Список использованной литературы 18](#_Toc191573441)

### ВВЕДЕНИЕ

Современные методы диагностирования рулевого управления пожарного автомобиля представляют собой важную область исследования, которая охватывает как технические, так и практические аспекты обеспечения безопасности. Пожарные автомобили, в частности автоцистерны, играют ключевую роль в оперативном реагировании на чрезвычайные ситуации, и их исправность напрямую влияет на эффективность выполнения задач по тушению пожаров и спасению людей.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что длительный срок эксплуатации автоцистерн, приводит к возникновению различных неисправностей, которые могут негативно сказаться на общей безопасности автомобиля. В условиях, когда от быстроты и точности действий пожарных зависит жизнь людей, необходимо обеспечить высокую степень надежности рулевого управления. Поэтому разработка и внедрение современных методов диагностики, которые позволят своевременно выявлять и устранять неисправности, тем самым продлевая срок службы автомобиля, является актуальной задачей.

В данной работе рассмотрены несколько ключевых тем, касающихся диагностики рулевого управления пожарного автомобиля. В первую очередь, будет рассмотрен технологический контекст рулевого управления, который включает в себя основные принципы работы системы, ее конструктивные особенности и влияние различных факторов на ее функционирование. Следующим важным аспектом является изучение приборных методов диагностики, которые позволяют с помощью специализированного оборудования проводить измерения и анализировать состояние рулевого управления. Эти методы обеспечивают высокую точность и объективность получаемых данных, что является критически важным для оценки работоспособности систем.

### 

### slide-3.jpgРисунок 1: Механизм рулевого управления

### РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ВИДЫ

Рулевое управление – это узел транспортного средства, который предназначен для обеспечения выполнение поворота направо и налево.

Состоит из:

* рулевое колесо (1);
* колонка (2);
* карданный вал (3);
* датчик крутящего момента на рулевом колесе (4);
* электроусилитель руля (5);
* рулевой механизм (6);
* рулевая тяга (7);
* наконечник рулевой тяги с шаровым шарниром (8)

Рулевое колесо – это привычный всем автомобильный руль, который находится в салоне автомобиля и с помощью которого водитель выполняет поворот.

Колонка – это основание руля, на котором он закреплен. Также она обеспечивает передачу усилия с рулевого колеса на кардан.

Карданный вал представляет собой вал, который обеспечивает передачу усилия с руля на усилитель.

Датчик крутящего момента на рулевом колесе — **это компонент системы электрического усилителя руля (EPS) в автомобиле.** Он определяет, насколько сильно и в каком направлении водитель вращает рулевое колесо.

Электроусилитель руля – это устройство, предназначенное для увеличения усилия, которое автомобилист прилагает для выполнения поворота, а также для облегчения управления транспортным средством.

**Рулевой механизм —** это**часть рулевого управления, преобразующая вращательное движение рулевого колеса в поступательное или поворотное движение элементов рулевого привода.**Он представляет собой механический редуктор или гидрообъёмный преобразователь крутящего момента.

**Рулевая тяга —** это**металлический стержень, который соединяет рулевую рейку с поворотным кулаком колеса.** На обоих концах тяги расположены шарниры, позволяющие ей двигаться в разных плоскостях. **Функция** заключается в том, что при повороте руля усилие передаётся через рулевую рейку на тяги, а от них — на колёса, заставляя их поворачиваться на нужный угол.

**Наконечник рулевой тяги с шаровым шарниром —** это **деталь автомобиля, которая передаёт усилия от рулевых тяг поворотным кулакам и обеспечивает вращение колёс.** С одной стороны шарнир представляет собой металлический стержень с нарезанной на нём резьбой, с другой подпружиненный металлический шар, надёжно зафиксированный в корпусе.

## 

## Реечное управление.pngРисунок 2: Реечное рулевое управление

Поворотный кулак

Колесо в сборе

Наружный шарнир

Шаровая опора

Внутренний шарнир рулевой тяги

Корпус реечного механизма

Втулка рычага

Поперечный рычаг

Сильфон

Рулевая рейка

Стойка макферсон

Спиральная пружина

Верхняя опора с подшипником

## Виды рулевого управления:

**1. Реечный.**  Популярен у легковых автомобилей с независимой подвеской. Обладает высоким КПД, низкой ценой, малыми габаритами, несложной конструкцией (сам руль + рулевая рейка, приводящая рейку в движение, средняя и боковые тяги, наконечник). При этом если езда – по неровной дороге, удары легко «отчеканивать» прямо на рулевом колесе. Среди частых неисправностей – появление стуков в рейке. Частично (но не полностью) проблема решается у реечных моделей с амортизатором, монтируемыми между корпусами рулевой рейки и тягами. Таким образом, удаётся погасить вибрации. Усиление рулевого колеса может происходить механическим путём (у старых авто) или с помощью гидравлики и электроники (актуально для современного транспорта). (рисунок 2)

**2. Червячный.**В конструкции объединены вал, сошка (рычаг), картер. На сошке закреплён ролик. В нижней области вала вмонтирован червяк. Пара «червяк-ролик»  всегда находится в зацеплении. Когда водитель поворачивает руль, ролик начинает двигаться по зубцам червяка, в этот момент вал сошки также совершает поворот. На колёса и привод направляется передача поступательных движений. Автомобили, оснащенные червячными механизмами, маневренны, нет проблем при езде по плохим дорогам. Чаще всего это решение встречается у старых грузовиков, автобусов, а также у ряда легковых авто с зависимой подвеской. Так как рулевое управление имеет большое число соединений, нужна периодическая регулировка. (рисунок 3)

# червячный редуктор.jpg

# Рисунки 3: Червячные рулевые управления

**3. Винтовой.** Фактически это более усовершенствованный вариант червячного. Здесь также есть рейка, но для запуска механизма требуется отлаженная командная работа «винт-гайка». В резьбе находятся шарики. Поэтому физически вместо трения-скольжения при запуске механизма начинается трение-качение. При изменении направления винт сдвигает гайку, рейка отклоняет сектор, также отклоняются сошка и рулевые тяги. (рисунок 4)

# Циркулирующие шарики

# Рисунок 4: Винтовые рулевые управления

# вал рулевого колеса

# винт

# циркулирующие шарики

# канал циркуляции шариков

# Гайка с зубчатой рейкой

# рулевая сошка

# зубчатый сектор (секторная шестерня)

### ****ДИАГНОСТИКА РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ****

Диагностика технического состояния рулевого управления состоят в определении люфта рулевого колеса и потерь на трение в механизмах рулевого управления по усилению на ободе рулевого колеса. Диагностирование рулевого управления выполняют при помощи динамометр – люфтомер (рисунок 5) , который захватами 1 и зажимами 4 крепится к колонке и рулевом колесу. Колесо поворачивается с определенным усилием в обе стороны и при помощи динамометрической рукоятки 6, при этом по показаниям неподвижной стрелки 2 на перемещающей шкале 3 измеряют люфт рулевого колеса. При вывешивании управляемых колес по шкале 5 оценивают усилие поворота рулевого колеса.

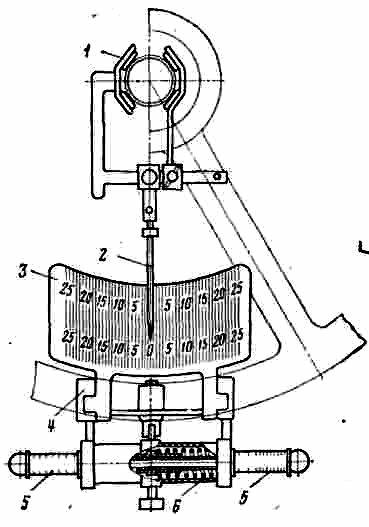


Рисунок 5: Динамометр – люфтомер для проверки рулевого управления.

Данные параметры не должны превышать определенных значений для конкретной марки автомобиля. Люфты в шаровых опорах, приводящие к ударным нагрузкам рулевых тяг не допускаются они легко проверяются визуально, вместе с другими открытыми рычагами рулевого управления. **Виды диагностики:**

**1. Диагностика системы рулевого управления по звуку**

Предполагает поездку на машине по ровному асфальту и грунтовой дороге. Никаких лишних звуков в салоне, отключить музыку, окна должны быть закрыты. Тщательно прислушиваться ко всем шумам, издаваемым автомобилем. Всевозможные хрусты, поскрипывания, стуки, шум и лязг – явный сигнал о неполадках в автомобиле.

Если рулевой механизм расшатан:

* Стук рейки хорошо слышен в салоне – при плохом качестве дорог быстро срабатываются и расшатываются комплектующие подвески.
* Посторонний звук во время поворота колес – при первых таких признаках сразу же отдавать в ремонт рулевую систему, так как эксплуатация автомобиля с подобными дефектами небезопасна.
* Шум от насоса гидроусилителя, если таковым оснащен автомобиль, свидетельствует о необходимости его замены.

2. Диагностика рулевого управления во время движения

**Для диагностики нужно вращать рулевое колесо сначала влево, а затем вправо.** При этом следует отслеживать — изменение усилий, амплитуду движения, возникновение вибрации, наличие посторонних звуков.  О скорой поломке рулевой системы свидетельствуют следующие признаки:

* тяжелое вращение руля – признак сбитых углов установки колес. При этом руль стоит неровно;
* слишком легкое вращение руля. Этот момент нецелесообразно проверять на скользком дорожном покрытии, так как в таких условиях легко дается поворот даже исправного рулевого колеса;
* заедание или люфт руля – признак изношенности шарниров наконечника рулевой тяги или подшипника вала рулевого механизма;

Ниже приведены основные неисправности рулевого управления и причины вызывающие эти неисправности. ( на примере автомобиля ЗИЛ-130).

|  |  |
| --- | --- |
| Признаки неисправностей | Причины вызывающие неисправность |
| Повышенный свободный ход  рулевого колеса | Износ рулевого механизма; увеличение  зазоров в сочленениях карданного вала;  ослабление клиньев карданного вала и  гайки опорного подшипника. |
| Недостаточное или неравномерное усилие на рулевом колесе | Понижение уровня масла в бачке насоса;  наличие воздуха в гидросистеме усилителя; неисправность насоса; малый зазор |
| Отсутствие усилия на рулевом  колесе при работе двигателя  на разных режимах | Ослабление седла предохранительного  клапана насоса;  зависание перепускного клапана;  клапана рулевого механизма. |
| Повышенный шум при работе насоса гидроусилителя | Низкий уровень масла в бачке насоса повреждение или засорение сетчатого фильтра погнут коллектор или разрушена прокладка под коллектором. |

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ ДИАГНОСТИКИ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Современные пожарные автомобили отличаются высокой степенью сложности их конструкции, что в значительной мере обусловлено требованиями к надежности и функциональности. В частности, рулевое управление включает в себя различные системы и механизмы, которые необходимо поддерживать в исправном состоянии для обеспечения безопасности эффективного выполнения задач.

Современные рулевые управления все чаще основаны на электронных системах, таких как электроусилитель рулевого управления (ЭУР). Эта система в значительной степени повышает удобство эксплуатации, позволяя водителю осуществлять управление с минимальными усилиями. Однако, с учетом наличия электрических компонентов, необходимо учитывать и факторы, влияющие на их надежность, включая состояние проводки, программное обеспечение и устойчивость к внешним воздействиям. Технологии, применяемые для диагностики ЭУР, демонстрируют преимущества по сравнению с традиционными механическими системами, так как позволяют более точно оценивать работоспособность отдельных узлов.

Одним из современных подходов является использование специального программного обеспечения. Оно позволяет не только проводить тестирование систем, но и получать информацию о состоянии узлов в реальном времени. Это способствует более глубокой обработке данных, получаемых с различных датчиков, что делает процесс диагностики менее трудоемким и более информативным.

Современные методы диагностики все чаще применяют прогнозные модели, основанные на статистических данных и предыдущих историях эксплуатации. Это позволяет заблаговременно выявлять узлы, которые могут быть в ближайшее время подвержены поломкам. Применение методов машинного обучения также активно развивает область прогнозирования, позволяя анализировать большие объемы данных и находить зависимости, которые трудно выявить традиционными методами.

Задача по повышению надежности и безопасности рулевого управления пожарного автомобиля будет стоять перед разработчиками и испытателями постоянно. Повышение точности диагностики, внедрение новых технологий и методов анализа, регулярное обновление программного обеспечения — все это становится необходимым для достижения высокого уровня безопасности и эффективности работы во время выполнения задач.

В заключение, важно отметить, что современные технологии и методы диагностики рулевого управления требуют актуальных знаний и умений со стороны специалистов. Участие в семинарах и тренингах, доступ к последним достижениям в области диагностики, отражающим изменения в производстве автомобилей, не только повысит уровень профессионализма работников, но и значительно повлияет на общую безопасность эксплуатации пожарной техники.

### РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ

Нагрузки и напряжения, действующие в деталях рулевого управления можно рассчитать, задавая максимальное усилие на рулевом колесе или определяя это усилие по максимальному сопротивлению повороту управляемых колес автомобиля на месте (что более целесообразно). Эти нагрузки являются статическими.

В рулевом механизме рассчитывают рулевое колесо, рулевой вал и рулевую передачу.

При расчете максимального усилия на рулевом колесе по мак­симальному сопротивлению повороту управляемых колес на ме­сте момент сопротивления повороту можно определить по эмпирической зависимости:

где https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-UVrGog.png–коэффициент сцепления при повороте управ­ляемого колеса на месте; https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-M06Sa6.png– нагрузка на колесо; https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-pp7nKJ.png–давление воздуха в шине.

Усилие на рулевом колесе для поворота на месте рассчитывают по формуле:

где https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-v8p00k.png– угловое передаточное число рулевого управления;

https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-LqXzjX.png–радиус рулевого колеса; https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-QfZYCI.png– КПД рулевого управления.

Напряжения изгиба спиц определяют по формуле:

где https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-wnN_zT.png–длина спицы; https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-uPg0k5.png– диаметр спицы; https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-r2JDeG.png–число спиц.

Напряжения кручения трубчатого вала рассчитывают по формуле:

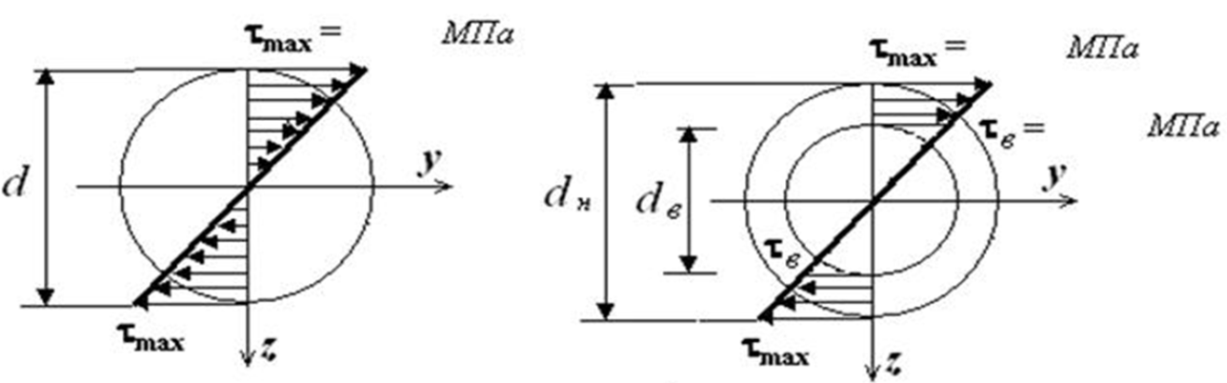
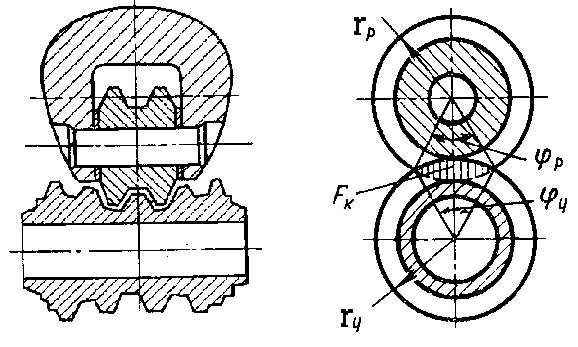


Рисунок 6: Расчет напряжения кручения

где https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-pdBGrj.png,https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-CGh83I.png–наружный и внутренний диаметры вала соответственно.

Допустимые напряжения кручения рулевого вала – = 100 МПа.

В *червячно-роликовой рулевой передаче*  рассчитывают на сжатие, контактные напряжения в зацеплении при котором определя­ют по формуле:

где https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-ZcQBAE.png–осевая сила, действующая на червяк; https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-mV069Q.png– площадь кон­такта одного гребня ролика с червяком; https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-dBic4Q.png–число гребней ролика.

Осевую силу, действующую на червяк, рассчитывают по формуле:

где https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-MvfiLP.png – начальный радиус червяка в наименьшем сечении; https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-wZkb1W.png– угол подъема винтовой линии червяка.

Площадь контакта одного гребня ролика с червяком можно определить по формуле: **()()**

где https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-O3nzms.pngи https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-hf6g0h.png–радиусы зацепления ролика и червя­ка соответственно; https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-DpUAOJ.pngиhttps://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-Tozdgf.png– углы зацепления ролика и червяка.

В паре «рейка – сектор» рассчитывают зубья на изгиб и контакт­ные напряжения аналогично цилиндрическому зацеплению. При этом окружное усилие на зубьях сектора (при отсут­ствии или неработающем усилителе) определяют по формуле:

где https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-oL24Bm.png – радиус начальной окружности сектора.

Допустимые напряжения – [https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-i9XK88.png] = 300 ÷400 МПа; [**https://studfile.net/html/2706/57/html_TGcZI7GS0p.mJAz/img-5xn2Fy.png**] = 1500 МПа.

*Реечную рулевую передачу*  рассчитывают аналогично.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение данной работы можно выделить ключевые аспекты, касающиеся современных методов диагностирования рулевого управления пожарного автомобиля. В условиях постоянного увеличения требований к безопасности и надежности специализированного автотранспорта, таких как автоцистерны, становится особенно актуальным применение эффективных и точных методов диагностики. В ходе исследования были рассмотрены как приборные, так и экспертные подходы, что позволило получить более полное представление о состоянии систем рулевого управления.

Технологический контекст диагностики рулевого управления является основой для понимания всех последующих методов диагностики. Современные системы рулевого управления пожарных автомобилей должны обеспечивать не только высокую маневренность, но и надежность в условиях экстренных ситуаций.

Аналитические зависимости, которые были описаны в работе, служат основой для количественной оценки состояния рулевого управления. Они позволяют связывать различные параметры, такие как скорость движения и конструктивные особенности автомобиля, с показателями, которые могут указывать на наличие неисправностей. Это создает возможность для более точного и обоснованного подхода к диагностике, что особенно важно в условиях, когда время имеет критическое значение.

Совершенствование методов диагностики является важной задачей, которая требует постоянного внимания со стороны исследователей и практиков. Внедрение новых технологий, таких как системы мониторинга в реальном времени и использование искусственного интеллекта для анализа данных, может значительно повысить эффективность диагностики и снизить риски, связанные с эксплуатацией пожарных автомобилей.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

* С.И. Головин, А.А. Жосан. Устройство автомобиля. Часть 6: Рулевое управление – М. 2018. – С.123-130.
* О.Б.Бекетаев. Диагностика и техническое обслуживание рулевого управления. Методические указания по практическим работам / КГТУ им. И.Раззакова. – Б.: ИЦ «Текник», 2011 – 8-10 с.

# В.Е. Щерба., А.П. Болштянского. Основы конструкции и содержания автомобиля. Рулевое управление. - М. 2023 – С. 15-22

* Лекции основы конструирования. <https://studfile.net/preview/3616639/page:42/>
* Система рулевого управления. <https://pro-sensys.com/info/articles/obzornye-stati/sistema-rulevogo-upravleniya/>