Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского федерального университета
Дата подписания: 20.07.2023 15:31:30
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Конструктивные особенности систем электромобилей»
для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск, 2023

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....6
Занятие 1.....7
Тема: «Классификация, общее устройство и применение электромобилей и гибридных автомобилей».....7
Занятие 2.....11
Тема: «Электрические и гибридные энергетические установки».....11
Занятие 3.....20
Тема: «Общее устройство и принцип работы трансмиссий электромобилей и гибридных автомобилей.».....20
Занятие 4.....32
Тема: Общее устройство и принцип работы ходовой части электромобилей и гибридных автомобилей.....32
Занятие 5.....48
Тема: Общее устройство рулевого управления электромобилей и гибридных автомобилей.....48
Занятие 6.....61
Тема: Общее устройство и принцип работы тормозных систем электромобилей и гибридных автомобилей.....61
Список рекомендуемой литературы.....75

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

ВВЕДЕНИЕ

Целью дисциплины является изучение студентами устройства и принципа действия систем и агрегатов автомобиля, практическом освоении порядка разборки, сборки различных узлов и агрегатов автомобиля, приобретение навыков работы со слесарным инструментом и приспособлениями.

Отчет по выполненной работе готовится во время соответствующего занятия, заканчивается и оформляется во время самостоятельной работы и должен быть защищен в дни консультаций преподавателя или во время последующих занятий.

Работа оформляется в соответствии с требованиями стандарта

Отчет рекомендуется выполнять на листах формата А4 или тетради, в рукописи. На содержании работы проставляется большой штамп с заполнением всех граф, а на остальных страницах ставятся малые штампы.

После защиты работы подшиваются в общей папке, на которой наклеивается титульный лист по установленной кафедрой форме.

Иллюстрационный материал размещается сразу после ссылок на него в тексте, должен быть связан с текстом, правильно оформлен (подрисуночная подпись, нумерация, обозначение элементов и др.) и не содержать лишней информации.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Занятие 1.

Тема: «Классификация, общее устройство и применение электромобилей и гибридных автомобилей».

Цель занятия – изучить классификацию и общее устройство автомобилей.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Электрический автомобиль, хотим мы этого или нет, является безусловным и неотвратимым будущим автомобилестроения, при этом будущим ближайшим. Многие производители по всему миру вкладывают значительные средства в разработку электромобилей, чему способствует неуклонный рост цен на нефтепродукты, необходимость снижения вредных выбросов от автомобиля, а также разработки устройств хранения энергии, технологий энергопотребления.

В настоящее время крупнейшими рынками электрических автомобилей являются США, Япония, Китай и ряд европейских стран (Франция, Нидерланды, Норвегия, Германия, Великобритания). Из производителей электрокаров выделяются компании Nissan (Leaf), Mitsubishi (I MiEV), Toyota (RAV4EV), Honda (FitEV), Ford (Focus Electric), Tesla (Roadster и Model S), Renault (Fluence Z.E. и ZOE), BMW (Active C), Volvo (C30 Electric). Наша страна пока находится в стороне и от производства и от потребления электромобилей, за исключением разработок отдельных энтузиастов (известная Lada Ellada не в счет, она построена на импортных комплектующих).

Под термином «электрический автомобиль» или «электромобиль» понимается транспортное средство, которое приводится в движение одним или несколькими электрическими двигателями. При этом питание электромотора может осуществляться от аккумуляторной батареи, солнечной батареи или топливных элементов. Наибольшее распространение получила конструкция электромобиля с питанием от аккумуляторной батареи.

Аккумуляторная батарея требует регулярной зарядки, которая может осуществляться от внешних источников тока, путем рекуперации энергии торможения, а также от генератора на борту электромобиля. Генератор приводится от двигателя внутреннего сгорания, но такая схема, по сути, электромобилем уже не является, а относится к одной из разновидностей гибридного автомобиля.

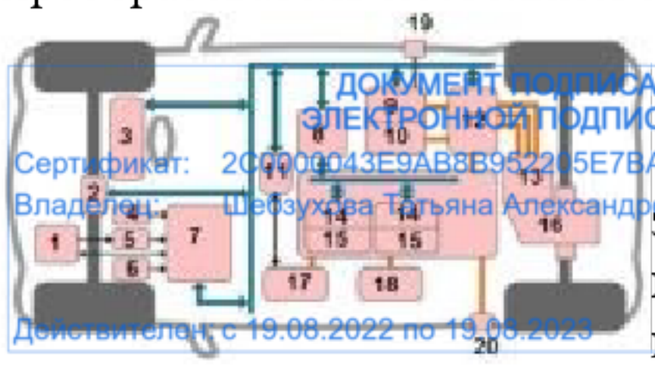
Работа по созданию электрических автомобилей ведется в двух направлениях - разработка новых моделей и адаптация серийных автомобилей. Последнее направление более предпочтительное, т.к. менее затратное. Выпускаемые электромобили в зависимости от предназначения можно разделить на три группы:

- городские электромобили (*максимальная скорость до 100 км/ч*);
- шоссейные электромобили *(максимальная скорость свыше 100 км/ч*);
- спортивные электромобили (*максимальная скорость свыше 200 км/ч*).

Устройство электрического автомобиля

В отличие от автомобиля с двигателем внутреннего сгорания электромобиль имеет более простую конструкцию, включающую минимальное количество движущихся частей, а значит более надежную.

Основными конструктивными элементами электрического автомобиля являются: аккумуляторная батарея, электродвигатель, трансмиссия, бортовое зарядное устройство, инвертор, преобразователь постоянного тока, электронная система управления.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Схема электрического автомобиля

Тяговая аккумуляторная батарея обеспечивает питание электродвигателя. На электромобиле, в основном, используются литий-ионная аккумуляторная батарея, которая состоит из ряда соединенных последовательно модулей. На выходе аккумуляторной батареи

снимается напряжение постоянного тока порядка 300В. Емкость батареи должна соответствовать мощности электродвигателя.

Одним из основных элементов электромобиля является **электродвигатель**, который служит для создания необходимого для движения крутящего момента. В качестве тягового электродвигателя используют трехфазные синхронные (асинхронные) электрические машины переменного тока мощностью от 15 до 200 и более кВт. В сравнении с ДВС электродвигатель имеет высокую эффективность и меньшие потери энергии. КПД электродвигателя составляет 90% против 25% у ДВС.

Основными преимуществами электродвигателя являются:

- реализация максимального крутящего момента во всем диапазоне скоростей;
- возможность работы в двух направлениях без дополнительных устройств;
- простота конструкции, воздушное охлаждение;
- возможность работы в режиме генератора.

В ряде конструкций электромобилей используется несколько электродвигателей, которые приводят отдельные колеса, что значительно повышают тяговую мощность транспортного средства. Электродвигатель может быть помещен непосредственно в колесо автомобиля, сокращая до минимума трансмиссию. Но такая схема электромобиля увеличивает неподрессоренные массы и ухудшает управляемость.

Трансмиссия электромобиля достаточно проста и на большинстве моделей представлена одноступенчатым зубчатым редуктором.

Бортовое зарядное устройство позволяет заряжать аккумуляторную батарею от бытовой электрической сети.

Инвертор преобразует высокое напряжение постоянного тока аккумуляторной батареи в трехфазное напряжение переменного тока, необходимое для питания электродвигателя.

Преобразователь постоянного тока обеспечивает зарядку дополнительной двенадцативольтовой аккумуляторной батареи, которая используется для питания различных потребителей электроэнергии (электроусилитель рулевого управления, электрический отопитель салона, кондиционер, система освещения, стеклоочистители, аудиосистема и др.)

Электронная система управления выполняет в электрическом автомобиле несколько функций, направленных на обеспечение безопасности, энергосбережение и комфорт пассажиров:

- управление высоким напряжением;
- регулирование тяги;
- обеспечение оптимального режима движения;
- управление плавным ускорением;
- оценка заряда аккумуляторной батареи;
- управление рекуперативным торможением;
- контроль использования энергии.

Конструктивно система объединяет ряд входных датчиков, блок управления и исполнительные устройства различных систем электромобиля.

Входные датчики оценивают положение педали газа, педали тормоза, селектора переключения передач, давление в тормозной системе, степень заряда аккумуляторной батареи. На основании сигналов датчиков блок управления обеспечивает оптимальное для конкретных условий движение электромобиля. Основные параметры работы электромобиля (потребление энергии, восстановление энергии, остаточный заряд аккумуляторной батареи) визуально отображаются на панели приборов.

Эксплуатация электромобиля

Несмотря на внешнее сходство и аналогичные органы управления, эксплуатация электромобиля существенным образом отличается от эксплуатации автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. Именно эксплуатационные проблемы сдерживают массовое использование электромобиля, среди которых:

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

- высокая стоимость;
- ограниченная автономность;
- значительное время заряда аккумуляторов.

Высокую стоимость автомобиля во многом определяет цена аккумуляторной батареи. Несмотря на отличные эксплуатационные характеристики, литий-ионная аккумуляторная батарея

очень дорогая в производстве и помимо этого имеет ограниченный ресурс (5-7 лет). Это заставляет разрабатывать новые источники тока (*топливные элементы*), способы хранения энергии (*суперконденсаторы, маховики*), совершенствовать конструкцию тяговых аккумуляторных батарей (*литий-полимерные аккумуляторы*).

Текущие расходы на содержание электрического автомобиля значительно ниже (в 3-4 раза) расходов на содержание автомобиля с ДВС и зависят, в основном, от стоимости электроэнергии. Эксплуатация электромобиля экономически выгодна в странах, где производство электроэнергии в меньшей степени зависит от ископаемого топлива.

Одна из самых серьезных проблем эксплуатации электромобиля его **невысокая степень автономности**. Величина пробега электромобиля без подзарядки зависит от многих факторов: емкости аккумуляторной батареи, характера и условий движения, стиля вождения, степени использования вспомогательных систем. В настоящее время средняя дальность использования электромобиля составляет порядка 150 км при скорости движения 70 км/ч. При движении с большей скоростью, пробег резко уменьшается, например, при скорости 130 км/ч (нормальная шоссейная скорость) он составляет уже 70 км. Именно поэтому электромобиль в большинстве своем позиционируется как транспортное средство для городских поездок.

Современные технологии позволяют увеличить степень автономности электромобиля до 300 и более км, среди которых следует отметить систему рекуперативного торможения (возвращает до 30% затрачиваемой энергии), аккумуляторы повышенной емкости, электронная оптимизация процессов движения.

Неотъемлемым атрибутом эксплуатации электромобиля является необходимость **периодической зарядки аккумуляторной батареи**, которая занимает много времени. Решение данной проблемы реализуется по нескольким направлениям:

- ***нормальная зарядка аккумуляторной батареи*** (осуществляется от бытовой электрической сети мощностью 3-3,5 кВт, предполагает установку на электромобиле специального зарядного устройства, продолжительность до полной зарядки батареи составляет 8 часов);
- ***ускоренная зарядка аккумуляторной батареи*** (производится на специальных станциях мощностью до 50 кВт, продолжительность зарядки до 80% емкости батареи составляет 30 минут);
- ***замена разряженной аккумуляторной батареи на заряженную батарею*** (выполняется автоматически на специальных обменных станциях).

Реализация указанных направлений требует развития инфраструктуры (зарядных и обменных станций, мест парковки), стандартизации технических решений, разработки правил для поставщиков услуг.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Учебные макеты шасси автомобиля с разрезными агрегатами и механизмами в сборе;
2. Учебные макеты механизмов, приборов и систем автомобиля;
3. Плакаты и схемы механизмов и систем автомобилей;
4. Образцы отдельных узлов и деталей автомобилей;
5. Классификационные схемы.

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Изучить меры безопасности в «Лаборатории конструкции и устройства автомобилей».

ЗАДАНИЯ

1. Изучить общую классификацию легковых автомобилей и автобусов по назначению.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 00C900043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

2. Изучить классификацию легковых автомобилей по типу кузова и описать основные типы кузовов.
3. Изучить общую классификацию грузовых автомобилей и охарактеризовать грузовые прицепы и полуприцепы.
4. Изучить классификацию автомобилей по основному техническому параметру.
5. Изучить порядок индексации автомобильного подвижного состава.

6. Изучить общее устройство автомобилей.
7. Описать общую компоновку автомобилей.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Письменная часть (отчет) состоит из следующих пунктов:

1. Тема лабораторной работы
2. Раздел
3. Цель работы
4. Содержание отчета:

- Дать общую классификацию легковых автомобилей и автобусов по назначению;

- Дать классификацию легковых автомобилей по типу кузова и описать основные типы кузовов;
- Дать общую классификацию грузовых автомобилей и охарактеризовать грузовые прицепы и полуприцепы;
- Дать классификацию автомобилей по основному техническому параметру;
- Описать порядок индексации автомобильного подвижного состава;
- Описать общее устройство автомобилей;
- Описать общую компоновку автомобилей.

5. Контрольные вопросы
6. Практическая работа
7. Вспомогательный материал

Требования к содержанию отчета

Отчет должен содержать подробное описание отдельных механизмов и систем автомобиля. Приводится необходимый иллюстрационный материал в виде рисунков, графиков и таблиц, дополняющий и разъясняющий текстовую часть отчета.

Описанию конструкции того или иного элемента автомобиля предшествует изложение его назначения и связи с остальными узлами.

Здесь же могут быть указаны аналоги, применяемые на других автомобилях их отличительные особенности, недостатки и преимущества.

Особое внимание уделяется разделу посвященному разборке и сборке отдельных узлов. Могут быть представлены основы обслуживания и ремонта разбираемых узлов, причины их неисправностей.

Иллюстрационный материал желательно выполнять «от руки», т. к. это позволяет студенту лучше разобраться в конструктивных особенностях изучаемых узлов.

В заключении по каждой работе должны быть сделаны выводы о надежности и работоспособности основных элементов изучаемых в данной работе. Следует подчеркнуть их недостатки и достоинства, здесь же могут быть сделаны выводы и предложения об особенностях разборки и сборки отдельных узлов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. **Дать общую классификацию электромобилей**
2. Дать классификацию гибридных автомобилей
3. Основными преимуществами электродвигателя являются
4. **Эксплуатация электромобиля**
5. Трансмиссия электромобиля.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Занятие 2.

Тема 2. «Электрические и гибридные энергетические установки»

Цель работы: закрепить теоретические знания по конструкциям и работе электрических и гибридных энергетических установок автомобилей.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Теоретическая часть

2.1.1. Компоновка электромобилей

За последние 100 лет принципиальная схема электромобиля практически не поменялась (рис. 1).

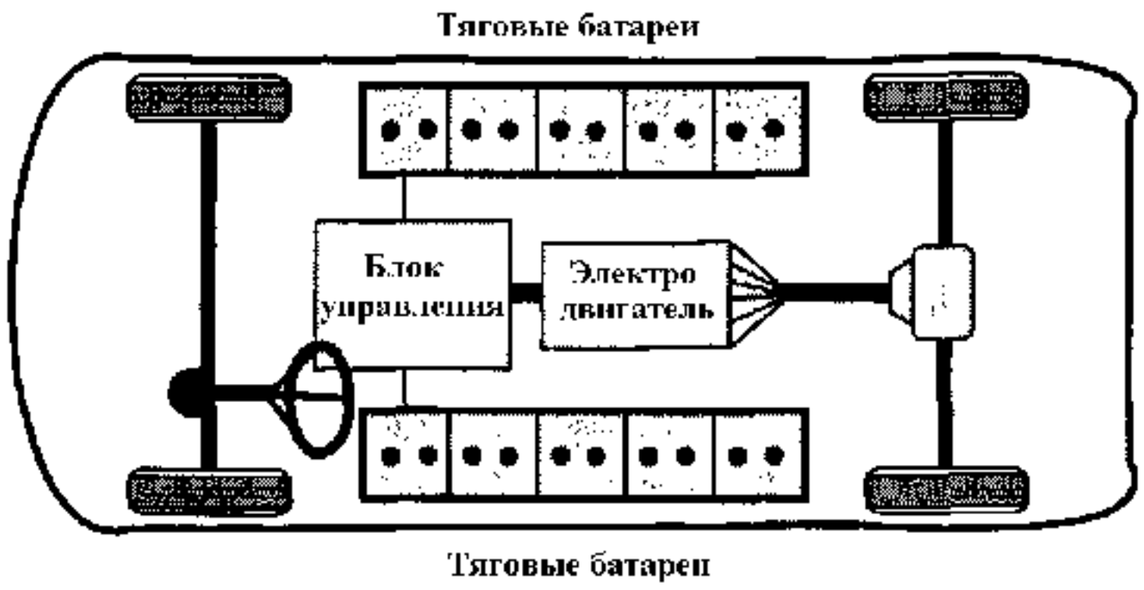


Рис. 1. Компоновочная схема электромобиля

Силовая установка состоит из трёх основных элементов: Тяговых высоковольтных аккумуляторных батарей, блока управления и электродвигателя. Блок управления, в зависимости от положения управляющих органов водителя, регулирует подачу электроэнергии от тяговых батарей на привод электродвигателя. При замедлении автомобиля переключает двигатель в генераторный режим, обеспечивая рекуперацию кинетической энергии.

В современных электромобилях такая простейшая компоновка дополняется узлом зарядки батарей, дополнительными источниками питания, защитными устройствами и т.д. (рис. 2)

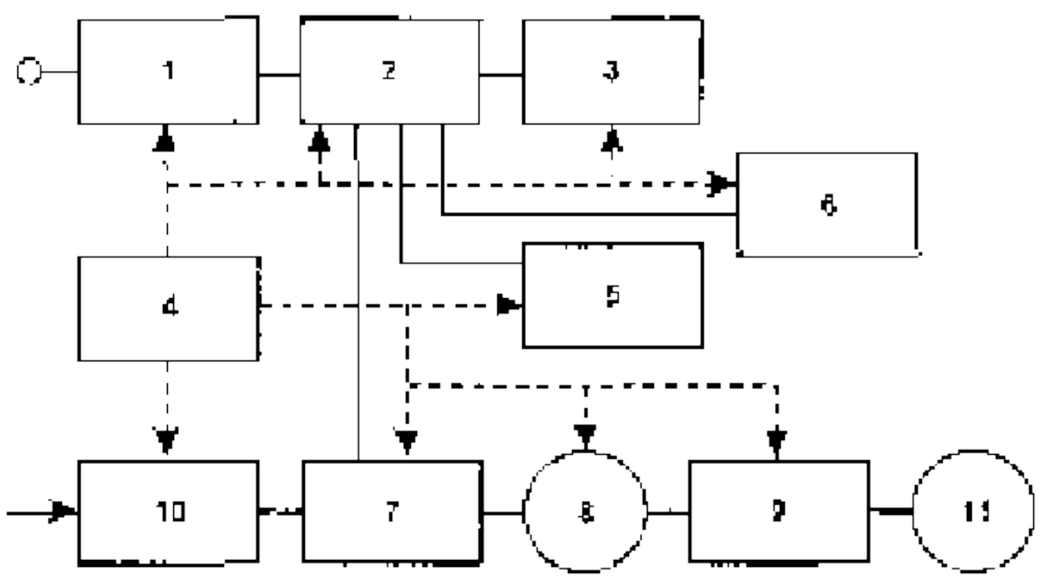


Рис. 2. Блок-схема современного электромобиля

Современный электромобиль включает в себя: 1 – зарядное устройство; 2 – устройство защиты; 3 – тяговую аккумуляторную батарею; 4 – блок управления; 5 – вспомогательную аккумуляторную батарею; 6 – систему климат-контроля салона; 7 – электронный контроллер электродвигателя; 8 – электродвигатель; 9 – механическую трансмиссию; 10 – органы управления автомобилем; 11 – колеса автомобиля.

Зарядное устройство. Обеспечивает подключение электромобиля к электросети, преобразует переменное напряжение в постоянное для заряда тяговых и вспомогательных аккумуляторных батарей.

Устройство защиты. Блок реле и предохранителей, которые включены между аккумуляторной батареей и потребителями.

Вспомогательная аккумуляторная батарея. Обычно имеет напряжение 12В. Обеспечивает работу вспомогательных устройств с малым потреблением энергии (осветительных приборов, панели приборов, стеклоподъемников, и т.д.)

Система климат-контроля салона. Является потребителем с большим расходом электроэнергии и обычно питается от тяговых батарей. Состоит из кондиционера и электроотопителя.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2F0C1B4E3EAB8B0B3C8BA50B6B4C0A38
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: 19.06.2023 по 19.09.2024

Электронный контроллер электродвигателя. Для управления тяговыми электродвигателями необходимо изменять обороты двигателя и крутящий момент на валу в соответствии с воздействиями водителя и изменяющимися условиями движения, ограничивать

максимальный ток. Для этих целей используется электронный контроллер электродвигателя, который должен обеспечивать:

- плавное регулирование оборотов двигателя;
- рекуперация энергии при торможении;
- защита от перегрузок и перегрева;
- реверс.

Электродвигатель. В электромобилях используются электроприводы постоянного и переменного тока. В приводах постоянного тока используются традиционные коллекторные электродвигатели с последовательным возбуждением. Обороты регулируются с помощью импульсных преобразователей постоянного напряжения. В бесколлекторных двигателях постоянного тока значительно снижается необходимость в обслуживании. Трехфазные асинхронные двигатели переменного тока недороги, практически не нуждаются в обслуживании. Для их управления нужны сложные трехфазные инверторы, формирующие напряжение переменной частоты.

Механическая трансмиссия (использоваться при необходимости совместно с некоторыми видами электродвигателей).

2.2.ГИБРИДНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ АВТОМОБИЛЕЙ

2.2. 1. Общие сведения о гибридных энергетических установках

Гибридным автомобилем называется транспортное средство, приводимое в движение с помощью гибридной силовой установки. Отличительной особенностью гибридной силовой установки является использование двух и более источников энергии и соответствующим им двигателей, преобразующих энергию в механическую работу.

Несмотря на многообразие источников энергии (тепловая энергия бензина или дизельного топлива, электроэнергия, энергия сжатого воздуха, энергия сжатого сжиженного газа, солнечная энергия, энергия ветра и др.) в промышленном масштабе на гибридных автомобилях используется комбинация двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя.

Главное преимущество гибридного автомобиля заключается в существенном сокращении расхода топлива и выбросов вредных веществ в атмосферу, которое достигается:

- согласованной работе ДВС и электродвигателя;
- применением аккумуляторов большой емкости;
- использованием энергии торможения, т.н. рекуперативное торможение, преобразующее кинетическую энергию движения в электроэнергию.

Необходимо отметить, что больший эффект от гибридных автомобилей наблюдается при движении в городском цикле, который характеризуется частыми остановками, работой в режиме холостого хода. При движении с постоянной высокой скоростью (загородный цикл) гибриды не так эффективны.

2.2.2. Схемы гибридных силовых установок

В зависимости от характера взаимодействия двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя различают следующие схемы гибридных силовых установок: последовательная, параллельная, последовательно-параллельная.

Последовательная схема гибридного автомобиля

При последовательной схеме автомобиль приводится в движение от электродвигателя.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

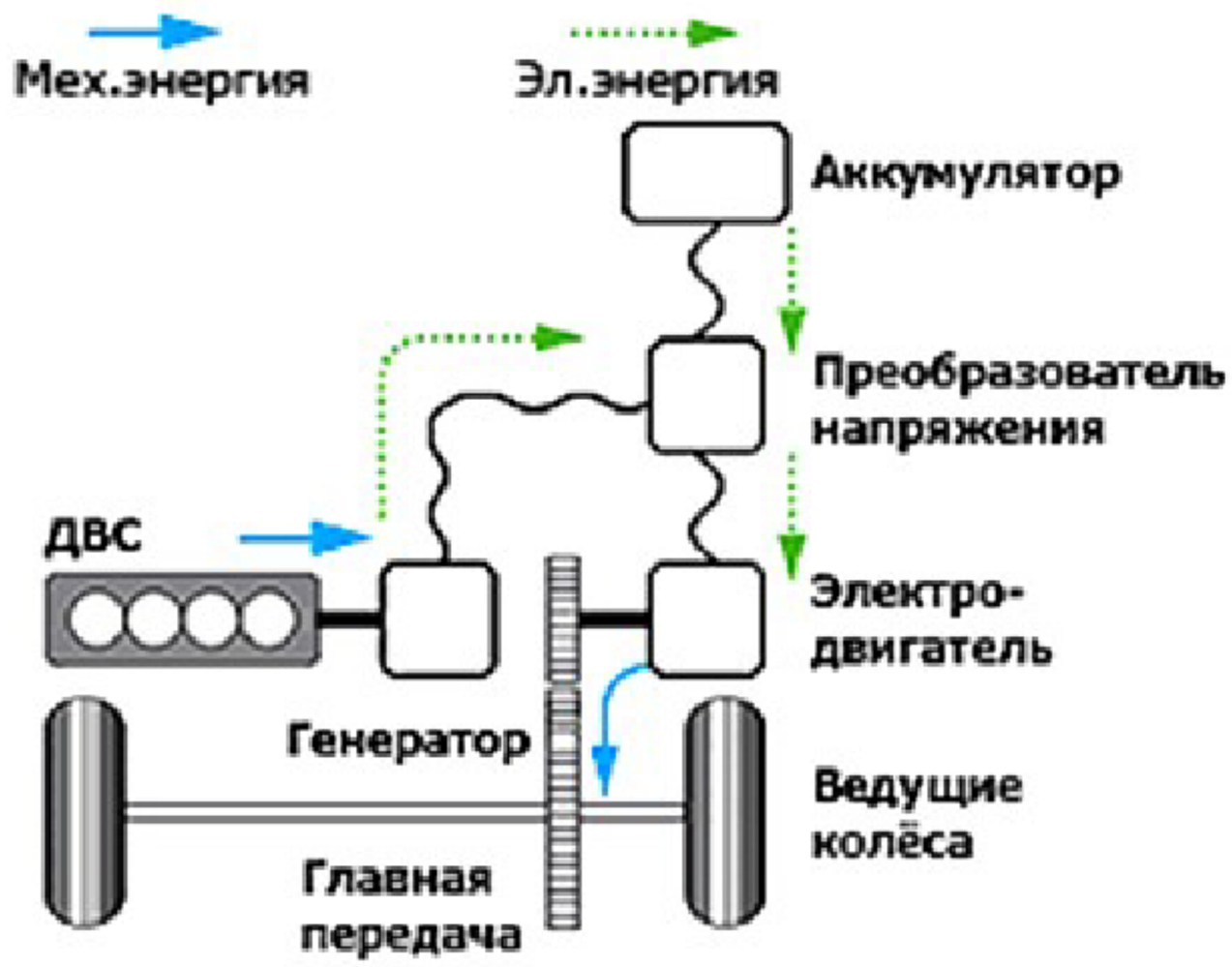


Рис. 3. Принципиальная схема гибридной последовательной силовой установки.

При такой схеме ДВС используется только для привода генератора, а вырабатываемая последним электроэнергия заряжает аккумуляторную батарею и питает электродвигатель, который и вращает ведущие колеса. Это избавляет от необходимости в коробке передач и сцеплении. Для подзарядки аккумулятора также используется рекуперативное торможение. Свое название схема получила потому, что поток мощности поступает на ведущие колеса, проходя ряд последовательных преобразований. От механической энергии, вырабатываемой ДВС в электрическую, вырабатываемую генератором, и опять в механическую. При этом часть энергии неизбежно теряется. Последовательный гибрид позволяет использовать ДВС малой мощности, причем он постоянно работает в диапазоне максимального КПД, или же его можно совсем отключить. При отключении ДВС электродвигатель и батарея в состоянии обеспечить необходимую мощность для движения. Поэтому они, в отличие от ДВС, должны быть более мощными, а, значит, они имеют и большую стоимость. Наиболее эффективна последовательная схема при движении в режиме частых остановок, торможений и ускорений, движении на низкой скорости, т.е. в городе. Поэтому используют ее в городских автобусах и других видах городского транспорта. По такому принципу работают также большие карьерные самосвалы, где необходимо передать большой крутящий момент на колеса, и не требуются высокие скорости движения.

В гибридном автомобиле с последовательной схемой силовой установки, как правило, предусматривается возможность подключения к электрической сети по окончании поездки. Такие автомобили носят название **Plug-in Hybrid** (дословно - *подключаемый гибрид*). Реализация данной функции предполагает использование аккумуляторов увеличенной емкости (литий-ионные аккумуляторы), приводит к сокращению использования ДВС и соответственно снижению вредных выбросов.

Представителями Plug-in Hybrid являются автомобили Chevrolet Volt, Opel Ampera. Их еще называют электромобилями с увеличенным радиусом действия (**Extended Range Electric Vehicle, EREV**). Эти автомобили имеют возможность движения до 60 км на энергии аккумуляторов и до 500 км на энергии генератора, приводимого в действие ДВС.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Параллельная схема гибридного автомобиля

В параллельной схеме электродвигатель и двигатель внутреннего сгорания устанавливаются таким образом, что могут работать как самостоятельно, так и совместно. Это

достигается путем соединения ДВС, электродвигателя и коробки передач с помощью автоматически управляемых муфт.

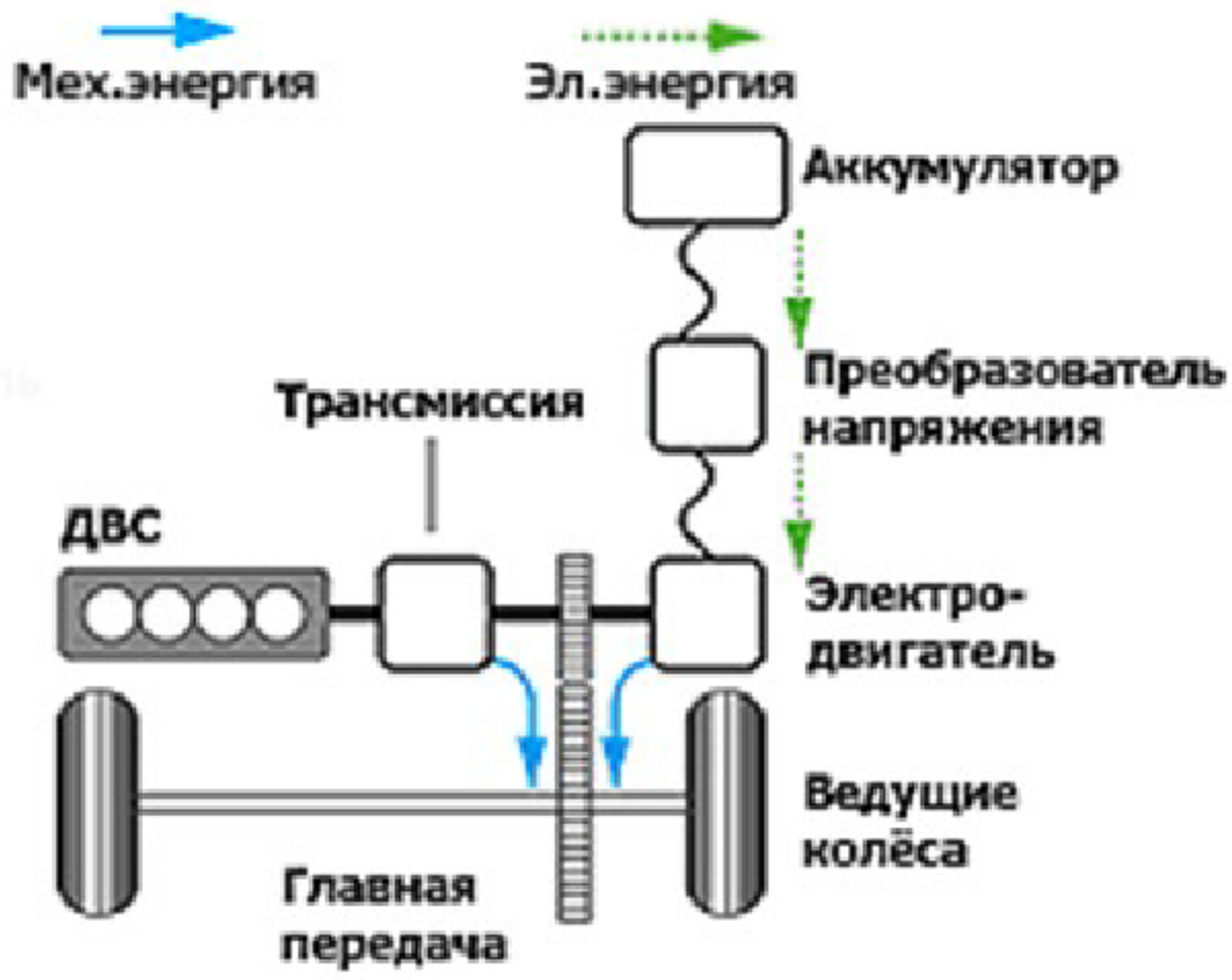
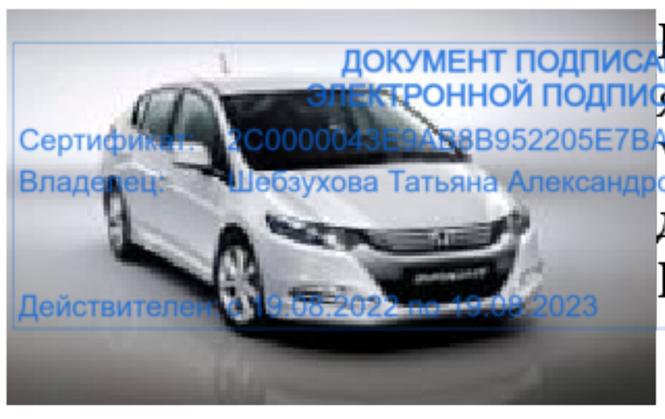


Рис. 4. Принципиальная схема параллельной гибридной силовой установки

При такой схеме ведущие колеса приводятся в движение и ДВС, и электродвигателем (который должен быть обратимым, т.е. может работать в качестве генератора). Для их согласованной параллельной работы используется компьютерное управление. При этом сохраняется необходимость в обычной трансмиссии, и двигателю приходится работать в неэффективных переходных режимах. Момент, поступающий от двух источников, распределяется в зависимости от условий движения: в переходных режимах (старт, ускорение) в помощь ДВС подключается электродвигатель, а в устоявшихся режимах и при торможении он работает как генератор, заряжая аккумулятор. Таким образом, в параллельных гибридах большую часть времени работает ДВС, а электродвигатель используется для помощи ему. Поэтому параллельные гибриды могут использовать меньшую аккумуляторную батарею, по сравнению с последовательными. Так как ДВС непосредственно связан с колесами, то и потери мощности значительно меньше, чем в последовательном гибриде. Подобная конструкция достаточно проста, но ее недостатком является то, что обратимая машина параллельной гибридной силовой установки не может одновременно приводить в движение колеса и заряжать батарею. Такие установки эффективны на шоссе, но малоэффективны в городе. Несмотря на простоту реализации этой схемы, она не позволяет значительно улучшить как экологические параметры, так и эффективность использования ДВС.

Гибридные автомобили, использующие параллельную схему, носят название **Mild Hybrid** (дословно - *умеренный гибрид*). В них используется электродвигатель малой мощности (порядка 20 кВт), который обеспечивает, как правило, дополнительную мощность при ускорении автомобиля. В большинстве конструкций электродвигатель, расположенный между ДВС и коробкой передач, выполняет также функцию стартера и генератора.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Известными гибридными автомобилями с параллельной схемой являются Honda Insight, Honda Civic Hybrid, BMW Active Hybrid 7, Volkswagen Touareg Hybrid, Hyundai Elantra Hybrid. Пионером в данной области является Honda и ее система **Integrated Motor Assist**, **IMA** (дословно – интегрированный помощник двигателя).

При работе системы IMA можно выделить следующие характерные режимы:

1. Работа от электродвигателя.
2. Совместная работа ДВС и электродвигателя.
3. Работа от ДВС с одновременной зарядкой аккумулятора от электродвигателя в режиме генератора.
4. Зарядка аккумуляторной батареи в режиме рекуперативного торможения.

Последовательно-параллельная схема гибридного автомобиля

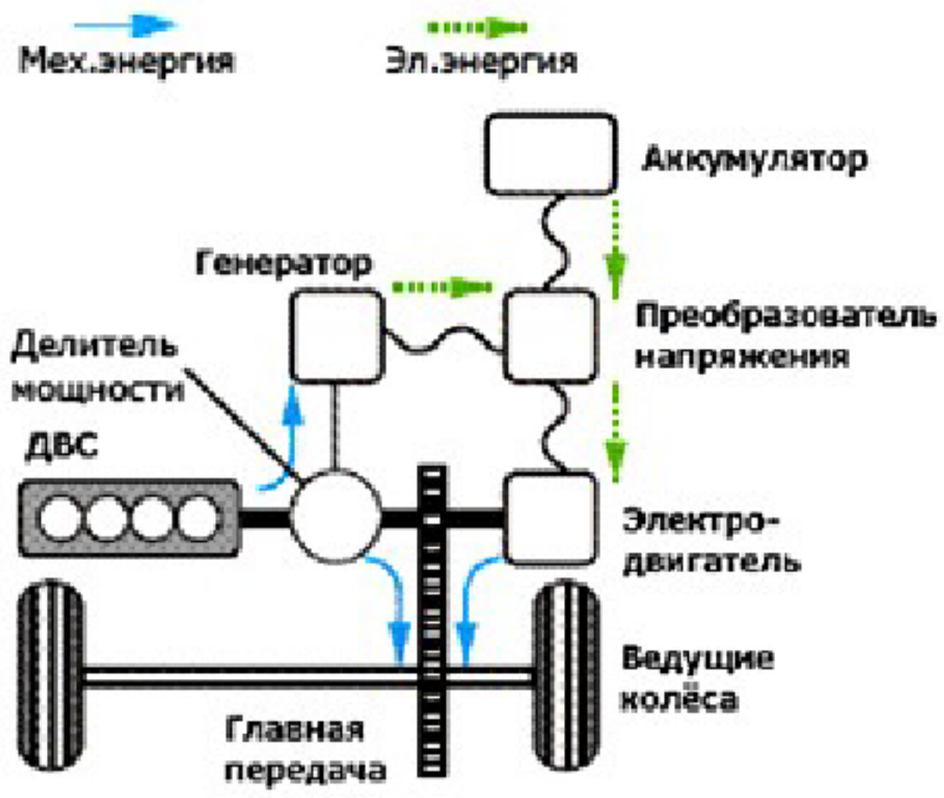


Рис. 5. Принципиальная схема последовательно-параллельной гибридной силовой установки

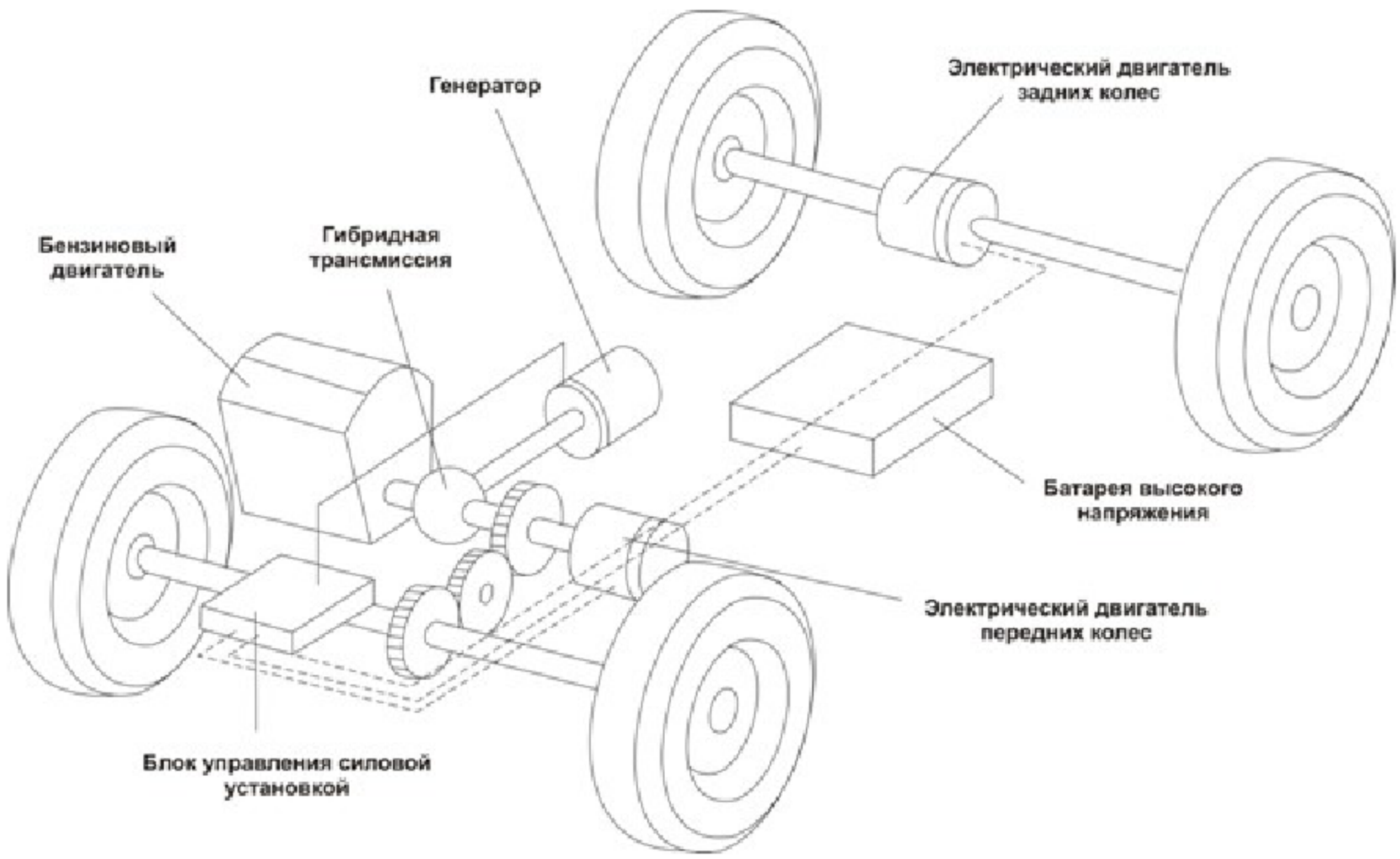


Рис. 5. Конструктивная схема гибридной силовой установки Lexus RX400h с последовательно-параллельным приводом

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шаботина Татьяна Александровна
Действителен: с 22.02.2021 по 19.05.2022

Разработанная японскими инженерами система Hybrid Synergy Drive (HSD) объединяет в себе особенности двух предыдущих типов. В схему параллельной гибридной установки добавляется отдельный генератор и делитель мощности (планетарный механизм). В результате установка приобретает черты последовательного гибрида: автомобиль трогается и движется на малых скоростях только на электротяге. На высоких скоростях и при движении с постоянной

скоростью подключается ДВС. При высоких нагрузках (ускорение, движение в гору и т.п.) электродвигатель дополнительно подпитывается от аккумулятора т.е. гибрид работает как параллельный. Благодаря наличию отдельного генератора, заряжающего батарею, электродвигатель используется только для привода колес и при рекуперативном торможении. Планетарный механизм передает часть мощности ДВС на колеса, а остальную часть на генератор, который либо питает электродвигатель, либо заряжает батарею. Компьютерная система постоянно регулирует подачу мощности от обоих источников энергии для оптимальной эксплуатации при любых условиях движения. В этом типе гибрида большую часть времени работает электродвигатель, а ДВС используется только в наиболее эффективных режимах. Поэтому его мощность может быть ниже, чем в параллельном гибриде.

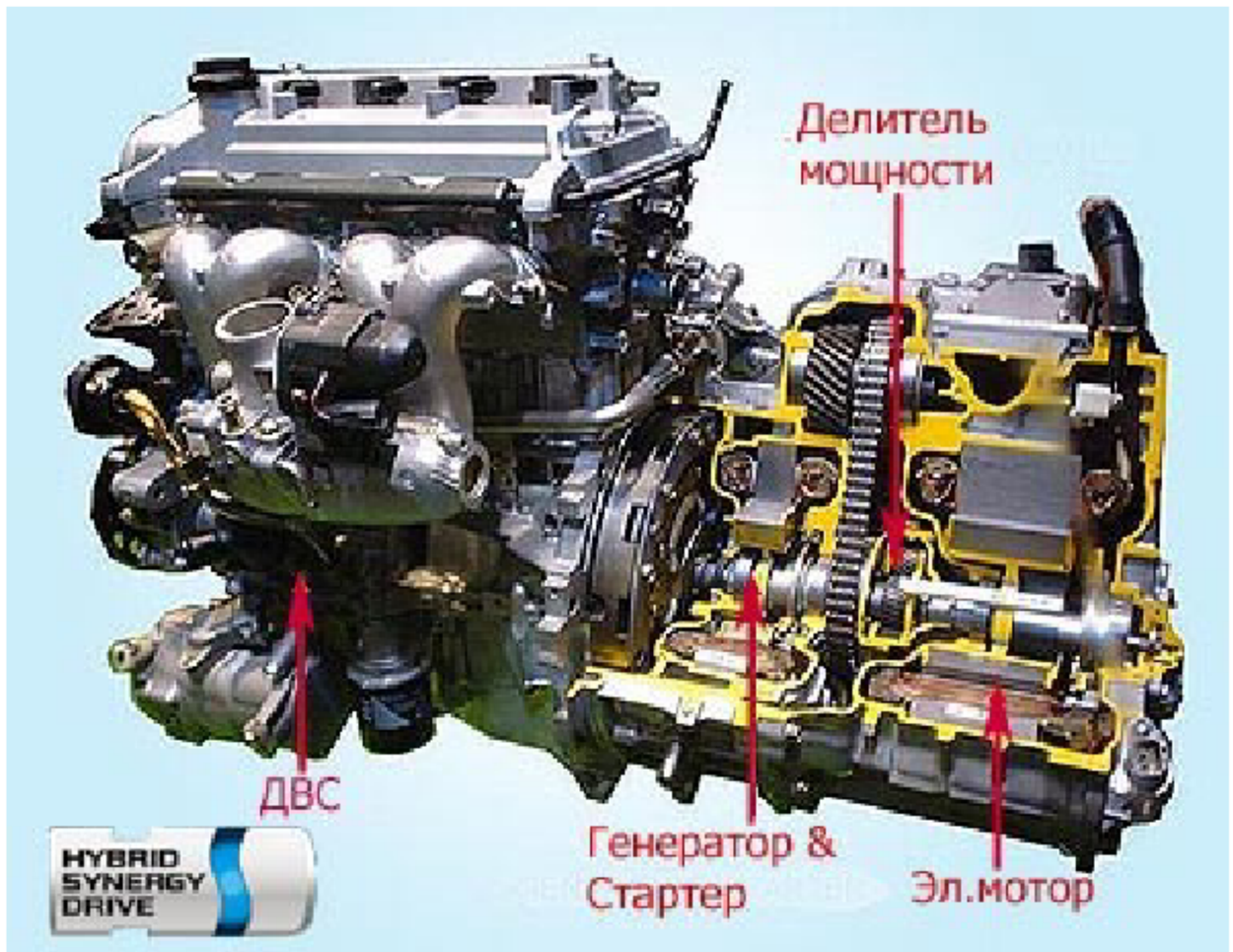


Рис. 6. Общий вид силового агрегата с последовательно-параллельной схемой гибридного привода (Компания Toyota)

К недостаткам последовательно- параллельного гибрида следует отнести более высокую стоимость, в виду того, что он нуждается в отдельном генераторе, большем блоке батарей, и более производительной и сложной компьютерной системе управления.

Система HSD устанавливается на хэтчбеке Toyota Prius, седане бизнес-класса Camry, вседорожниках Lexus RX400h, Toyota Highlander Hybrid, Harrier Hybrid, спортивном седане Lexus GS 450h и автомобиле люкс-класса — Lexus LS 600h. Ноу-хау компании Тойота куплено компаниями Форд и Ниссан и использовано при создании Ford Escape Hybrid и Nissan Altima Hybrid. Toyota Prius лидирует по продажам среди всех гибридов. Расход бензина в городе составляет 4 л на 100 км пробега. Это первый автомобиль, у которого потребление топлива при движении в городе меньше, чем на шоссе. На Парижском автосалоне 2008 была представлена модель Приус plug-in hybrid.

При последовательно-параллельной схеме двигатель внутреннего сгорания и электродвигатель соединены через планетарный редуктор. При этом мощность каждого из двигателей может передаваться на ведущие колеса одновременно в соотношении от 0 до 100% от номинальной мощности. В отличие от параллельной схемы в последовательно-параллельную схему добавлен генератор, обеспечивающий энергией работу электродвигателя

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9A8B952205E7BA6000000000043E
Владелец: Щебухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Гибридные автомобили, использующие последовательно-параллельную схему, носят название **Full Hybrid**(дословно - *полный гибрид*). Известными полными гибридами являются автомобили Toyota Prius, Lexus RX 450h, Ford Escape Hybrid. В этом сегменте рынка гибридных автомобилей господствует компания Toyota и ее система **Hybrid Synergy Drive**, **HSD**.

Силовая установка системы HSD представляет собой двигатель внутреннего сгорания (соединенный с водилом

планетарного редуктора), электродвигатель (соединенный с коронной шестерней планетарного редуктора), генератор (соединенный с солнечной шестерней планетарного редуктора).
В работе системы Hybrid Synergy Drive выделяются следующие режимы:

1. Режим электромобиля, при котором ДВС выключен, а аккумуляторная батарея питает электродвигатель.
2. Режим движения с постоянной (крейсерской) скоростью, при котором мощность от ДВС распределяется между ведущими колесами и генератором. Генератор в свою очередь питает электродвигатель, мощность которого суммируется с мощностью ДВС. При необходимости производится зарядка аккумуляторной батареи.
3. Форсированный режим, при котором к ДВС присоединяется электродвигатель, питающийся от аккумуляторной батареи, обеспечивая импульс мощности.
4. Экономичный режим, при котором аккумуляторная батарея питает генератор. Генератор преобразует электрическую энергию в механическую, замедляя вращение ДВС. При этом крутящий момент двигателя не уменьшается, а достигается топливная экономичность.
5. Режим торможения, при котором электродвигатель работает как генератор, а электроэнергия используется для вращения солнечной шестерни в противоположную сторону, замедляя скорость движения автомобиля.
6. Режим зарядки аккумулятора, осуществляющийся с помощью ДВС и генератора.

Оборудование и наглядные пособия

1. Слайды к мультимедийному проектору: «Электрические энергетические установки автомобилей», «Гибридные энергетические установки автомобилей».

2.Литература

Мусаелянц Г.Г., Сысоев Д.К., Павленко Е.А. Энергетические установки транспортных средств Методическое пособие для проведения лабораторных занятий студентами направления подготовки 43.03.01 - Сервис (Профиль подготовки – Сервис транспортных средств). Пятигорск: Филиал СКФУ в г. Пятигорске, 2016. - 146 с.

Иванов А.М., Солнцев А.Н., Гаевский В.В. и др. Основы конструкции автомобиля. – М: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2005. – 336 с.

Электромобили. Электронный ресурс: http://fs.nashaucheba.ru/docs/302/index-2672.html?page=15

Что такое Гибрид? Электронный ресурс: http://www.drive2.ru/b/1703296/

Порядок выполнения работы

1. Изучить устройство и принцип работы электромобиля.
2. Изучить устройство и принцип работы гибридной последовательной силовой установки.
3. Изучить устройство и принцип работы гибридной параллельной силовой установки.
4. Изучить устройство и принцип работы гибридной последовательно-параллельной силовой установки.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Содержание отчета

1. Перечислить основные узлы энергетической установки электромобиля.
2. Вычертить блок – схему электромобиля и описать назначение его основных узлов.
3. Вычертить принципиальную схему гибридной последовательной силовой установки и описать ее особенности.

4. Вычертить принципиальную схему гибридной параллельной силовой установки и описать ее особенности.
5. Вычертить принципиальную схему гибридной последовательно-параллельной силовой установки и описать ее особенности.
6. Составить отчет о работе в соответствии с п.п. 1 – 5, дать ответы на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы:

1. Какие основные узлы входят в электромобиль?
2. Какова роль электронного контроллера электродвигателя электромобиля?
3. Какое главное преимущество гибридного автомобиля?
4. Какова отличительная особенность автомобильной гибридной силовой установки?
5. Чем объясняется лучшая эффективность работы гибридной последовательной силовой установки в условиях движения по городу?
6. Чем объясняется лучшая эффективность работы гибридной параллельной силовой установки в условиях движения по шоссе?
7. Чем объясняется хорошая эффективность работы гибридной параллельной силовой установки в условиях движения и по городу, и по шоссе?
8. Каковы основные режимы работы автомобильной гибридной параллельной силовой установки?
9. Каковы основные режимы работы автомобильной гибридной последовательно-параллельной силовой установки?

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Занятие 3.

Тема: «Общее устройство и принцип работы трансмиссий электромобилей и гибридных автомобилей.»

Цель занятия – изучить устройство кинематические схемы и принцип действия раздаточных коробок и коробок передач различных конструкций.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Электродвигатель (тяговый электромотор, двигатель на электротяге) – мотор, который устанавливается на электротранспорт и гибридные автомобили. У электромобилей электродвигатель – единственный двигатель. У гибридных автомобилей электродвигатель работает в тандеме с двигателем внутреннего сгорания. В зависимости от выбранного режима работы и схемы автомобиля включается электромотор, бензиновый двигатель или два двигателя одновременно.

По планам многих автоконцернов – именно за тяговым двигателем для электромобиля – будущее. Так известно, что в плане развития известного гиганта Bentley Motors значится, что к 2030-му году компания полностью трансформируется в производителя электроавтомобилей. На электродвигатели ставки также делают такие известные на весь мир компании, как Nissan, Volvo, Aston Martin.

Тенденции таковы, что в массовом производстве сейчас больше представлены легковые электромобили и городской электротранспорт (согласно планам, в ряде таких стран как, к примеру, Франция и Норвегия в 2025-2030-м гг. автобусы в городах будут полностью заменены на электротранспорт).

Но чувствуется интерес и к установке электромоторов на грузовой транспорт. Особенно электродвигатели интересны производителям городских развозных фургонов, терминальных тягачей и коммунальных грузовиков.

На весь мир уже хорошо известен седельный тягач капотного типа Tesla Semi, в коммунальном хозяйстве США активно не первый год используют мусоровозы PETERBILT на электротяге, в Евросоюзе возрастает интерес к седельному тягачу с электродвигателем Emoss Mobile Systems B.V. и Renault Trucks –развозному автомобилю для продуктов.

На постсоветском пространстве свой коммерческий электротранспорт пока только начинает появляться, но уже активно говорят про грузовик МАЗ-4381Е0 (на грузовике установлен асинхронный тяговый электродвигатель мощностью 70 кВт (95 л.с.), ориентированный на транспортировку грузов в черте города, и электрогрузовик Moskva опытно-конструкторского бюро Drive Electro (главное назначение - доставка товаров в магазины). Не за горами время, когда этот коммерческий транспорт с электромоторами будет активно востребован автопарками, логистическими центрами, предприятиями.

Также, безусловно, давно, как данность мы принимаем, что на электродвигателе работают трамваи, троллейбусы, погрузчики на складах и локомотивы. Трёхфазный асинхронный двигатель помогает двигаться на давно полюбившихся поездах «Ласточка» и «Сапсан».

Принцип работы

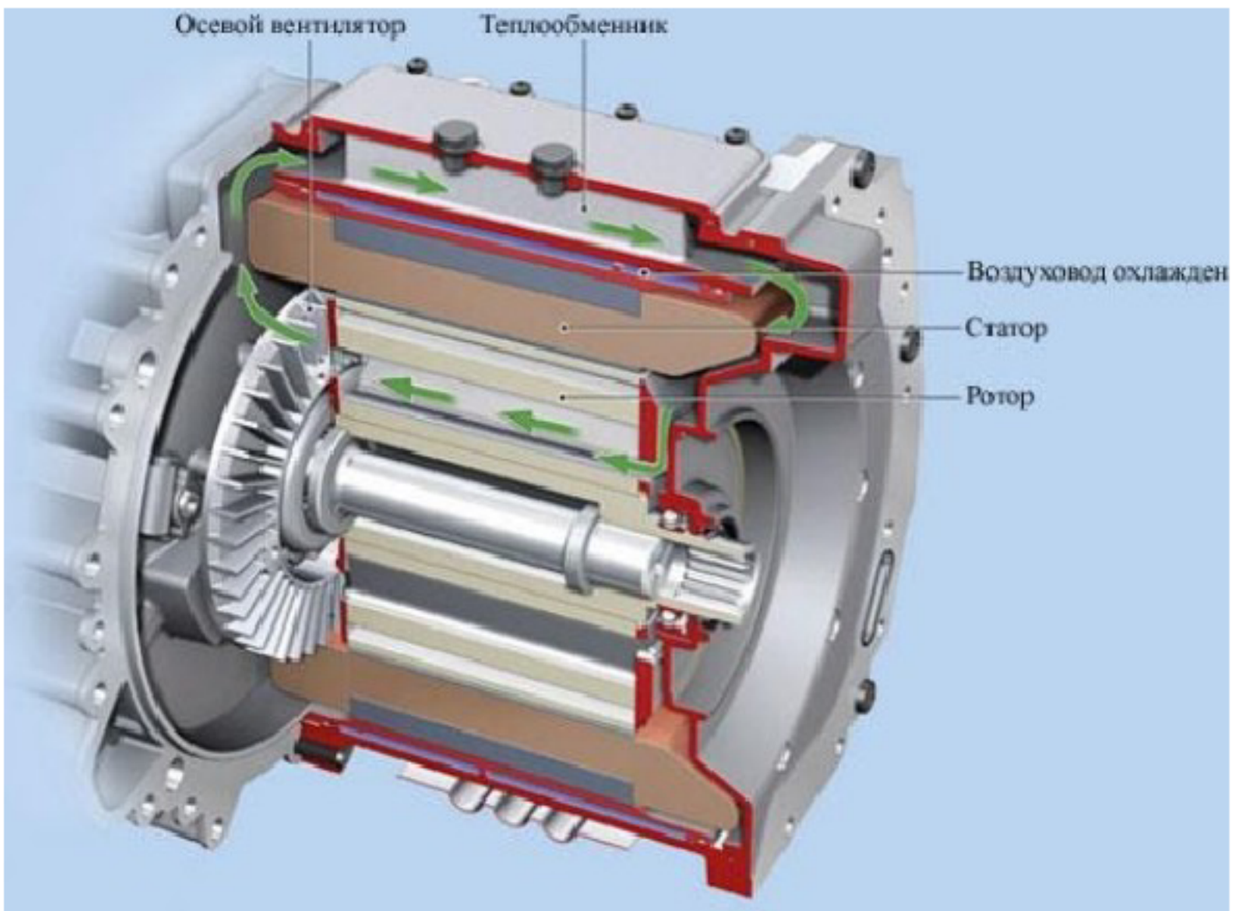
Принцип работы двигателя электромобиля основан на преобразовании электроэнергии в механическую энергию вращения. Главные участники преобразования энергии – статор и ротор.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000045E9AB8B952213E7BA300000000045E
Владелец: Шебухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Работа;

Магнитное поле статора действует на обмотку ротора.

1. Возникает вращающий момент.
2. Ротор начинает двигаться.



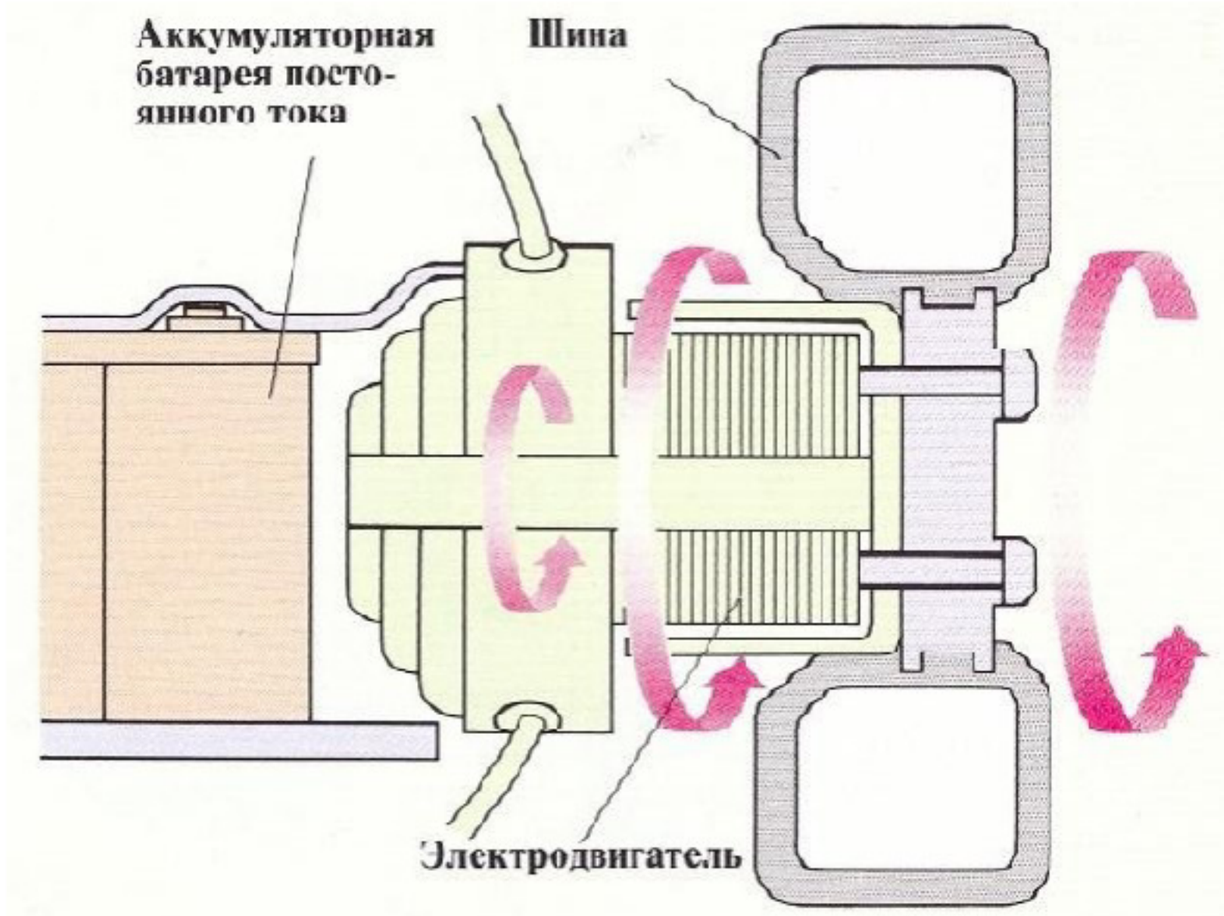
Наглядная схема двигателя электромобиля в системе электропривода представлена ниже:

Важная особенность классического электрокара – отсутствие дифференциала, коробки передач, передаточных устройств с шестеренками. Энергия от электромотора поступает прямо на колеса.

Без коробки передач – и большинство «гибридов» с электродвигателем и ДВС. Исключение – «гибриды» с параллельной схемой передачи на колёса крутящего момента. К ней мы ещё вернёмся в этой статье в разделе, посвящённом гибридным автомобилям.

Принцип работы любого электродвигателя базируется на процессах взаимного притяжения и отталкивания полюсов магнитов на роторе и статоре. Движение осуществляется под действием самого магнитного поля и инерции.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



Устройство

При описании принципа работы электродвигателя, уже было упомянуто, что главные компоненты двигателя электромобиля– ротор и статор.

Ротор – это вращающийся компонент двигателя.

1. Статор находится в неподвижном состоянии. Он ответственен за создание неподвижного магнитного поля.

Ротор

Классический ротор автомобиля состоит из сердечника, обмотки и вала. У некоторых электродвигателей в состав ротора также входит коллектор.

Сердечник – это металлический стержень, на периферии которого располагается обмотка. Непосредственно через сердечник происходит замыкание магнитной цепи электродвигателя. Сердечник изготавливается из стальных пластин круглой формы. По структуре похож на слоёный пирог. При производстве сердечников используют изолированные листы стали с присадками кремния. В этом случае обеспечены увеличение КПД электродвигателя, наименьшие удельные потери в металле на единицу массы, снижение величины размагничивающих вихревых токов Фуко, которые возникают из-за перемагничивания сердечника. На поверхности сердечника есть продольные Вал – металлический стержень, который непосредственно передаёт вращающий пазы. Через них прокладывается обмотка.

- момент. Также изготавливается из электротехнической стали. Служит основой для насаживания сердечника. На концах вала есть резьба, выемки под шестерёнки, подшипники качения, шкивы.
- Коллектор – блок, крепящийся на валу. Представляет собой систему медных пластин. Изолирован от вала. Служит выпрямителем переменного тока, переключателем-автоматом направления тока (в зависимости от вида электродвигателя).

Статор (индуктор)

Статор состоит из станины, сердечника и обмотки:

Станина статора – корпус статора. Как правило, корпус бывает алюминиевым или чугунным. Алюминиевые станины популярны у электродвигателей легковых авто, чугунные – у спецтехники, которая вынуждена работать в условиях высокой вибрации. Станина служит базой крепления основных и добавочных полюсов.

- Сердечник статора – цилиндр из профилированных стальных листов. Фиксируется винтами внутри станины. Снабжён пазами для обмотки.
- Обмотка. Создает магнитный поток. При пересечении проводников ротора наводит в них электродвижущую силу.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Виды

Электродвигатели классифицируют по типу питания привода, конструкции щеточно-коллекторного узла, количеству фаз для запитывания:

По типу питания привода. Устройства делятся на моторы переменного и постоянного тока. Двигатели постоянного тока способны обеспечить более точную и плавную регулировку оборотов, высокий КПД. Двигатели переменного тока выручают, когда важна высокая перегрузочная способность. Это удачный вариант для подъёмно-транспортных машин. Впрочем, существуют и универсальные моторы, которые функционируют от переменного и постоянного тока.

По конструкции щеточно-коллекторного узла. Выпускаются бесколлекторные и коллекторные моторы. Бесколлекторный мотор работает за счёт движения ротора с постоянным магнитом. У конструкции нет щеточно-коллекторного узла. Решение обеспечивает достойный крутящий момент, широкий диапазон скоростей и высокий КПД. Важные преимущества бесколлекторного мотора – надёжность, способность к самосинхронизации, возможность подпитываться при переменном напряжении. Ресурс бесколлекторного мотора ограничен исключительно ресурсом подшипников. У коллекторных моторов присутствует щелочно-коллекторный узел. Удобство решения связано с тем, что он может использоваться и в качестве переключателя тока в обмотках, и как извещатель положения ротора, нет необходимости в контролле. Проблема коллекторных моделей – в том, что они зависимы от постоянных магнитов, которые, как известно, со временем, к огромному сожалению, теряют свои свойства.

По количеству фаз для запитывания. В зависимости от того, как запитывается обмотка, электродвигатели бывают однофазными и трёхфазными. В автомобилестроении широкое распространение получили трёхфазные решения, это связано с рядом технических характеристик (мощность, перегрузочная способность, частота вращения на холостом ходу).

Работать трёхфазные моторы могут синхронно и асинхронно, а в качестве ротора используются как короткозамкнутые, так и фазные модели. Самый популярный вариант – трехфазные асинхронные моторы с короткозамкнутым ротором. Они стоят на большинстве современных электрокаров.

Асинхронные и синхронные двигатели

Синхронные моторы – двигатели переменного тока, у которых частота вращения ротора идентична частоте вращения магнитного поля (измерение производится в воздушном зазоре). В автомобилестроении синхронные моторы встретить можно нечасто (хотя в мире техники – это, в целом, очень популярное решение – особенно в климатотехнике, насосных системах).

Но есть производители авто, которые при производстве электрокаров предпочитают устанавливать на свои машины именно синхронные двигатели. Яркий пример – концерн Renault. Синхронными двигателями на электромагнитах он оснастил электрокар Renault Zoe. На электромагниты подаётся постоянный ток. Полярность магнитов ротора стабильна. Полярность магнитов статора при этом изменяется и обеспечивает бесперебойное вращение.

Преимущество синхронных двигателей на электромагнитах у авто – максимальная оптимизация рекуперации энергии торможения. И главный «конёк» авто с таким типом электродвигателя – полная безопасность при буксировке.

Гораздо более популярный вариант – асинхронные двигатели. Это двигатели переменного тока, у которых потенциал напряжения – магнитного поля не совпадает с частотой вращения ротора. Типичным 3-фазным асинхронным двигателем оснащены, например, хорошо известные автомобили Tesla S и Tesla X.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Иногда асинхронные моторы называют индукционными, так как в роторе в соответствие с законом Ленца у них индуцируется электромагнитная сила.

Двигатель-колесо

Обособленно среди электромоторов стоит двигатель-колесо. Особенность двигателя- колеса – ориентир крутящего момента и силы напряжения на конкретное колесо.

Такие решения можно встретить в плагин-гибридных автомобилях («гибридах» с параллельной схемой, при описании устройства гибридных авто ниже по тексту мы остановимся на них подробнее). Работает двигатель-колесо в паре с ДВС.

У первых плагин-гибридных автомобилей с двигателем-колесом агрегат был монтирован в ступицу колеса, а работа осуществлялась исключительно в паре с внутренним зубчатым редуктором.

Некоторые же современные модели моторов, монтируемые внутри колёс, вполне могут работать без зубчатого редуктора. Это увеличивает управляемость, позволяет избежать увеличения удельного веса шасси, уменьшить риски, повышает КПД.

Преимущества и недостатки электродвигателей

Преимуществ у электродвигателей существенно больше, нежели недостатков. Более того, за счёт усовершенствования и конструктивных особенностей самих электроприводов, и инфраструктуры, связанной с зарядкой, многие вещи, которые вчера ещё казались критичными, сегодня теряют свою актуальность.

Преимущества

- Не требуется «раскачка». Крутящий момент достигает максимума непосредственно при включении. Именно по этой причине электрический двигатель электромобиля не требует наличия стартеров и сцеплений – неотъемлемых спутников ДВС.
- Удобство. Для включения заднего хода (то есть коррекции со стороны вращения мотора) достаточно поменять полярность, сложная коробка передач не требуется.
- Высокий КПД. У машин с электродвигателями он достигает 95 %.
- Независимость. На любой отметке скорости достигается максимальный показатель крутящего момента.
- У мотора – малый вес. Производители могут себе легко позволить создавать компактные автомобили.
- Есть все возможности для рекуперации энергии торможения. Если у авто с ДВС кинетическая энергия просто уходит в колодки (и стирает их), то у электромобиля в режиме рекуперации мотор может функционировать как генератор. В режиме генерации электроэнергия просто трансформируется в другую форму и быстро накапливается в АКБ. Особенно решение эффективно для транспортных средств с длинным тормозным путем. На объём генерируемой и накопленной энергии существенно влияет маршрут (рельеф, в частности наличие холмистых участков на дороге и уклон дороги).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

- Снижение расходов на эксплуатацию машины. Зарядку можно производить от электросети. Это существенно дешевле, нежели использование дизеля, бензина. Выгода очевидна даже по сравнению с бензиновыми авто эконом-класса.
- Малый уровень шума.
- В большинстве случаев для мотора не требуется принудительное охлаждение.
- Экологичность. Использование транспорта с электродвигателем снижает количество выхлопных газов в воздухе.

Недостатки

Долгое время считалось, что самый большой минус использования электродвигателя – его зависимость от аккумуляторов, которые быстро выходят из строя. Теперь это неактуально. Современные батареи электрокаров, представленных в массовом выпуске, гарантируют пробег автомобиля 150-200 тыс. км. Потерял актуальность и тот фактор, что машины с электродвигателем существенно уступают бензиновым по мощности. Электротяга современных электромоторов уже не уступает ДВС.

Поэтому недостатки электродвигателей сейчас правильно свести не к недостаткам конструкции, а к плохо развитой инфраструктуре для того, чтобы подзаряжать электромобили. Если в США, Скандинавии подзарядить электрокар легко, то до недавнего момента даже в Западной и Центральной Европе с инфраструктурой для подзарядки таких машин были проблемы.

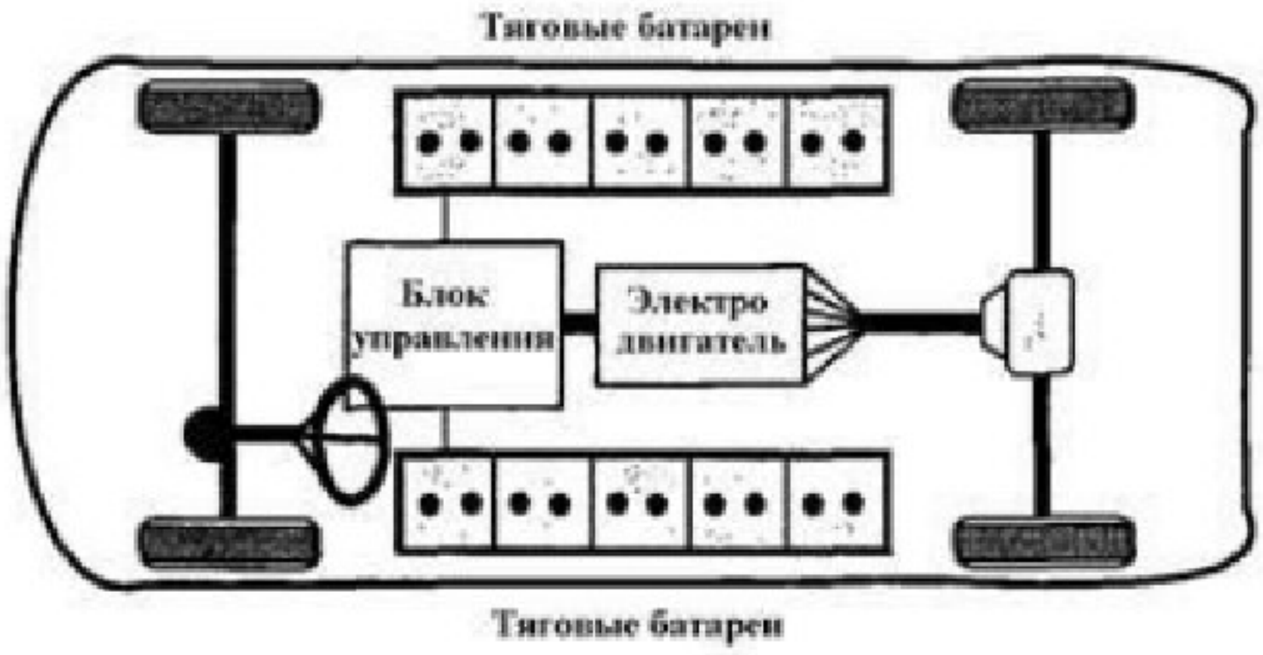
В России, Беларуси, Украине, Казахстане, пока, увы, с инфраструктурой ситуация ещё хуже. Хотя, например, в России число заправок для электрокаров с 2018 по 2020 год возросло в 3 раза, но полотно покрытия площадками для зарядки очень неоднородное. В Москве – более плотное, в регионах – слабое. Даже разрыв с такими городами-гигантами как Санкт-Петербург и Челябинск - колоссальный.

Устройство электромобиля

Рассматривая электродвигатель, важно остановиться на устройстве электромобиля в целом, изучение электродвигателя не самого по себе, а как части системы электропривода, где электродвигатель – один из его базовых компонентов, его «сердце». Но «организм», функционирует только тогда, когда в порядке все другие «органы» – части электропривода:

- Аккумуляторная батарея.
- Бортовое зарядное устройство. Его функция – обеспечение возможности заряжать аккумуляторную батарею от бытовой электрической сети.
- Трансмиссия. Распространены трансмиссия с одноступенчатым зубчатым редуктором (чаще всего встречающийся и наиболее простой вариант) и бесступенчатая трансмиссия с гидротрансформатором (для старта с места), плавно изменяющие отношение скоростей вращения и вращающих моментов мотора и ведущих колес транспортного средства во всём рабочем диапазоне скоростей и тяговых усилий.
- Инвертор. Назначение инвертора – трансформирование высокого напряжения постоянного тока аккумулятора в трехфазное напряжение переменного тока.
- Преобразователь постоянного тока. Функция – зарядка дополнительной батареи, которая используется для системы освещения, кондиционирования, аудиосистемы.
- Электронная система управления (блок управления). Отвечает за управление функциями, связанными с энергосбережением, безопасностью комфортом. В её «подчинении» – оценка заряда АКБ, оптимизация режимов движения, регулирование тяги, контроль за использованной энергией и за напряжением, управлением ускорением и рекуперативным торможением.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



Аккумуляторная батарея

Аккумуляторная батарея (аккумулятор) – один из наиболее дорогих компонентов системы. По своей значимости играет такую же роль, как бензобак для ДВС. Электромобиль движется за счёт электричества, полученного от электросети во время зарядки и хранящегося в АКБ.

При этом важно помнить, что у большинства электромобилей устанавливаются одновременно два аккумулятора: один тяговой – он питает именно мотор и стартерный (как и в машинах с ДВС, он помогает системе освещения, системе подогрева). Эти аккумуляторы разные не только по назначению, но и техническим характеристикам.

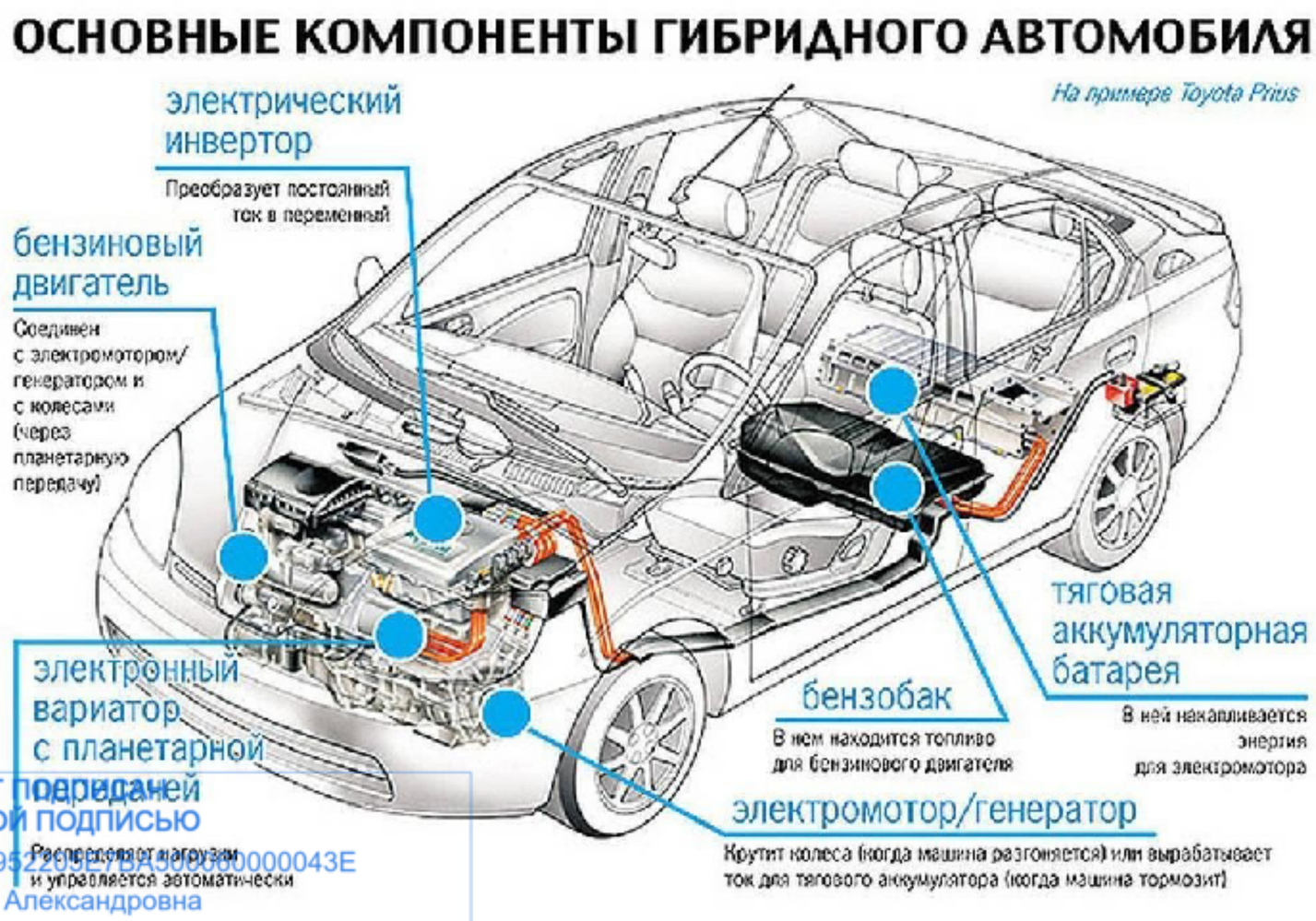
Тяговый аккумулятор электрического двигателя электромобиля предназначен для питания мотора, запуска двигателя. У него нет высокого пускового тока, но он заточен на длительную работу, выдерживает большое количество циклов заряда-разряда.

Типичная тяговая АКБ – моноблочная секционная конструкция. Тяговая АКБ состоит из толстых электронных пластин – пористых сепараторов и электролитного вещества.

Самые распространенные аккумуляторы – литий-ионные. У них – наиболее высокая энергетическая плотность, не требуется обслуживание, достаточно низкий саморазряд.

Устройство и особенности гибридных систем

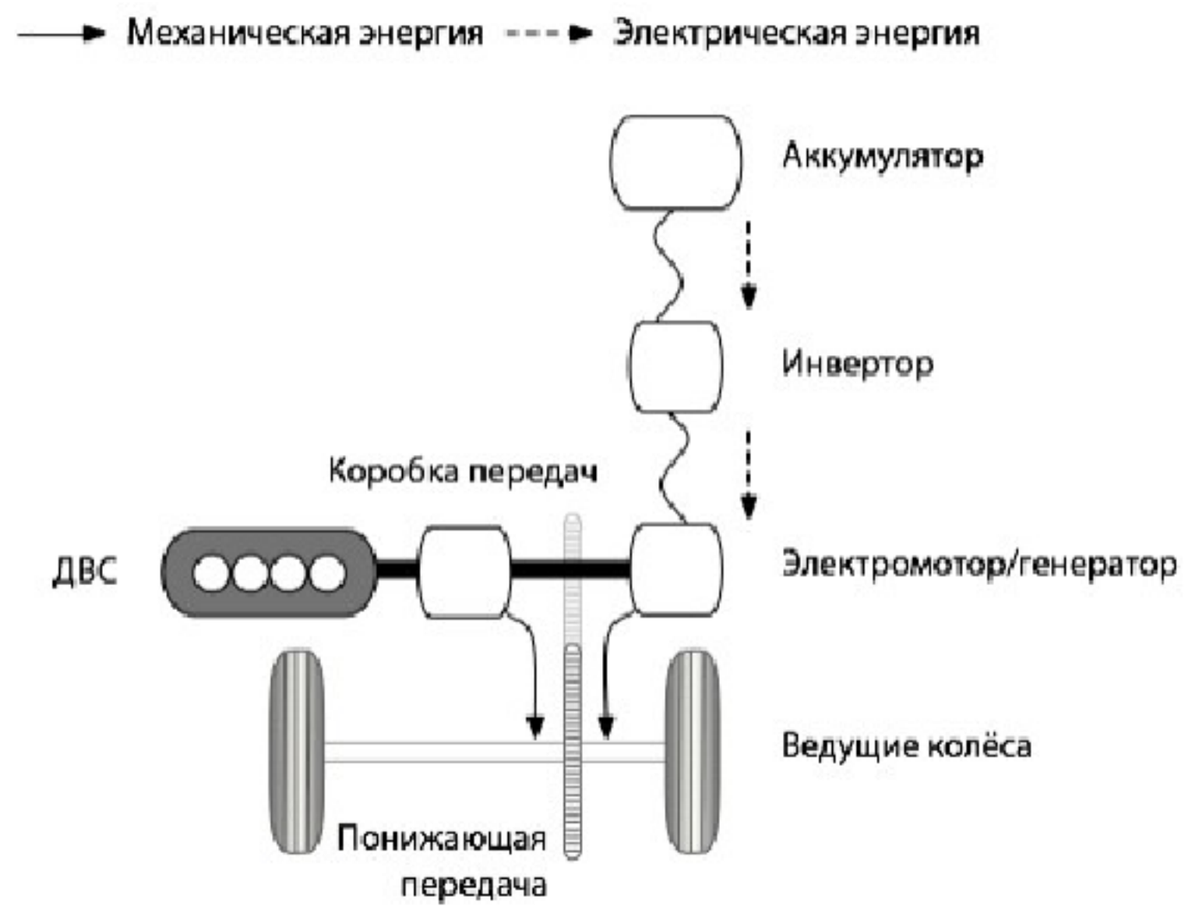
Свои особенности – у гибридных систем. В гибридных системах электродвигатель может рассматриваться и как «партнёр» ДВС, и как допэлемент, помогающий добиться экономии топлива и при этом повышения мощности.

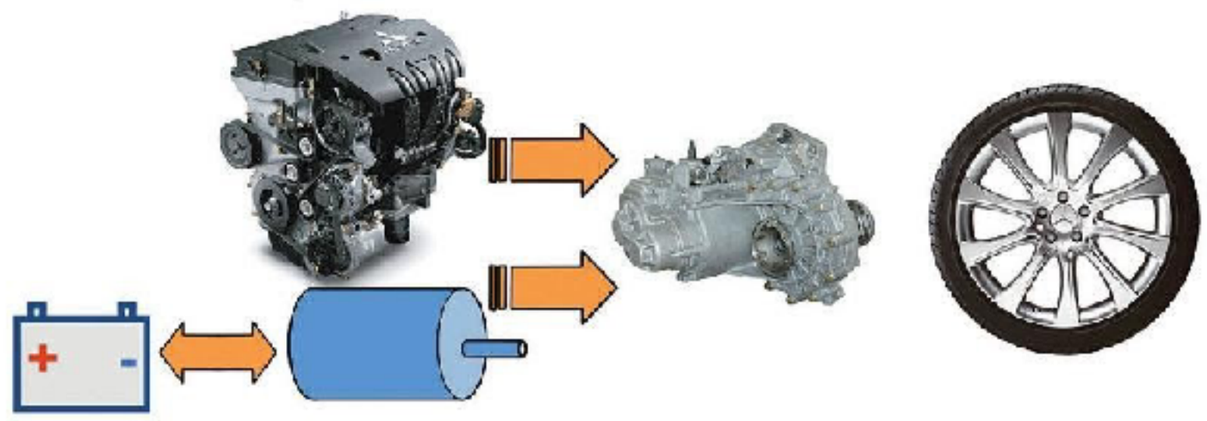


ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500000000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

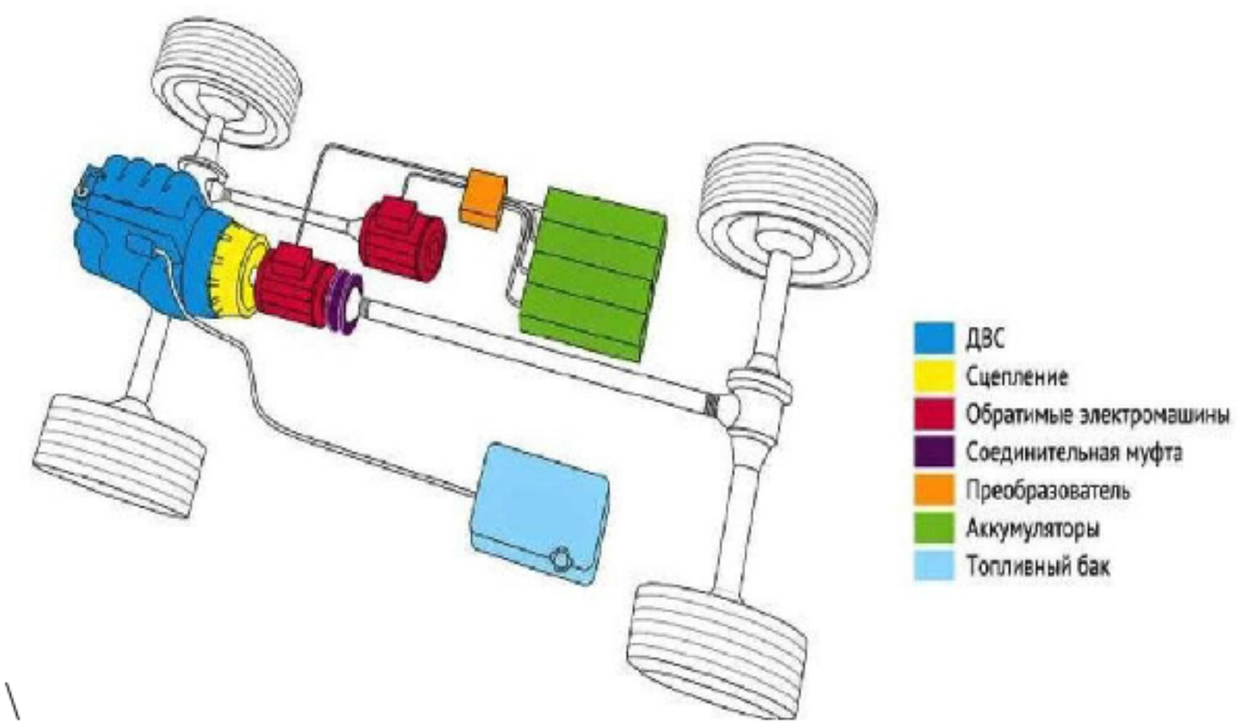
Устройство «гибрида» отличается в зависимости от реализованной схемы передачи на колёса крутящего момента.

Параллельная. Аккумуляторы передают энергию электромотору, бак – топливо для ДВС. Оба агрегата равноправны и способны создать условия для перемещения авто. Но работает такая схема только при наличии коробки передач. Параллельная схема успешно реализована у автомобиля Honda Civic. Нередко гибриды с параллельной схемой выделяют в отдельную группу и называют плагин-гибридными.



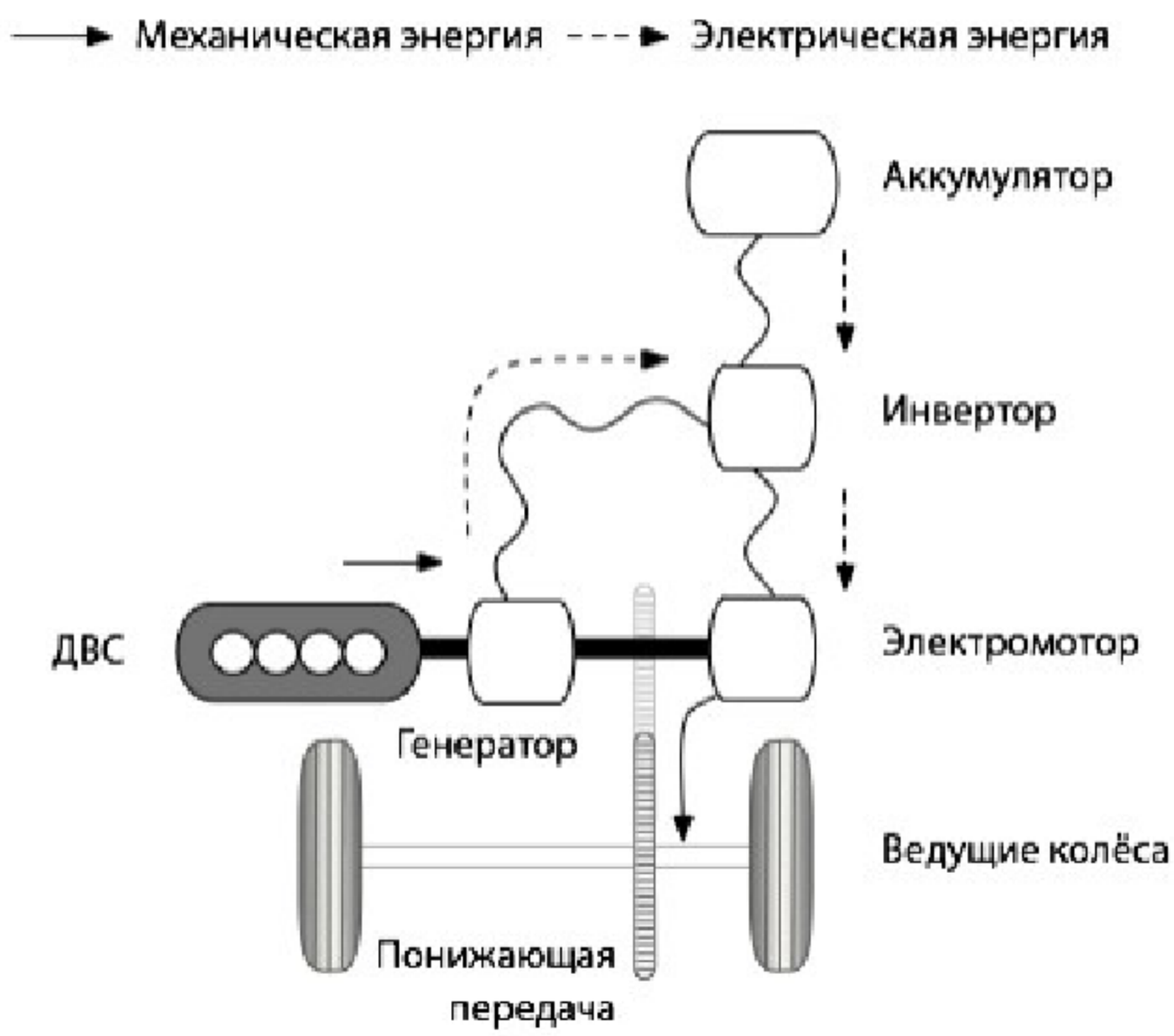


- Последовательная. Любое действие начинается с включения ДВС. Он же отвечает за последующие действия: поворот генератора для запуска электромотора, зарядку аккумуляторов.

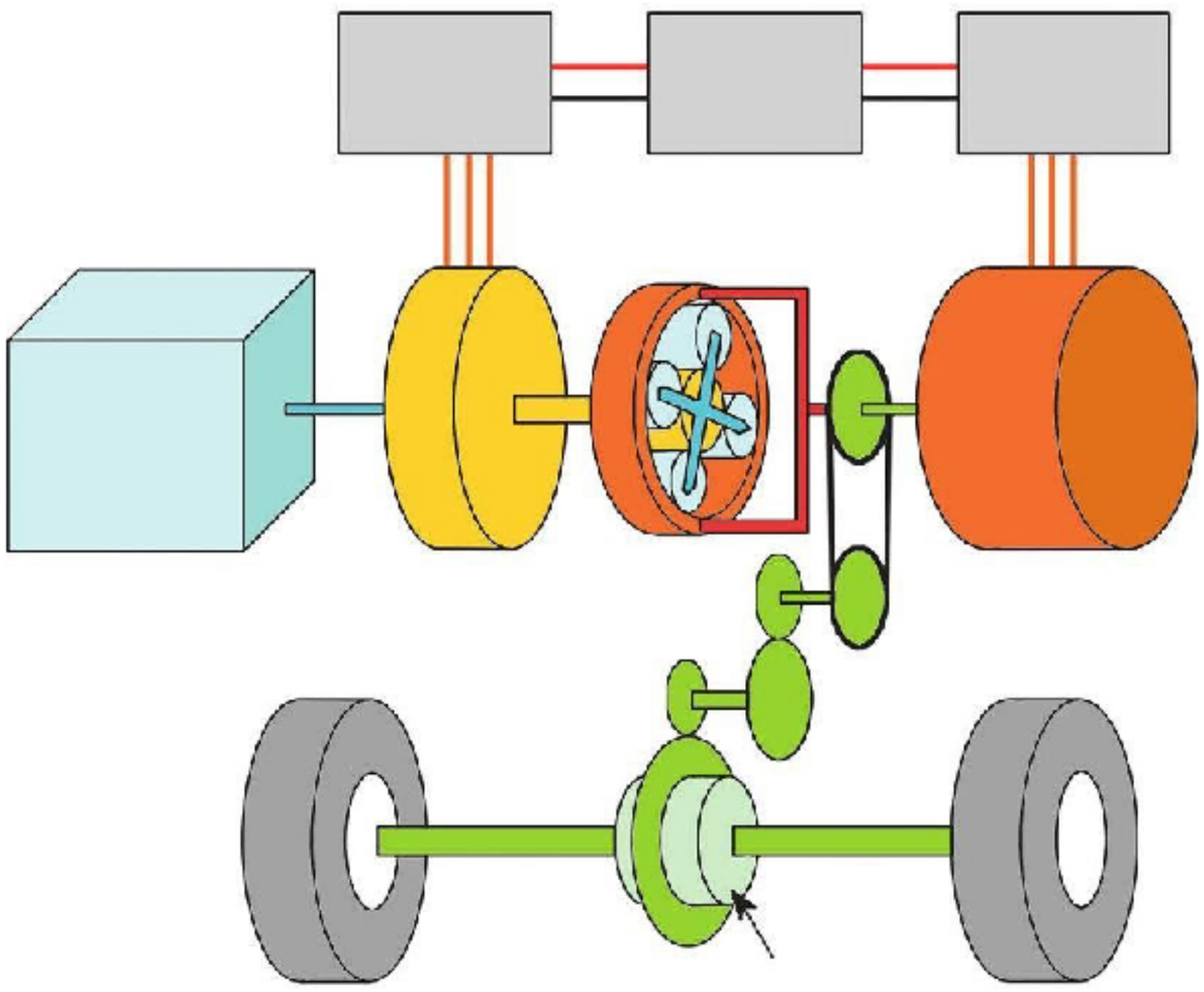


\

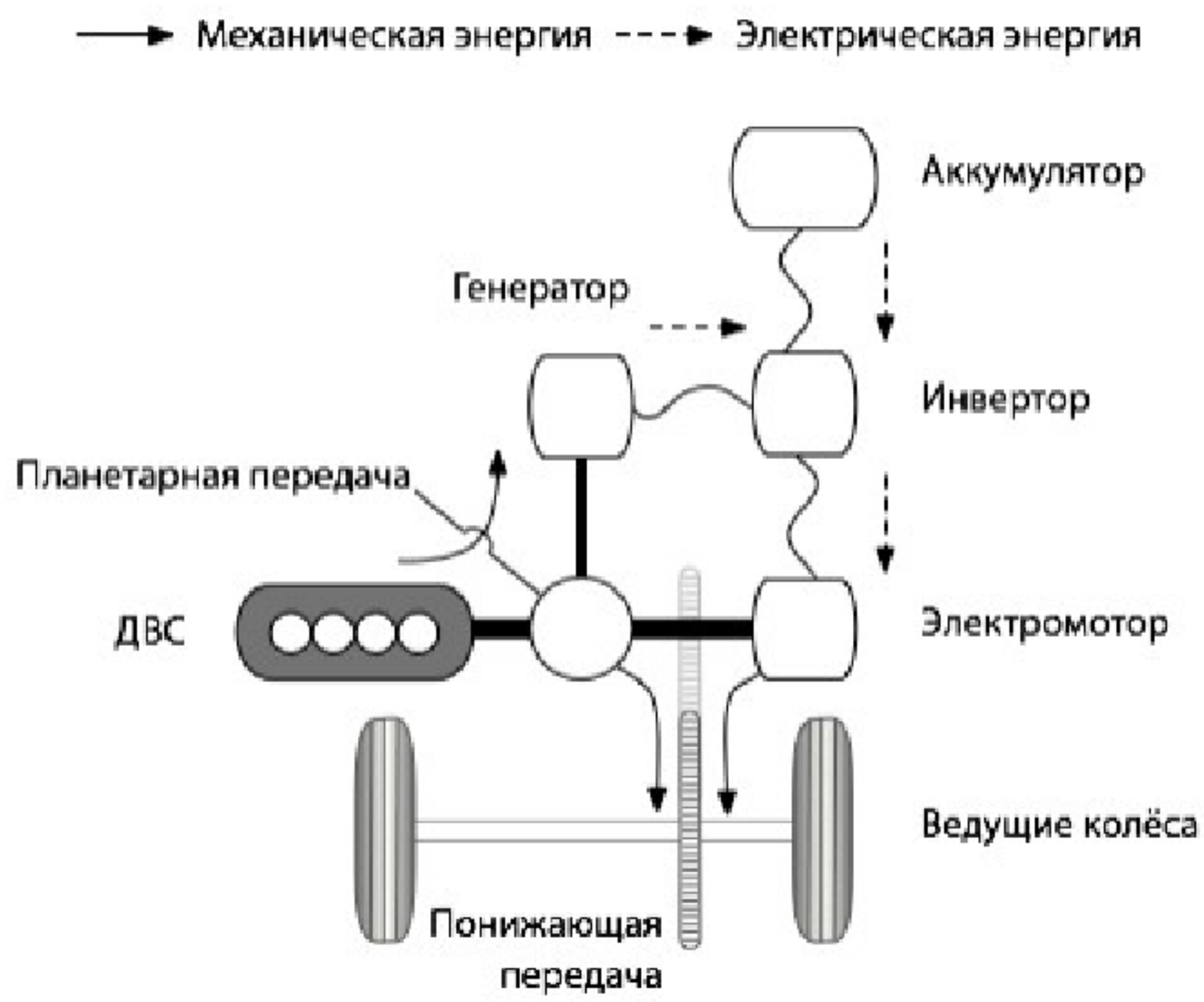
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



- Последовательно-параллельная. Через планетарный редуктор соединены ДВС, электродвигатель и генератор. В зависимости от условий движения может использоваться тяга электродвигателя или ДВС. Режим выбирается программно системой управления транспортного средства. Среди хорошо известных последовательно-параллельных «гибридов» – Toyota Prius, Lexus-RX 400h.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



Классический гибридный автомобиль использует интегрированный в трансмиссию электрический мотор-генератор.

При этом для получения электрической тяги у гибридных систем задействованы четыре базовых компонента:

Мотор-генератор. Является обратимой силовой установкой. Может работать в двух режимах: непосредственно тягового мотора и генератора для зарядки высоковольтной аккумуляторной батареи. При работе в режиме мотора возможно создание крутящего момента и мощности, которых хватит для старта и движения автомобиля с выключенным ДВС, при работе устройства в режиме генератора продуцируется высоковольтная электроэнергия.

- Высоковольтные силовые кабели. Изолированные электрические кабели большого сечения. Важны для переноса энергии между компонентами высоковольтных электроцепей.
- Высоковольтные аккумуляторные батареи. Включенные в последовательную цепь аккумуляторные элементы. Позволяют накопить в батарее большой объём электроэнергии.
- Высоковольтный силовой модуль управления для управления потоком электроэнергии для движения транспортного средства на электрической тяге.
- Гибридные авто открывают новые эксплуатационные возможности, с одной стороны можно быть максимально экологичным, радоваться комфортной езде и сэкономить на топливе, а с другой стороны, при разряде аккумулятора владелец авто не попадёт впросак, если невозможно подзарядить мотор: в работу вступит ДВС.
- Перспективы применения электродвигателей в автомобилях

Перспективы применения электродвигателей в автомобилях напрямую связаны с тем, насколько активно будет развиваться инфраструктура. Там, где она не обеспечена, использование электрокаров действительно ограничено. Ведь без подзарядки у многих авто – малая дальность пробега.

Впрочем, даже последняя проблема активно решаемая. Немецкие и японские разработчики (компании DBM Energy, Lekker Energie, Japan Electric Vehicle Club) сумели доказать миру: потенциал у электродвигателей, аккумуляторов без подзарядки может достигать 500 -1000 тысяч километров пробега. Правда, пока что 1 000 тысяч км пробега без подзарядки возможны только в теории, а 500-600 уже на практике.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 3C0F0A0C0000B8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

На данный момент доступность такого транспорта – на уровне инженерно-конструкторской работы, экспериментальных выпусков, но есть перспективы что их подхватят автогиганты, и не за горизонтом – серийное производство.

Перспективы применения электродвигателей в автомобилях очень тесно связаны и с политикой отдельных государств. Например, в Норвегии обладатели электромобилей освобождены от уплаты ежегодного налога на транспорт, пользования платными дорогами, паромными переправами и даже большинством парковок. С учётом того, что налоги и тарифы в Скандинавии одни из самых высоких, мотивация приобрести именно авто с электродвигателем, а не ДВС – очень высокая.

Обратите внимание, что на базе LCMS ELECTUDE есть специальный раздел "Электрический привод", в нём подробно разбираются электродвигатели, виды электропривода, системы зарядки, особенности обслуживания транспорта с электромотором. Кроме комплексных теоретических знаний в обучающих модулях приводятся многочисленные практические примеры.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Учебные макеты автомобилей с разрезами коробок передач и раздаточных коробок;
2. Плакаты и схемы трансмиссий автомобилей;
3. Разрезные образцы отдельных коробок передач различных типов.

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Изучить меры безопасности в «Лаборатории конструкции и устройства автомобилей».

ЗАДАНИЯ

1. Вычертить схему и описать работу трехступенчатой коробки передач.
2. Описать назначение и работу делителя и демультипликатора.
3. Вычертить схему и описать работу гидротрансформатора.
4. Вычертить схему и описать работу гидрообъемной коробки передач.
5. Описать работу бесступенчатых механических передач.
6. Дать назначение и классификацию раздаточных коробок.
7. Объяснить, почему в раздаточную коробку вводят межосевой дифференциал.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Письменная часть (отчет) состоит из следующих пунктов:

1. Тема лабораторной работы
2. Раздел
3. Цель работы
4. Содержание отчета:
   - *Вычертить схему и описать работу трехступенчатой коробки передач.*
   - *Описать назначение и работу делителя и демультипликатора.*
   - *Вычертить схему и описать работу гидротрансформатора.*
   - *Вычертить схему и описать работу гидрообъемной коробки передач.*
   - *Описать работу бесступенчатых механических передач.*
   - *Дать назначение и классификацию раздаточных коробок.*
   - *Объяснить, почему в раздаточную коробку вводят межосевой дифференциал.*
5. Контрольные вопросы
6. Практическая работа
7. Вспомогательный материал

Требования к содержанию отчета

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Отчет должен содержать подробное описание отдельных механизмов и систем автомобиля. Приводится необходимый иллюстрационный материал в виде рисунков, графиков и таблиц, дополняющий и разъясняющий текстовую часть отчета.

Описанию конструкции того или иного элемента автомобиля предшествует изложение его назначения и связи с остальными узлами.

Здесь же могут быть указаны аналоги, применяемые на других автомобилях их отличительные особенности, недостатки и преимущества.

Особое внимание уделяется разделу посвященному разборке и сборке отдельных узлов. Могут быть представлены основы обслуживания и ремонта разбираемых узлов, причины их неисправностей.

Иллюстрационный материал желательно выполнять «от руки», т. к. это позволяет студенту лучше разобраться в конструктивных особенностях изучаемых узлов.

В заключении по каждой работе должны быть сделаны выводы о надежности и работоспособности основных элементов изучаемых в данной работе. Следует подчеркнуть их недостатки и достоинства, здесь же могут быть сделаны выводы и предложения об особенностях разборки и сборки отдельных узлов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. *Принцип работы двигателя электромобиля*
2. *Объясните устройство ротора электродвигателя*
3. *Объясните устройство статора электродвигателя*
4. *Виды электродвигателей электромобилей*
5. *Асинхронные электродвигатели*
6. *Синхронные электродвигатели*
7. *Двигатель-колесо*
8. *Общее устройство автомобиля*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Занятие 4.

Тема. Общее устройство и принцип работы ходовой части электромобилей и гибридных автомобилей.

Цель занятия – изучить назначение и конструкции колес, шин и подвесок.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Колеса и шины

1.1. Общие сведения

Автомобильные колеса воспринимают всю массу автомобиля и динамические нагрузки, передаваемые на раму или кузов автомобиля, смягчают и поглощают толчки и удары от неровностей дороги. От характера взаимодействия колес с дорогой зависят тяговые и тормозные свойства автомобиля, плавность хода, экономичность, проходимость, устойчивость и управляемость.

Колеса должны иметь минимальное сопротивление качению, хорошие сцепные и демпфирующие свойства, высокие долговечность и износостойкость, бесшумность работы, легкость монтажа и демонтажа, самоочищаемость беговой части шины при движении по деформируемым грунтам.

В соответствии с выполняемыми функциями колеса могут быть ведущие, управляемые, комбинированные (одновременно ведущие и управляемые) и поддерживающие.

Колеса состоят из следующих частей (рис. 1): шины, ободья 3, 10, соединительной части с деталями крепления, ступицы и подшипников. Соединительной частью могут быть диск 4, неразборно присоединенный к ободу (дисковое колесо), или спицы, представляющие собой часть ступицы (бездисковое колесо или спицевое колесо).

Пневматическая шина — это упругая оболочка, устанавливаемая на обод колеса и заполняемая воздухом под давлением.

В основу классификации шин положены геометрические размеры и конструктивные признаки (табл. 1). К определяющим геометрическим размерам шины относятся наружный диаметр D, ширина B, высота H профиля, посадочный диаметр $d_п$ и расстояние между бортовыми закраинами обода A. В зависимости от ширины профиля шины делят на крупногабаритные ($B \geq$ 350 мм), среднегабаритные (B = 200...350 мм) и малогабаритные (B < 260 мм).

В зависимости от способа герметизации внутренней полости шины при сборке с ободом различают камерные и бескамерные шины.

Бескамерные шины — это шины, в которых воздушная полость образуется покрышкой и ободом колеса. Она имеет воздухонепроницаемый слой толщиной 1,5...3 мм, привулканизированный к внутренней стороне покрышки.

1. Классификация шин по профилю

Тип шины	*H/B*	*A/B*
Обычного профиля	Более 0,89	0,65...0,76
Широкопрофильная	0,6...0,9	0,76...0,89
Низкопрофильная	0,7...0,88	0,69...0,76
Сверхнизкопрофильная	До 0,7	0,69...0,76
Арочная	0,39...0,5	0,9….1,0
Пневмокаток	0,25...0,39	0,9.....1,0

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 00D4A3CAB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен с 19.08.2022 по 19.08.2023

Широкопрофильными шинами в основном заменяют сдвоенные шины обычного профиля. Арочные шины применяют в условиях бездорожья для повышения проходимости автомобилей. Их протектор имеет грунтозацепы высотой 30...40 мм. Бескамерные шины низкого давления

(пневмокатки) имеют тонкостенную резинокордную оболочку, радиальная деформация которой может составлять до 25...30 % от высоты профиля.

В обозначениях шин указывают размеры D, B, $d_п$ и конструкцию каркаса буквами P или R (для шин с радиальным кордом). Шины обычного профиля грузовых автомобилей имеют маркировку B— $d_п$ в миллиметрах (дюймах), например 260 — 508 (9,00 — 20). Широкопрофильные шины обозначают тремя числами DxB— $d_п$ в миллиметрах (1770x670 — 635), арочные — двумя DxB (1300x750), пневмокатки — тремя DxBxH (1000x 1000x250).

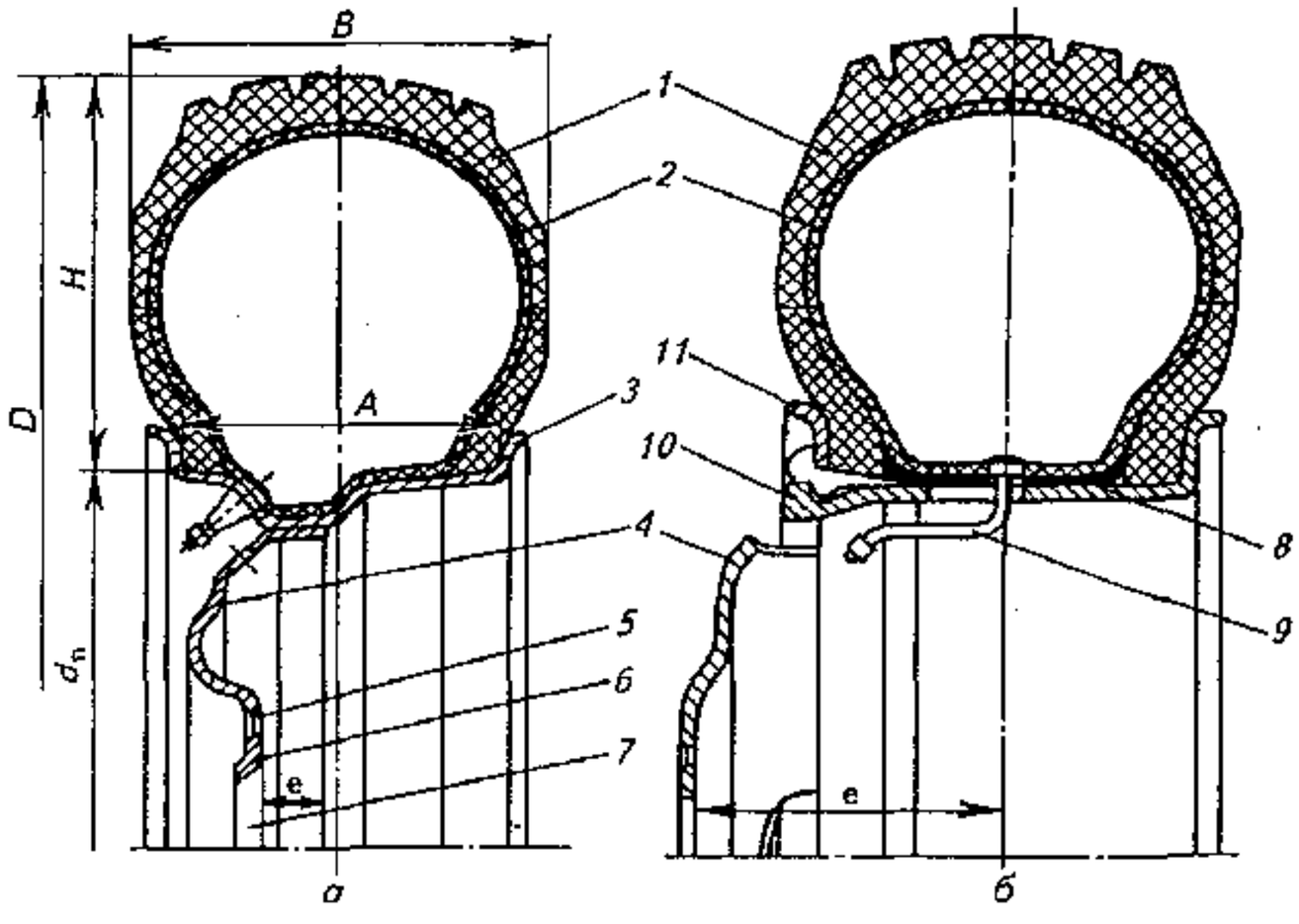


Рис. 1 Автомобильные колеса легкового (а) и грузового (б) автомобилей: 1 — покрышка; 2 —камера; 3, 10— ободья; 4 — диск; 5— крепежное отверстие; 6— привалочная плоскость диска; 7—центральное отверстие; 8 —ободная лента; 9 — вентиль; 11 — съемное бортовое кольцо

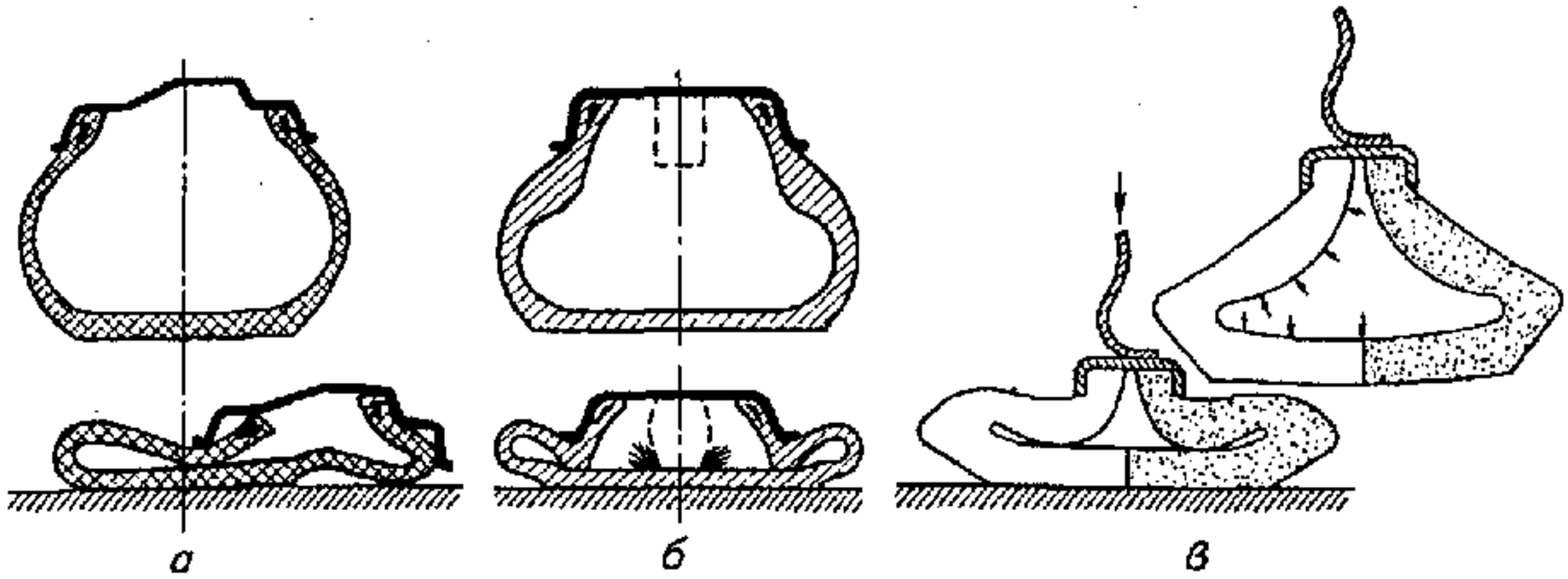


Рис. 2. Характер деформирования шин при внезапном выпуске из них воздуха: а — профиль обычной шины, смонтированной на глубоком ободе; б — профиль безопасной шины ТМТ; в — профиль безопасной шины DIP

Безопасная шина ТМТ (рис. 2, б) по внешнему виду и внутреннему строению близка к обычной бескамерной радиальной шине (рис. 2, а), но имеет широкую беговую дорожку и усиленную надбортную часть.

При выходе воздуха из шины специально выполненные закраины обода опираются через надбортную часть на беговую часть шины, вследствие чего их борта не сходят с полок обода. Боковины, расположенные между ободом и дорожным покрытием, и беговая часть шины служат амортизационной средой и обеспечивают возможность безопасной остановки автомобиля. Чтобы при этом трение резины надбортной части по резине беговой части не было слишком большим, внутри шины на ободе (рис. 3) располагают специальные баллончики со смазывающей жидкостью (объемом около 150 $см^3$), которая выдавливается внутрь шины по мере снижения давления. Жидкость не только уменьшает трение и износ соприкасающихся поверхностей, но и герметизирует место прокола. Кроме того, за счет испарения жидкости создается давление около 0,3 $кгс/см^2$. Это дополнительно улучшает ездовые качества проколотой шины.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E4A30B953305E7BA500000000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

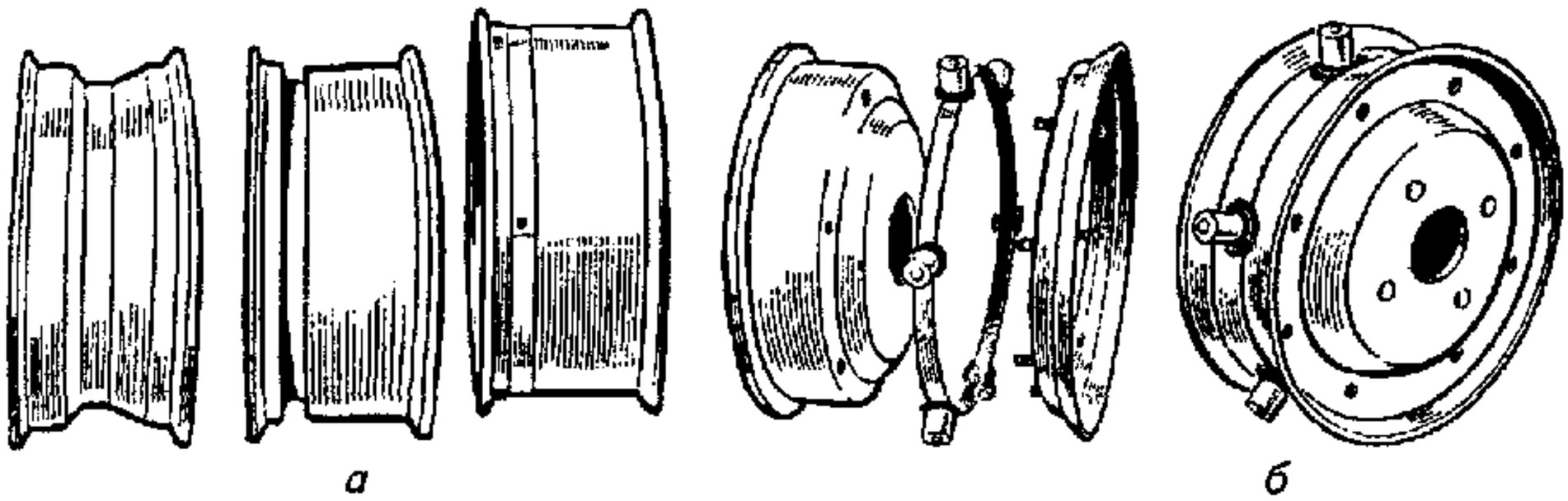


Рис. 3. Ободья для безопасных шин ТМТ: а — плоский обод, монтажный ручей которого закрыт пластмассовой лентой; б— разборный обод, снабженный капсулами со специальной жидкостью

Безопасная шина DIP (рис. 2, в) по конструкции существенно отличается от известных современных шин. Это бескамерная шина с мощными вогнутыми внутрь цельнорезиновыми .боковинами специальной формы, жестким поясом, армированным кордом по окружности, и мощными резиновыми бортами. Шину монтируют на специальный плоский узкий обод. При накачивании воздухом боковины выпрямляются, а резина их получает предварительное сжатие. Шина приобретает характерную треугольную форму. Упругий эффект обеспечивается на 50 % за счет податливости резины и на 50 % за счет воздуха.

При снижении давления воздуха резиновые боковины опираются на беговую часть покрышки. В этом случае даже при высоких скоростях обеспечиваются сохранность шины, нормальная управляемость и безопасность автомобиля до полной его остановки.

1.2. Конструкция элементов колес

Шина состоит из покрышки 1 (см. рис. 1), камеры 2 и ободной ленты 8. Камера представляет собой герметичную торообразную оболочку, снабженную вентилем 9 для накачивания и выпуска воздуха. Ободная лента — эластичное кольцо, предохраняющее истирание камеры об обод и защемление ее бортами обода при монтаже.

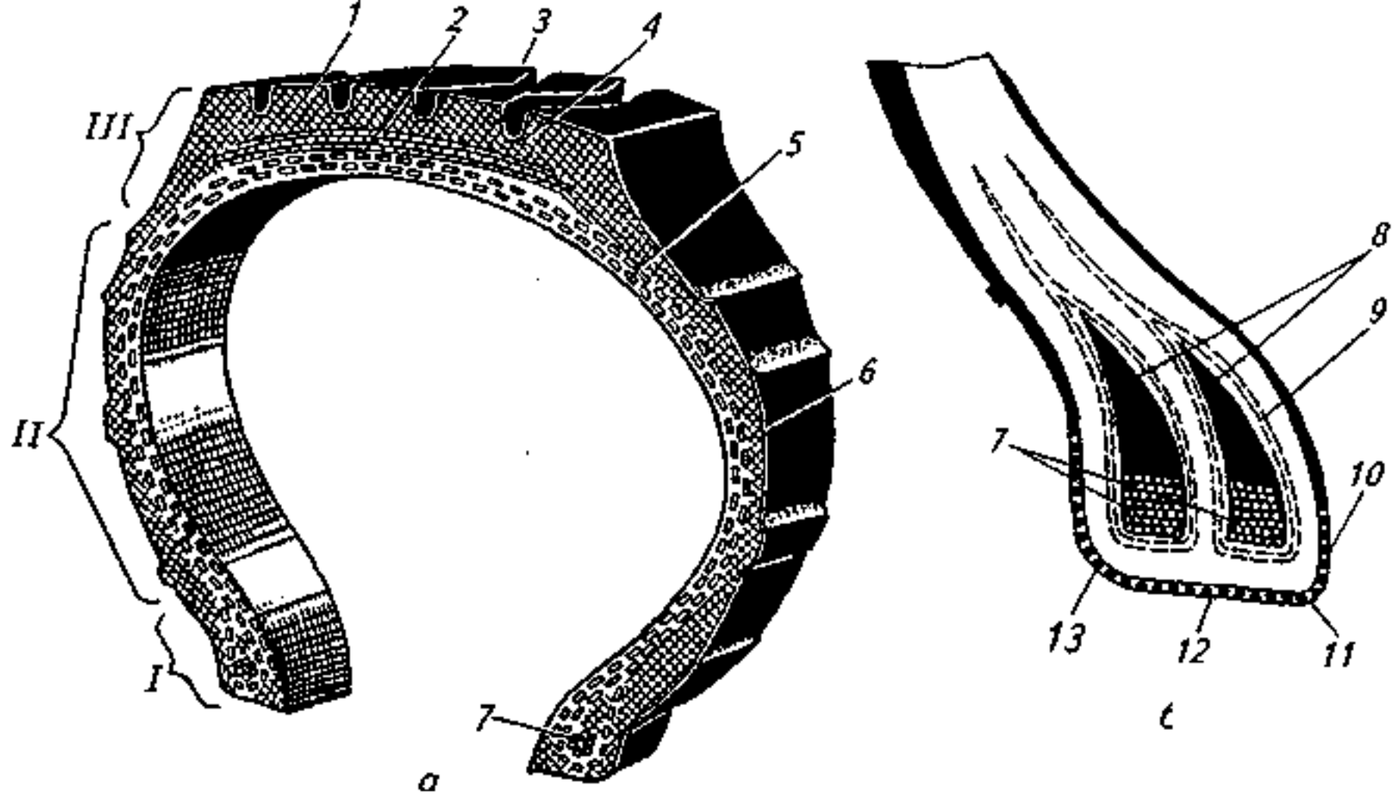
Покрышка — это торообразная оболочка, воспринимающая нагрузки со стороны дороги. Элементы покрышки: каркас 5 (рис. 4), брекер 2, протектор 1 с рисунком 3, боковые стенки (участок *II*), боковины 6 и борта (участок *I*).

Каркас (силовая часть покрышки) состоит из одного или нескольких слоев корда, закрепленных на бортовых кольцах 7. Его получают методом обрезинивания параллельно расположенных нитей. В качестве материала нитей используют вискозные, полиамидные или полиэфирные волокна, стальную проволоку и др.

Угол наклона нитей посредине беговой дорожки в каждом слое каркаса и брекера определяет конструкцию шины. В зависимости от конструкции каркаса и брекера различают диагональные и радиальные шины. В диагональной шине угол наклона нитей составляет 45...60°, в радиальной — близок к нулю (рис. 5). При радиальном расположении нитей улучшаются условия их работы в каркасе, что позволяет уменьшить число слоев каркаса. Увеличивая число слоев корда, можно повысить допустимую статическую нагрузку на шины одного и того же размера.

Рис. 4. Конструкция покрышки (а) и ее борта (б): *I*- борт; *II* - боковая стенка; *III* - плечевая зона протектора; 1 – протектор; 2 – брекер; 3 – рисунок протектора; 4 – подканавочный слой; 5 – каркас; 6 – боковина; 7 – бортовое кольцо; 8 – наполнительные шнуры; 9 – крыло борта; 10 – бортовая лента;11 – носок борта; 12 – основание борта; 13 – пятка борта

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023



Обозначение диагональных шин легковых автомобилей: B — $d_п$. При H/B > 0,82 размеры указывают только в дюймах (например, 9,00 — 15), а при H/B< 0,82 — смешанное обозначение (например, 155-13).

Обозначение радиальных шин легковых автомобилей: B/70xR $d_п$, где B— в миллиметрах, $d_п$, — в дюймах, а 70 —номер серии. Вместо знака «x» может быть введен индекс скорости (буквенное обозначение максимальной скорости движения): P— при 150км/ч, Q— 160 км/ч, R— 170км/ч. Например, 185/70 PR 14 или 185/60 QR 13.

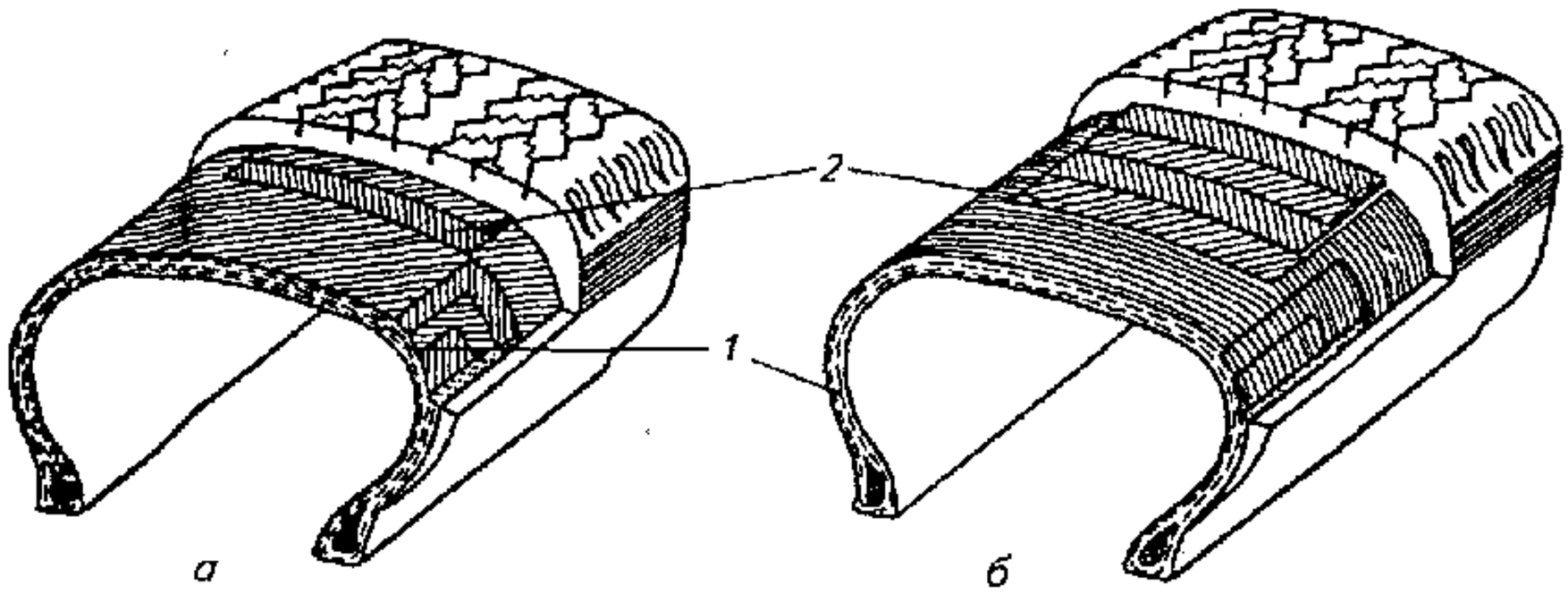


Рис. 5. Конструкция каркаса диагональной (а) и радиальной (б) шин: 1 — корд; 2— брекер

Кроме того, на боковине шины указывают предприятие-изготовитель, страну, номер модели.

В процессе эксплуатации происходит разнашивание шины, т. е. увеличение ее диаметра и ширины. Наименьшую разнашиваемость имеют шины с металлокордом.

Протектор — наружная резиновая часть покрышки, обеспечивающая сцепление шины с дорогой и предохраняющая каркас от повреждений. Он состоит из рельефного рисунка и подканавочного слоя. Рисунок протектора (рис. 6) существенно влияет на коэффициент сопротивления качению колеса, износ шины и сцепление ее с поверхностью дороги.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

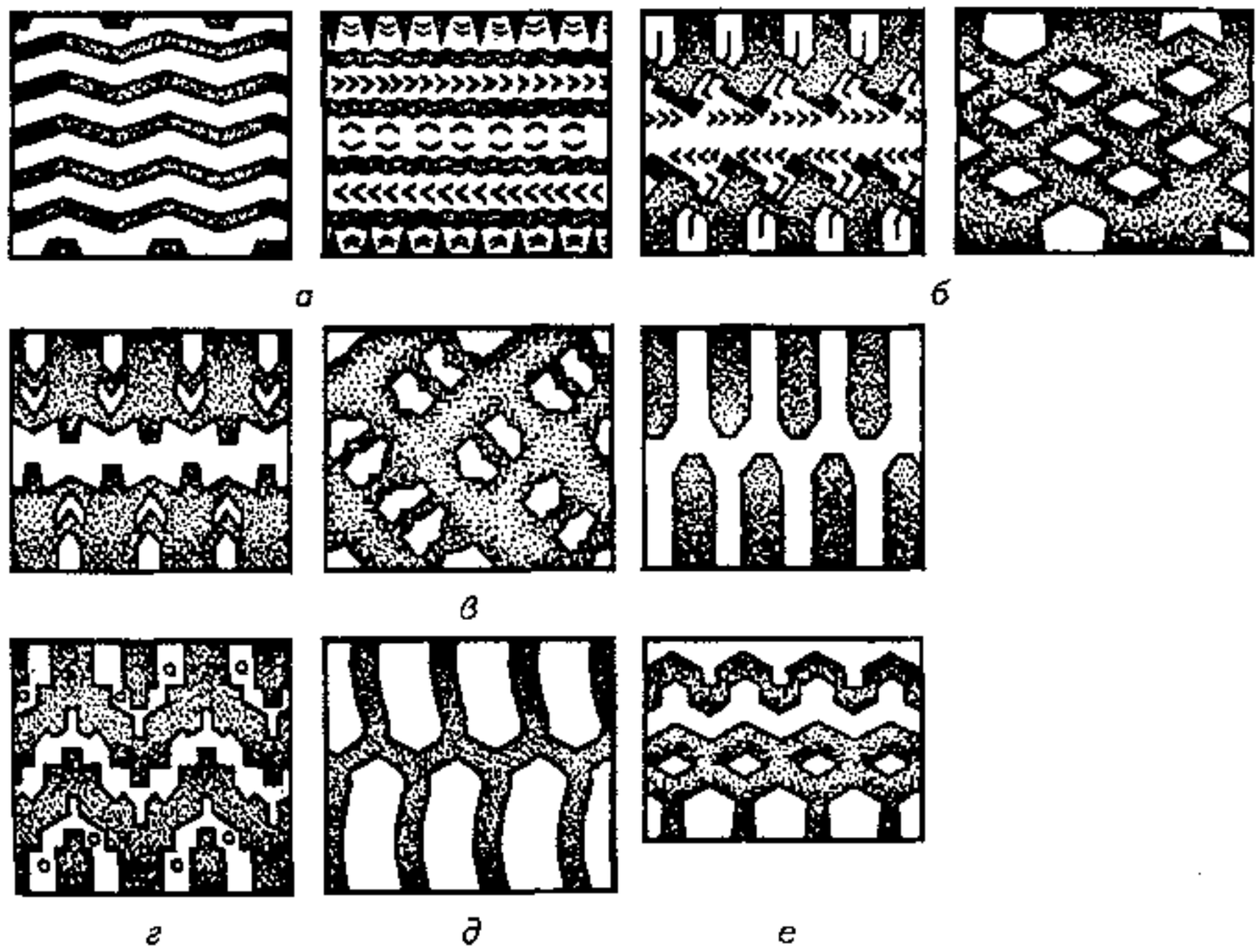


Рис. 6. Рисунки протектора шин: *а* — дорожный; *б* — универсальный; *в* — повышенной проходимости; *г* — зимний; *д* — карьерный; *е* — асимметричный

Брекер — часть покрышки, состоящая из слоев корда и резины, расположенная между протектором и каркасом. Он смягчает действие ударных нагрузок на каркас и способствует более равномерному распределению по его поверхности действующих нагрузок.

Борта — жесткие части покрышки, служащие для крепления шины на ободе. Борт образуется из крыльев 9 (см. рис. 4), обернутых концами слоев корда каркаса.

Боковинами называют резиновый слой, покрывающий боковые стенки каркаса и предохраняющий его от механических повреждений и влаги.

Обычные шины с дорожным и универсальным протектором на обледенелых, заснеженных и грязных скользких покрытиях дорог имеют низкие тягово-сцепные качества и не всегда обеспечивают нужную безопасность движения. Для этих условий применяют шины с зимним рисунком протектора, цепи и шипы противоскольжения. Шип состоит из сердечника и корпуса. Сердечник шипа делают из карбидов металлов, спеченных со связующими веществами — обычно кобальтом. Корпус шипа изготовляют из сплава стали и свинца, оцинковывают или хромируют.

Для шин легковых автомобилей применяют шипы диаметром 8...9 мм, для грузовых автомобилей — диаметром до 15 мм. Количество шипов, устанавливаемых в шину, зависит от массы автомобиля, мощности двигателя и условий эксплуатации. Их должно быть не более 200.

Полноприводные автомобили, например ГАЗ-66, ЗИЛ-131, «Урал-375», с целью повышения проходимости оборудуют системой регулирования давления воздуха в шинах. Воздух подается в систему компрессором, установленным в тормозной системе.

Ободья. Обод с соединительной жесткой частью колеса удерживает шину и передает нагрузки от нее на ступицу. Поэтому он должен полностью соответствовать шине по размерам, жесткости и конструкции. Посадочные размеры обода для камерной и бескамерной шины должны быть одинаковые.

Конструктивные схемы колес показаны на рисунке 7, а схемы ободьев — на рисунке 8.

Расположение диска относительно центральной плоскости, проходящей посредине обода, характеризуется *вылетом.* У колеса с нулевым вылетом привалочная плоскость диска (прилегающая к ступице) совпадает с центральной плоскостью. У колеса с положительным вылетом центральная плоскость обода смещена относительно привалочной плоскости диска в сторону продольной оси автомобиля, а с отрицательным вылетом —в противоположную сторону.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 18.08.2022 по 19.08.2023

Элементы обода: основание, служащее для установки съемных деталей; бортовая закраина, образующая боковой упор для шины; посадочная полка, предназначенная для установки основания борта шины; замочная часть, предназначенная для замыкающих съемных деталей

(замочных и бортовых колец); ручей, расположенный между посадочными полками и представляющий собой углубление для монтажа и демонтажа шины.

Различают цельные и разборные ободья. Цельные ободья применяют для шин легковых автомобилей, разборные — для шин грузовых автомобилей в связи с невозможностью их сборки через закраины обода из-за высокой жесткости бортов и боковин.

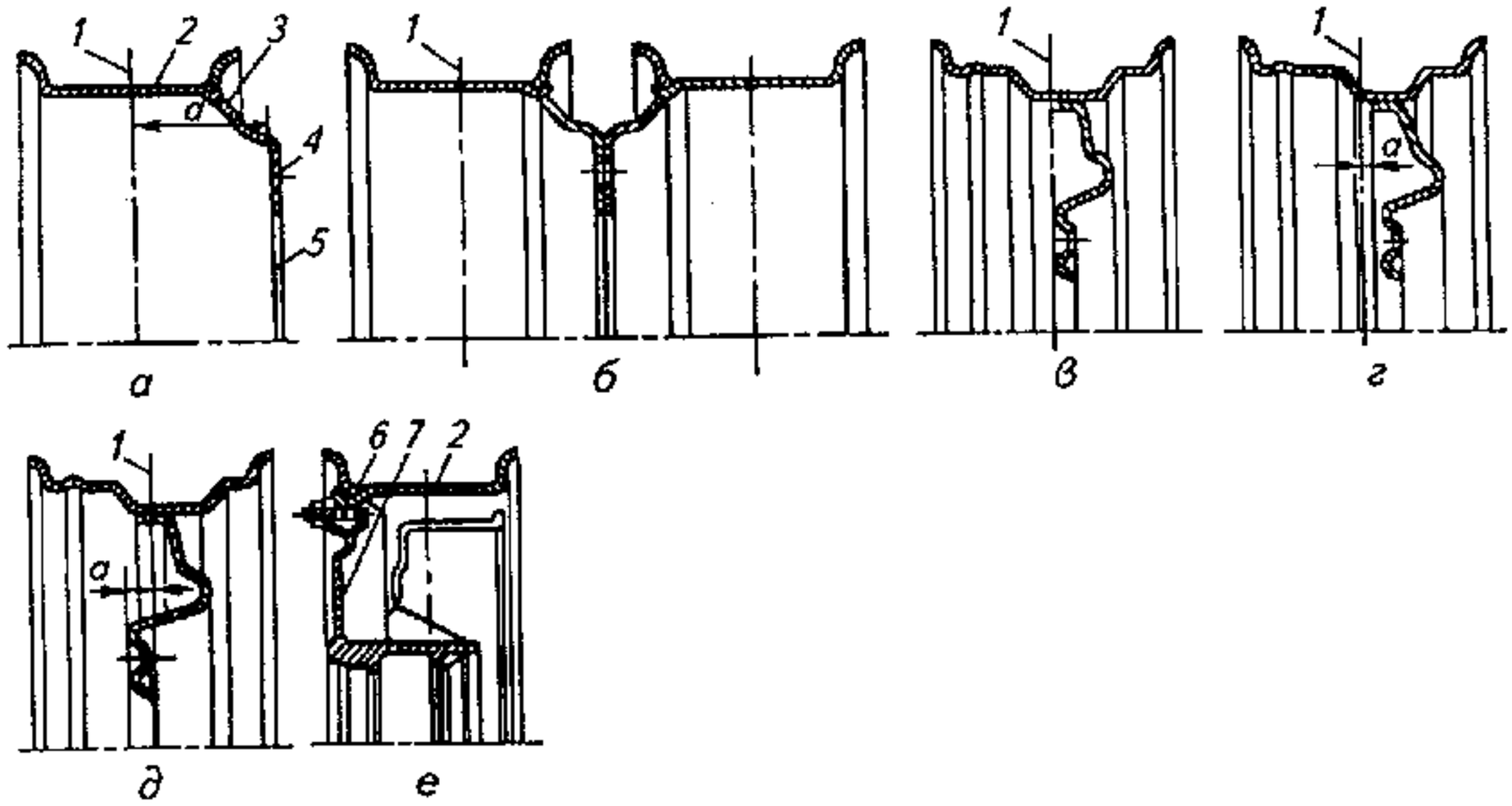
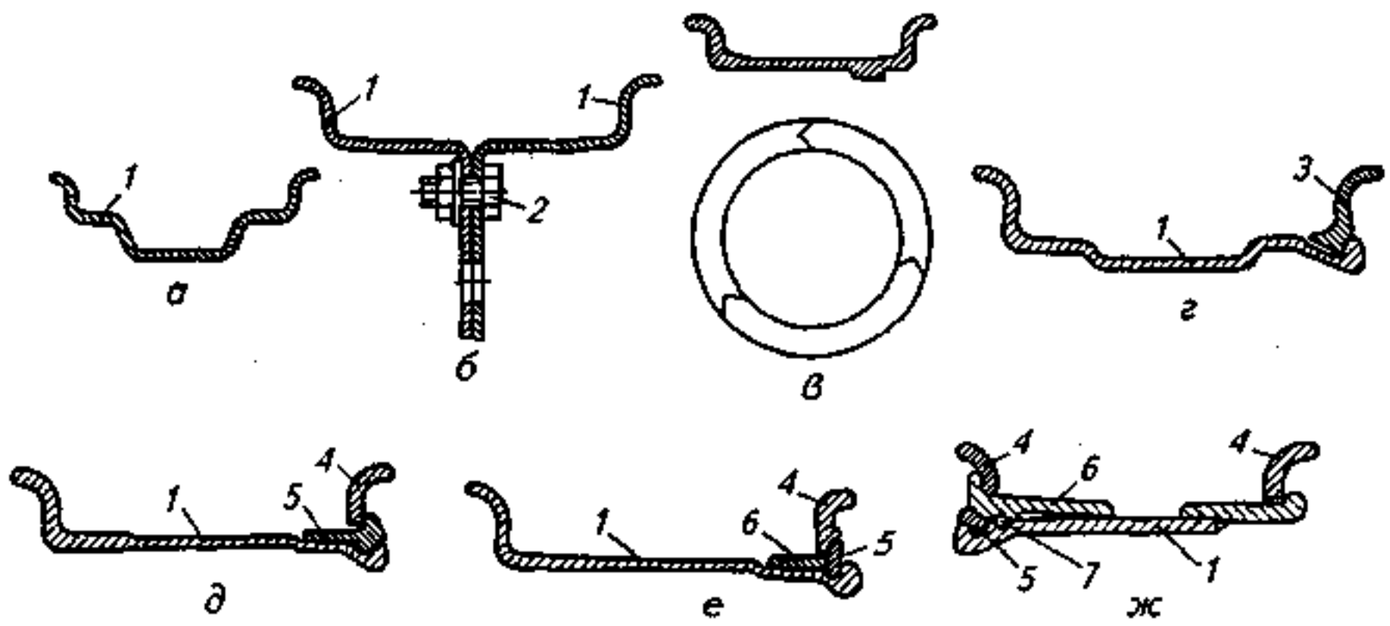


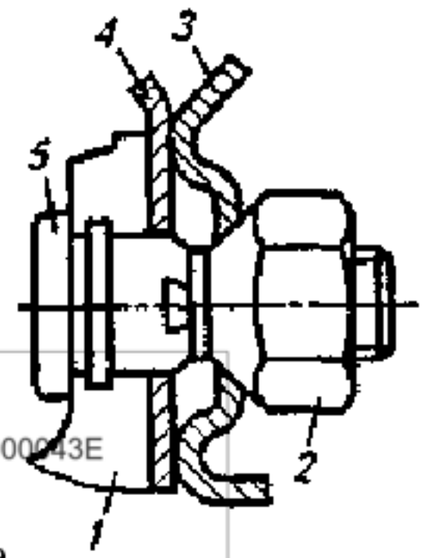
Рис. 7.

Конструктивные схемы колес: *а* — одинарного; *б*— сдвоенного; *в, г, д* — с различными вылетами диска; *е* —бездискового; 1—вертикальная ось колеса; 2— обод; 3 — диск; 4 —крепежные отверстия; 5— центральное отверстие диска; 6—элементы



крепления; 7—ступица

Рис. 8. Основные типы ободьев колес: *а* — неразъемный глубокий симметричный; *б*— разъемный посредине; *в* —сегментный типа «триллекс», разделенный по радиусу на три сегмента; *г* — разъемный двухкомпонентный; *д* — разъемный трехкомпонентный; *е* — четырехкомпонентный; *ж* — пятикомпонентный; 1 — основание обода; 2— соединительный элемент; 3— разъемное бортовое кольцо; 4 — съемное бортовое кольцо; 5 — пружинное замочное кольцо; 6— посадочное кольцо; 7—уплотнитель под бескамерную шину



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рис. 9. Крепление колеса легкового автомобиля: 1 — ступица; 2 — гайка; 3 — диск колеса; 4 — тормозной барабан; 5 — болт

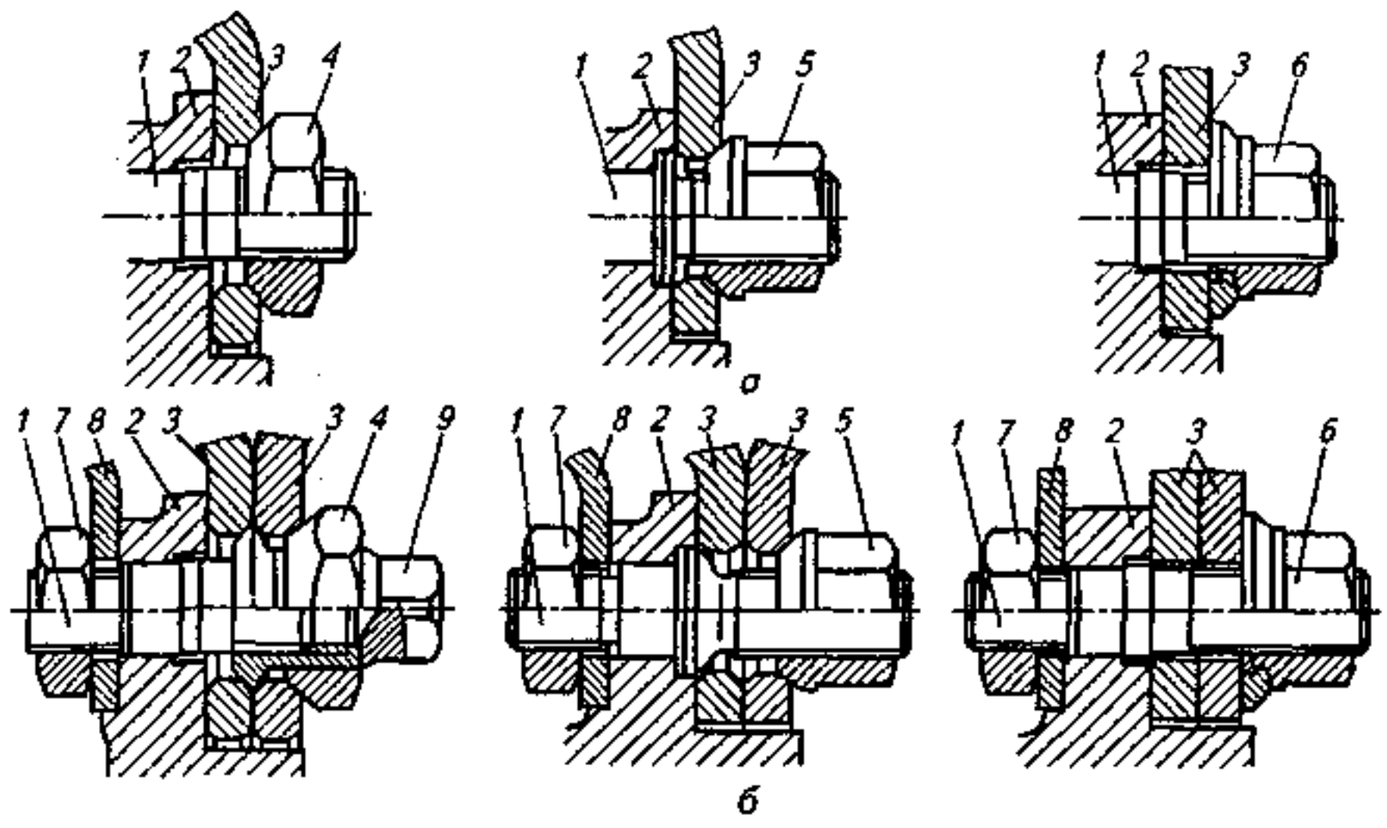


Рис. 10. Крепление дисковых колес грузовых автомобилей: *а* — одинарных; *б*— сдвоенных; 1 — шпилька; 2 — ступица; 3 — диск; 4 — гайка крепления наружного диска; 5 — гайка типа ДИН; 6 — гайка с завальцованной шайбой; 7 — гайка крепления тормозного барабана; 8— тормозной барабан; 9 — гайка крепления внутреннего диска

Соединение колеса со ступицей должно обеспечить передачу вращающего момента и центрирование колеса на ступице. Дисковые колеса крепят к ступице болтами или шпильками. Центрирование колес осуществляется по сферическим или коническим фаскам крепежных отверстий, центральному отверстию диска, выступам на поверхности диска. Выступы диска у крепежных отверстий создают упругие деформации от усилия затяжки и обеспечивают стабильность затяжки. Крепление колеса легкового автомобиля показано на рисунке 9.

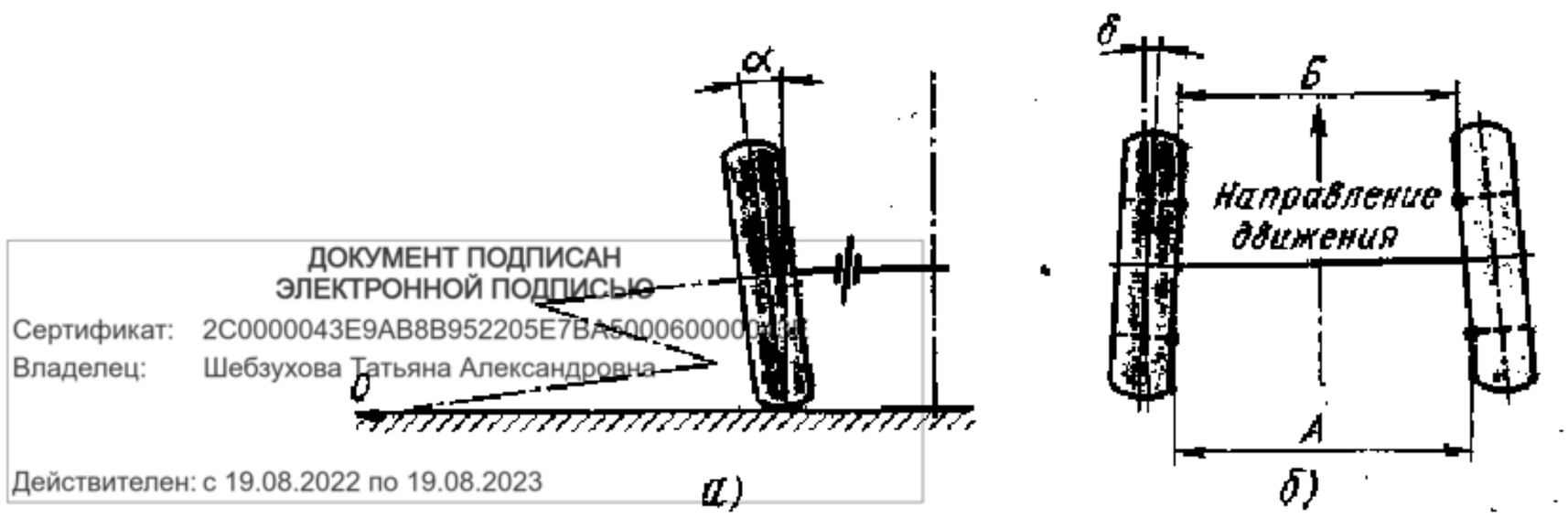
В грузовых автомобилях при установке сдвоенных колес предусмотрено раздельное крепление внутреннего и наружного дисков (рис. 10). Внутренний диск центрируют гайками, навертываемыми на колпачковые гайки.

Колесо должно иметь минимальные массу, момент инерции, биение и дисбаланс вследствие высоких скоростей движения автомобиля. Дисбаланс ухудшает комфортабельность движения, устойчивость и управляемость автомобиля, может стать причиной автоколебаний, увеличивает износ шин, шарниров подвески и рулевого привода. Чтобы устранить дисбаланс автомобильного колеса, на его обод устанавливают грузик. Колеса грузовых автомобилей балансируют статически, легковых автомобилей – динамически.

1.3. Установка управляемых колес.

Для создания наименьшего сопротивления движению, замедления изнашивания шин и снижения расхода топлива управляемые колеса должны катиться в вертикальных плоскостях, параллельных продольной оси автомобиля. С этой целью управляемые колеса устанавливают на автомобиле с развалом в вертикальной плоскости и со схождением в горизонтальной плоскости.

Угол развала управляемых колес — угол α (рис. 11, а), заключенный между плоскостью колеса и вертикальной плоскостью, параллельной продольной оси автомобиля. Угол развала считается положительным, если колесо наклонено от автомобиля наружу, и отрицательным — при наклоне колеса внутрь.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рис. 11. Углы установки управляемых колес: *а* — развал; *б* — схождение

Угол развала необходим для того, чтобы обеспечить перпендикулярное расположение колес по отношению к поверхности дороги при деформации деталей моста под действием веса передней части автомобиля. При установке колеса с развалом возникает осевая сила, прижимающая ступицу с колесом к внутреннему подшипнику, размер которого обычно больше, чем размер наружного подшипника. Вследствие этого разгружается наружный подшипник ступицы колеса. Угол развала обеспечивается конструкцией управляемого моста путем наклона поворотной цапфы и составляет 0 — 2°.

В процессе эксплуатации угол развала колес изменяется главным образом из-за износа втулок шкворней поворотных кулаков, подшипников ступицы колес и деформации балки переднего моста.

При наличии развала колесо стремится катиться в сторону от автомобиля по дуге вокруг точки *О* (рис. 11, *а*) пересечения продолжения его оси с плоскостью дороги. Так как управляемые колеса связаны жесткой балкой моста, то качение колес по расходящимся дугам сопровождалось бы боковым скольжением. Для устранения этого явления колеса устанавливают со схождением, т.е. не параллельно, а под некоторым углом к продольной оси автомобиля.

Угол схождения δ управляемых колес (рис. 11,*б*) определяется разностью расстояний *А* и *Б* между колесами, которые замеряют сзади и спереди по краям ободьев на высоте оси колес. Угол схождения колес у разных автомобилей находится в пределах 0°20′ —1°, а разность расстояний между колесами сзади и спереди 2 — 12 мм. В процессе эксплуатации углы схождения колес могут изменяться из-за износа втулок шкворней поворотных кулаков, шарнирных соединений рулевой трапеции и деформации ее рычагов. Регулируют угол схождения в эксплуатации изменением длины поперечной рулевой тяги. Установка управляемых колес с одновременным развалом и схождением обеспечивает их прямолинейное качение по дороге без бокового скольжения. При этом должно быть правильно подобрано соотношение между углами развала и схождения. Каждому углу развала соответствует определенный угол схождения, при котором сопротивление движению, расход топлива и изнашивание шин будут минимальными. Обычно оптимальный угол схождения управляемых колес составляет в среднем 15 — 20% угла их развала. Однако в процессе эксплуатации управляемые колеса часто устанавливают со схождением несколько большим, чем требуется для компенсации их развала. Это вызвано тем, что у колес вследствие наличия зазоров и упругости рулевого привода может появиться отрицательное схождение. В результате даже при положительном их развале возрастает сопротивление движению и ускоряется изнашивание шин.

Проверка и регулировка углов установки управляемых колес имеют важное значение, так как эти углы оказывают серьезное влияние на устойчивость автомобиля, расход топлива и износ шин. Необходимо периодически проверять их величину, которая может меняться во время эксплуатации вследствие износа деталей переднего моста, его деформации и неисправности подвески. Проверка должна проводиться на горизонтальной площадке с твердым покрытием, при полной нагрузке автомобиля, отрегулированных подшипниках ступиц колес, нормальном давлении воздуха в шинах и положении колес, соответствующем прямолинейному движению. Угол развала колес нужно проверять с помощью специального прибора — комбинированного уровня. Если он отсутствует, то проверку можно проводить при помощи угольника (отвеса) и линейки. Угольник устанавливают против центра колеса на ровную опорную поверхность, затем замеряют расстояния от угольника до верхней и нижней частей обода колеса. Чтобы исключить влияние неточности установки, а также погнутости обода колеса, замер следует проводить 2 раза, поворачивая колесо на 180°. По результатам двух замеров определяют средние значения развала колес.

У легковых автомобилей развал колес регулируют при помощи предназначенных для этой цели деталей подвески (эксцентриковых втулок, прокладок и т. д.). У грузовых автомобилей развал колес не регулируется, и его можно восстановить путем замены или правки соответствующих деталей.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Схождение колес проверяют раздвижной линейкой. При проверке необходимо точно измерить расстояния *А* и *Б* между ободьями колес сзади и спереди на высоте центра колес. По разности значений *А* и *Б* определяют схождение колес. Схождение управляемых колес регулируют изменением длины поперечной рулевой тяги.

2. Подвески

2.1. Назначение и состав подвесок.

Подвеска соединяет раму или кузов с агрегатами ходовой части, воспринимает динамические нагрузки со стороны дороги, обеспечивает плавность хода автомобиля.

К подвескам предъявляют следующие требования: обеспечение оптимальных частоты колебаний кузова и амплитуды затухания колебаний; противодействие крену автомобиля при повороте, разгоне и торможении; стабилизация углов установки направляющих колес, соответствие кинематики колес при повороте кинематике рулевого механизма, простота устройства и технического обслуживания, надежность.

Составные части подвески: упругие элементы, направляющие устройства, амортизаторы. В автомобиле различают подрессоренные массы: кузов (раму) и все, что к нему крепится, и неподрессоренные массы: колеса, некоторые части подвески.

Упругие элементы воспринимают и гасят динамические нагрузки со стороны дороги. Различают рессорные (листовые, витые пружинные, торсионные), пневматические (резинокордные баллоны, диафрагменные, комбинированные), гидропневматические и резиновые (работают на кручение или сжатие) упругие элементы.

Направляющее устройство воспринимает продольные и боковые силы и моменты. Схема направляющего устройства определяет зависимую и независимую подвески.

При независимой подвеске каждое колесо может совершать колебания независимо от других. Такую подвеску чаще всего применяют при разрезном мосте в легковых автомобилях и автомобилях высокой проходимости.

Зависимая подвеска передает через мост колебания одного колеса другому. Эту подвеску применяют для двух- и многоосных грузовых автомобилей и прицепов. Зависимые балансирные подвески подрессоривают два близкорасположенных моста.

Амортизаторы поглощают энергию колебаний рессор, кузова и колес. Различают гидравлические, газонаполненные и комбинированные амортизаторы. По конструктивному исполнению они бывают рычажные и телескопические.

2.2. Упругие и направляющие элементы подвесок

Упругие элементы подвесок. Наиболее распространены листовые рессоры. Они просты в изготовлении и ремонте. В них нет рычажных направляющих приспособлений в отличие от пружинных и торсионных рессор. Листовые рессоры бывают трех типов (рис. 12, *I*): полуэллиптические (*а*), кантилеверные (*б*) и четвертные (*в*). Форма набора листов соответствует эпюре изгибающих моментов, т.е. рессора представляет собой балку равного сопротивления. Крепление рессор первых двух типов асимметричное, что обеспечивает сопротивление крену и «клевкам» при торможении.

Листовая рессора состоит из коренного листа, который соединен с рамой, и притянутых к нему хомутами остальных листов. Перед сборкой листы имеют разную кривизну. Продольное смещение листов ограничивают выступы, которые входят в углубления смежного листа, или центральный стяжной болт. Для снижения трения на листы наносят слой графитовой смазки или размещают между ними неметаллические прокладки. Сечение рессор бывает прямоугольным, Т-образным или трапецеидальным. Последние обладают лучшими свойствами.

Рессору крепят к мосту стремянками с накладками, один конец коренного листа крепят к кузову шарнирно, а другой — через серьгу. Применяют также крепление рессор на резиновых подушках. Такое крепление не требует смазки и снижает скручивание рессоры при перекосе рамы.

Спиральные рессоры (пружины) применяют на легковых автомобилях при независимой подвеске колес. Цилиндрические пружины имеют линейную характеристику, а конические — прогрессивную.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Щебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Торсионы представляют собой вал или пучок валов, скручивающийся во время воздействия дороги на подвеску. Их применяют при независимой подвеске колес многоосных автомобилей, в прицепах и малолитражных автомобилях. Энергия упругой деформации торсионов в 2...3 раза больше, чем у листовых рессор.

Упругие пневматические элементы наиболее часто применяют на автомобилях с меняющейся подрессоренной массой (автобусах, контейнеровозах, трейлерах и т. п.). Характеристика пневматической подвески нелинейная, параметры которой можно менять за счет изменения давления воздуха. Высокая плавность хода может быть получена при относительно малых перемещениях масс кузова и неподрессоренной части. Меняя давление воздуха, можно регулировать положение кузова относительно дороги, а при независимой подвеске — дорожный просвет.

Баллонные и диафрагменные упругие элементы (рис. 12, *II*) изготовляют из двухслойных резинокордных оболочек. Для корда используют капрон или нейлон, для наружного слоя баллона — маслобензостойкую резину, для внутреннего слоя — каучук. Для баллонов (рис. 12, *II, а*) характерна высокая герметичность. Однако для работы с ними на низкочастотных колебаниях применяют дополнительные резервуары. Применяя диафрагменные и рукавные элементы (рис. 12, *II, б, в, г*), можно получить низкую собственную частоту подвески. Для работы этих элементов требуется меньший объем воздуха. Однако вследствие трения их оболочки о поршень они быстрее изнашиваются.

Гидропневматические элементы телескопического типа передают давление газовой подушке через жидкость. Эти устройства компактнее пневматических, так как работают при давлении до 20 МПа.

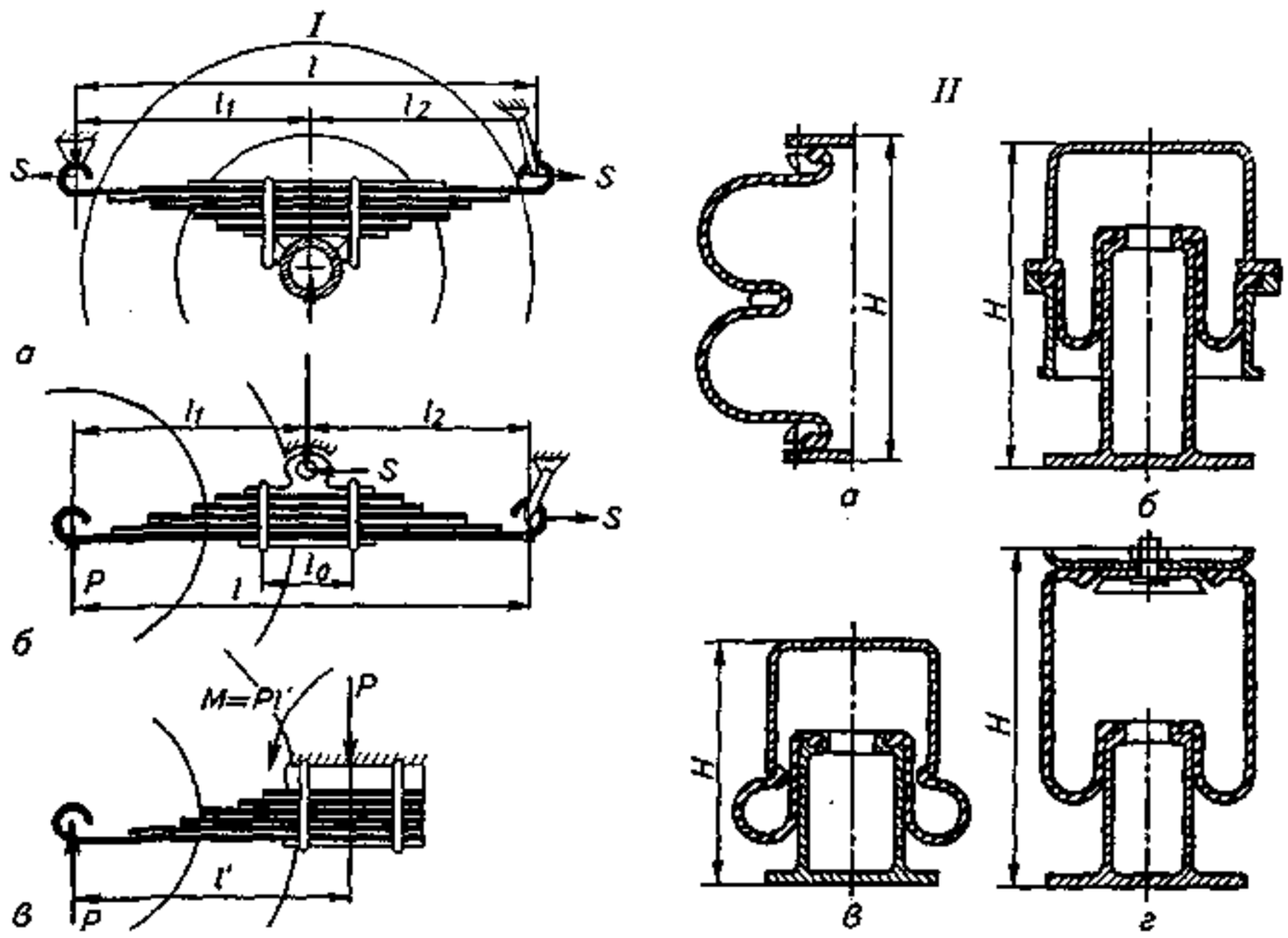
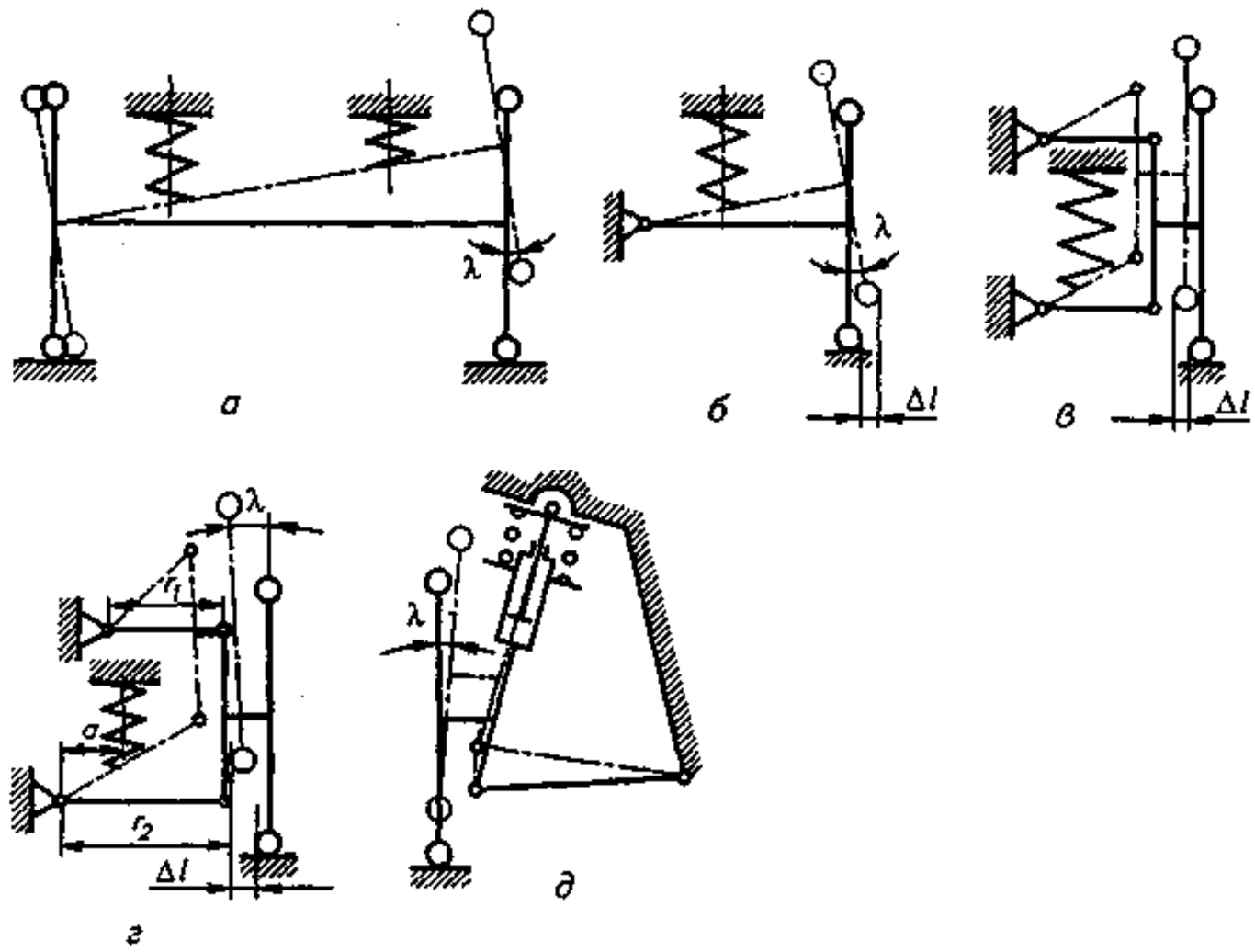


Рис. 12. Схемы упругих элементов подвесок: *I*—листовые рессоры: *а* —полуэллиптическая; *б* — кантилеверная; в —четвертная; *II* - пневмоэлементы: *а* — двухсекционный; *б, в* — диафрагменные; *г* —рукавный

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Направляющие устройства определяются схемой подвески. При зависимой подвеске (рис. 13, *а*) оба колеса жестко соединены с балкой моста. При изменении положения одного из колес по высоте меняется угол λA. В этом случае при вращении колеса возникает гироскопический эффект, стремящийся вернуть ось в предыдущее положение, что приводит к износу шин и осей.

Рис. 13. Схемы подвесок: *а* — зависимая; *б* — независимая однорычажная; *в*, *г* — независимые двухрычажные с рычагами одинаковой и разной длины; *д* — независимая рычажно-телескопическая



При независимой подвеске (рис. 13, *б...д*) каждое колесо подрессорено отдельно. При однорычажной подвеске (рис. 13, б) в системе также действует гироскопический эффект. При двухрычажной подвеске параллелограммной (рис. 13, *в*) и трапециевидной с рычагами разной длины (рис. 13, *г*) углового перемещения колеса нет, но возникает боковое смещение Δl, которое приводит к боковому износу колес.

На легковых автомобилях широко применяют рычажно-телескопическую подвеску «качающаяся свеча» (рис. 13, *д*). Она обеспечивает незначительное изменение колеи и развала колес, имеет малую массу, большое расстояние между опорами правого и левого колес, большой ход по высоте.

Балансирные подвески (рис. 14) применяют на многоосных автомобилях. Подвески с коротким балансиром (рис. 14, *а*) используют на полуприцепах и автомобилях с колесной формулой 6х2. В подвеске, изображенной на рисунке 14, *б*, под листовой рессорой установлен большой балансир, а над ним — реактивные тяги (в автомобилях МАЗ). В схеме на рисунке 14, *в* сама рессора является балансиром, а сверху и снизу установлены реактивные штанги, ограничивающие продольные перемещения мостов (в автомобилях ЗИЛ, КАЗ, КрАЗ, УралАЗ).

Стабилизаторы. При повороте автомобиля под действием центробежной силы кузов накреняется, положение центра масс изменяется, что может привести к опрокидыванию. Для компенсации этого явления подвеска должна иметь угловую жесткость в поперечном направлении, что достигается установкой стабилизаторов. Часто стабилизатор представляет собой торсион, который при наклоне кузова закручивается. На легковых автомобилях стабилизатор устанавливают на переднем мосту и редко — на заднем. Иногда функцию стабилизатора на задней подвеске выполняет U-образная задняя балка (в автомобилях ВАЗ).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

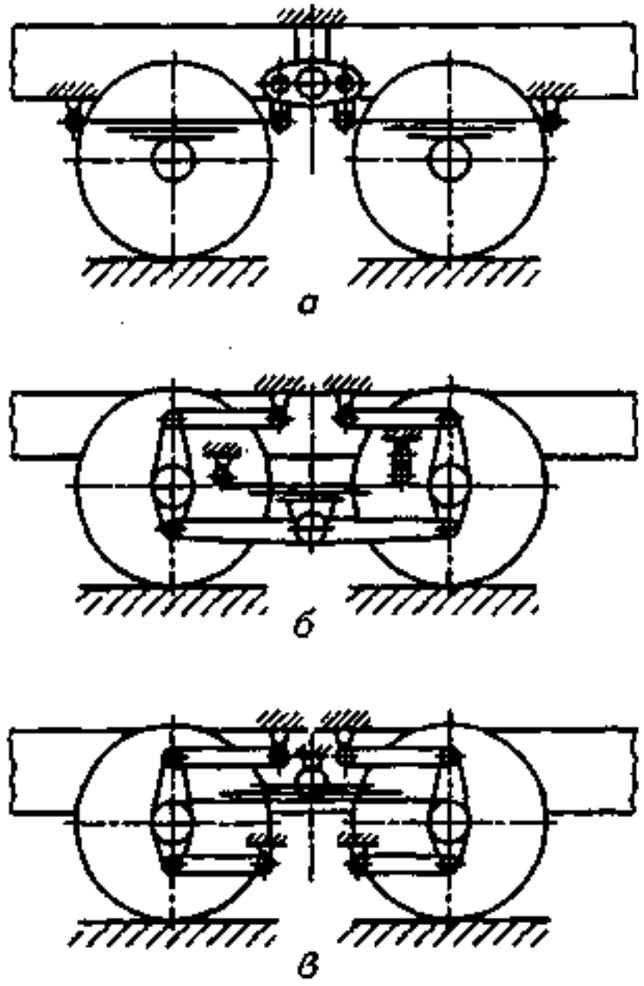


Рис. 14. Схемы четырехрессорная жесткой балансирными балансирвых подвесок: *а* — с балансиром; *б*—двухрессорная с балансирной балкой; *в* — с рессорами и реактивными штангами

2.3. Амортизаторы

Амортизаторы гасят колебания подрессоренной и неподрессоренной масс автомобиля за счет дросселирования жидкости через калиброванные отверстия в специальных шайбах. Образующаяся теплота трения жидкости рассеивается через корпус амортизатора. В независимых подвесках амортизатор часто используют как направляющий элемент.

Требования к амортизаторам: обеспечение плавности хода автомобиля, его устойчивости и управляемости; уменьшение крена кузова при резком торможении и разгоне; предотвращение отрыва колес от дороги при толчках. Различают амортизаторы одностороннего действия, которые гасят колебания при ходе отбоя рессоры, и двустороннего действия, которые гасят колебания и при сжатии, и при ходе отбоя рессоры. Сопротивление протеканию жидкости при ходе сжатия в 2...5 раз меньше, чем при ходе отбоя, т.е. основную энергию колебания при ходе сжатия воспринимает рессора, а при ходе отбоя — амортизатор.

По конструкции амортизаторы бывают рычажные и телескопические, а по применяемому в них материалу сжатия — жидкостные, газонаполненные и комбинированные. В основном применяют телескопические амортизаторы, так как у них небольшие давление (2,5...5 МПа по сравнению рычажными, у которых 10...20 МПа) и масса, значительный ресурс, а допустимый установочный угол наклона менее 45°.

Телескопический двухтрубный амортизатор состоит из рабочего цилиндра 1 (рис. 15) и резервуара. Полость В между ними заполняется амортизаторной жидкостью, вытесняемой из полости рабочего цилиндра. В верхней части амортизатора установлено уплотнение штока (сальник) из маслобензостойкой резины, поджатой конической пружиной. Сальник имеет ряд кольцевых гребешков, которые служат гидравлическим уплотнением.

При сжатии рессоры поршень 4 (рис. 15, *а*) движется вниз, выжимая жидкость из полости *А* в полость *Б* через перепускной клапан 3. При малой скорости поршня жидкость проходит через отверстия перепускного клапана, а при большой — добавочно открывается разгрузочный клапан 8. Проходя через отверстия клапанов, жидкость дросселируется, создавая сопротивление движению поршня. Объем жидкости, соответствующий объему штока, вытесняется в корпус резервуара.

При ходе отбоя рессоры поршень перемещается вверх (рис. 15, *б*), жидкость закрывает клапан 3, открывает клапан отбоя 5, создавая значительное сопротивление перетеканию жидкости из полости *Б* в полость *А*. Освободившийся объем полости *А*, соответствующий объему штока, заполняется жидкостью из резервуара через всасывающий клапан 7.

Характеристика амортизатора нелинейная (рис. 15, *в*). Основное количество энергии поглощается при ходе отбоя — гасятся колебания рессоры. У легковых автомобилей различие сопротивлений сжатия и отбоя меньше, чем у грузовых.

Телескопический газонаполненный амортизатор имеет компенсационную полость 6, составляющую примерно 1/3 общего объема. Она заполнена газом и отделена от жидкостной полости плавающим поршнем 8 (рис. 16) с кольцевым уплотнением 9. Давление газа составляет 0,6...0,8 МПа. Амортизатор работает аналогично жидкостному. Колебания гасятся газовой подушкой за счет перетекания жидкости через калиброванные каналы 15 переменного сечения в поршне 11. При сжатии рессоры (рис. 16, б) открывается пластинчатый клапан 13 с шайбой 14. При отбое клапан 13 отжимается от шайбы 14 и через вырезы шайбы 12 жидкость перетекает. За счет дросселирования создается сопротивление. При больших скоростях движения поршня (резких

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Щебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

колебаниях) гашение происходит в основном за счет газовой подушки. Разница объемов при перемещении поршня и колебаниях температуры воспринимается газом. Эти амортизаторы имеют один цилиндр, лучше охлаждаются, жидкость в них меньше вспенивается при высоких скоростях движения поршня. Амортизатор можно установить в любом положении. Чтобы обеспечить требуемую плавность движения автомобиля в различных дорожных условиях, необходимо регулировать подвеску. Для этого меняют ее характеристики и параметры, чем достигаются регулирование положения кузова относительно дороги и стабилизация собственной частоты колебаний подвески для каждого вида вынужденных колебаний. Регулировать можно лишь пневматические и гидропневматические подвески, изменяя давление жидкости или газа в упругом элементе. В этом случае гидро- и пневмосистема подвески должна быть регулируемая. В ее составе должен быть насос или компрессор. Для управления работой такой подвески различных мостов или колес применяют электронику.

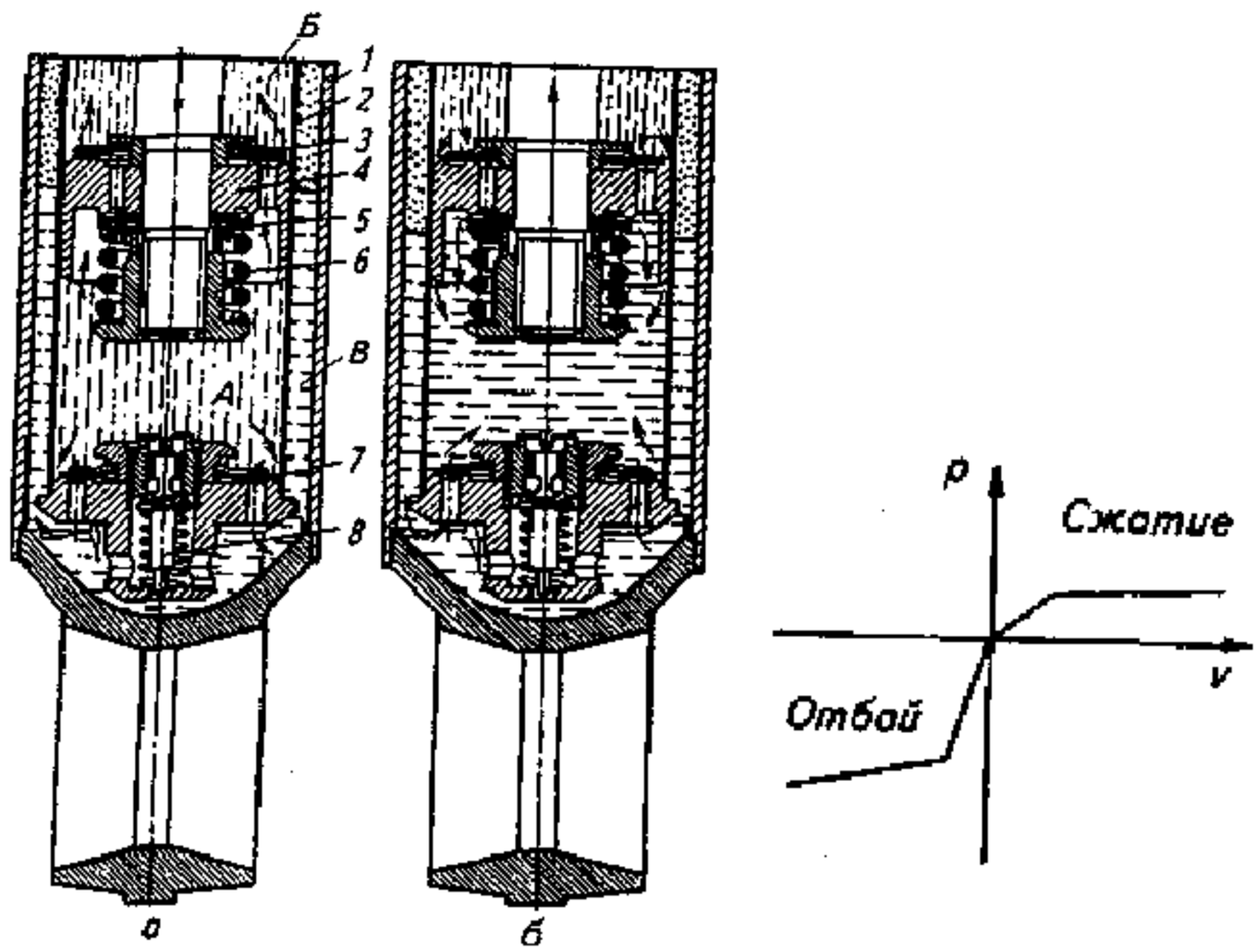


Рис. 15. Схема работы амортизатора: *а* – сжатие рессоры; *б* – отбой рессоры; *в* – характеристики амортизатора; *А, Б, В* – полости; 1 – рабочий цилиндр; 2 – корпус резервуара; 3 – перепускной клапан; 4 – поршень; 5 – клапан отбоя; 6 – пружина; 7 – всасывающий клапан; 8 – разгрузочный клапан

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

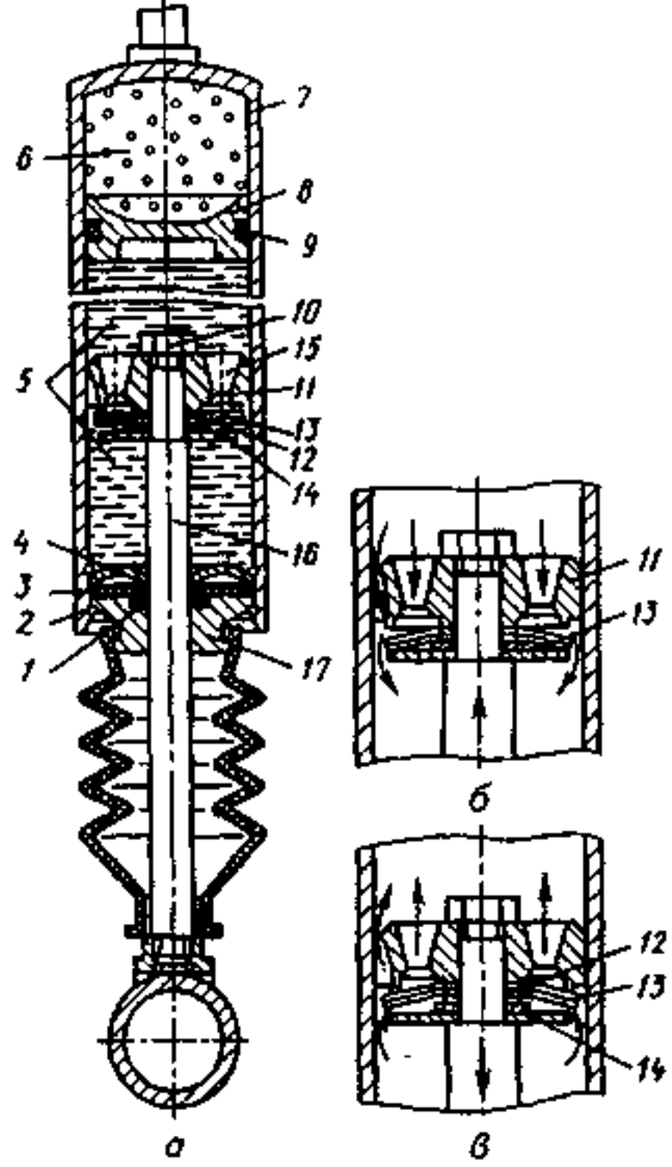


Рис. 16.
Газонаполненный амортизатор: *а* —общий вид; *б*— сжатие; *в* —отбой рессоры; 1 —уплотнение штока; 2—запорное кольцо; 3— резиновая шайба; 4—упорное кольцо; 5, 6— полости; 7—корпус; 8—плавающий поршень; 9— уплотнение; 10— болт; 11 — поршень; 12 — дроссельная шайба; 13 — клапан; 14 — опорная шайба; 15— пружина; 16 — шток; 17— направляющая штока

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Учебные макеты автомобилей с разрезами;
2. Плакаты и схемы трансмиссий автомобилей;
3. Образцы отдельных колес, шин, элементов подвесок.

ЗАДАНИЯ

В начале занятия студента необходимо тщательно изучить информационный материал, приведенный в приложении к данным методическим указаниям, затем по учебным макетам и плакатам изучить материал темы, после чего кратко изложить изученный материал в следующей последовательности:

1. *Описать назначение и дать классификацию колес и шин.*
2. *Описать конструкции элементов колес,*
3. *Описать назначение узлов развала и схождения управляемых колес.*
4. *Описать назначение и дать классификацию подвесок.*
5. *Дать классификацию и описать работу упругих и направляющих элементов подвесок.*
6. *Дать классификацию и описать работу амортизаторов.*

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Учебные макеты автомобилей с разрезами элементов подвески;
2. Плакаты и схемы подвесок автомобилей;
3. Образцы отдельных колес, шин, элементов подвесок.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Изучить меры безопасности в «Лаборатории конструкции и устройства автомобилей».

ЗАДАНИЯ

В начале занятия студента необходимо тщательно изучить информационный материал, приведенный в приложении к данным методическим указаниям, затем по учебным макетам и плакатам изучить материал темы, после чего кратко изложить изученный материал в следующей последовательности:

1. *Описать назначение и дать классификацию колес и шин.*
2. *Описать конструкции элементов колес,*
3. *Описать назначение узлов развала и схождения управляемых колес.*
4. *Описать назначение и дать классификацию подвесок.*
5. *Дать классификацию и описать работу упругих и направляющих элементов подвесок.*
6. *Дать классификацию и описать работу амортизаторов.*

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Письменная часть (отчет) состоит из следующих пунктов:

1. Тема лабораторной работы
2. Раздел
3. Цель работы
4. Содержание отчета:
   - *Описать назначение и дать классификацию колес и шин.*
   - *Описать конструкции элементов колес,*
   - *Описать назначение узлов развала и схождения управляемых колес.*
   - *Описать назначение и дать классификацию подвесок.*
   - *Дать классификацию и описать работу упругих и направляющих элементов подвесок.*
   - *Дать классификацию и описать работу амортизаторов.*
5. Контрольные вопросы
6. Практическая работа
7. Вспомогательный материал

Требования к содержанию отчета

Отчет должен содержать подробное описание отдельных механизмов и систем автомобиля. Приводится необходимый иллюстрационный материал в виде рисунков, графиков и таблиц, дополняющий и разъясняющий текстовую часть отчета.

Описанию конструкции того или иного элемента автомобиля предшествует изложение его назначения и связи с остальными узлами.

Здесь же могут быть указаны аналоги, применяемые на других автомобилях их отличительные особенности, недостатки и преимущества.

Особое внимание уделяется разделу посвященному разборке и сборке отдельных узлов. Могут быть представлены основы обслуживания и ремонта разбираемых узлов, причины их неисправностей.

Иллюстрационный материал желательно выполнять «от руки», т. к. это позволяет студенту лучше разобраться в конструктивных особенностях изучаемых узлов.

В заключении по каждой работе должны быть сделаны выводы о надежности и работоспособности основных элементов изучаемых в данной работе. Следует подчеркнуть их недостатки и достоинства, здесь же могут быть сделаны выводы и предложения об особенностях разборки и сборки отдельных узлов.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000042E9AB8B052205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. *Назначение и классификация колес и шин.*
2. *Конструкции элементов колес,*
3. *Назначение углов развала и схождения управляемых колес.*
4. *Назначение и классификация подвесок.*
5. *Классификация и работа упругих и направляющих элементов подвесок.*
6. *Классификация и работа амортизаторов.*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Занятие 5.

Тема. Общее устройство рулевого управления электромобилей и гибридных автомобилей.

Цель занятия – изучить назначение и конструкции рулевого управления.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1. Рулевое управление.

Общие сведения

Рулевое управление предназначено для обеспечения движения автомобиля по заданному водителем направлению. Оно в значительной степени обеспечивает безопасность движения. В связи с этим к рулевому управлению предъявляют высокие требования: обеспечение минимального радиуса поворота с целью получения хорошей маневренности автомобиля; легкость управления, оцениваемая усилием на рулевом колесе; силовое и кинематическое следящее действие, т. е. пропорциональность между усилием на рулевом колесе и моментом сопротивления повороту управляемых колес и заданное соответствие между углом поворота рулевого колеса и углом поворота управляемых колес; предотвращение передачи ударов на рулевое колесо при наезде управляемых колес на препятствие; качение управляемых колес с минимальным боковым уводом и скольжением при повороте автомобиля; стабилизация повернутых управляемых колес, обеспечивающая их возвращение в положение, соответствующее прямолинейному движению, при отпущенном рулевом колесе; отсутствие автоколебаний управляемых колес при работе автомобиля в любых условиях и на любых режимах движения; высокая надежность всех узлов и деталей.

На большинстве автомобилей управление осуществляется поворотом управляемых колес. Управление при помощи торможения колес одного борта или их вращением в сторону, противоположную движению, применяется только на некоторых многоосных автомобилях.

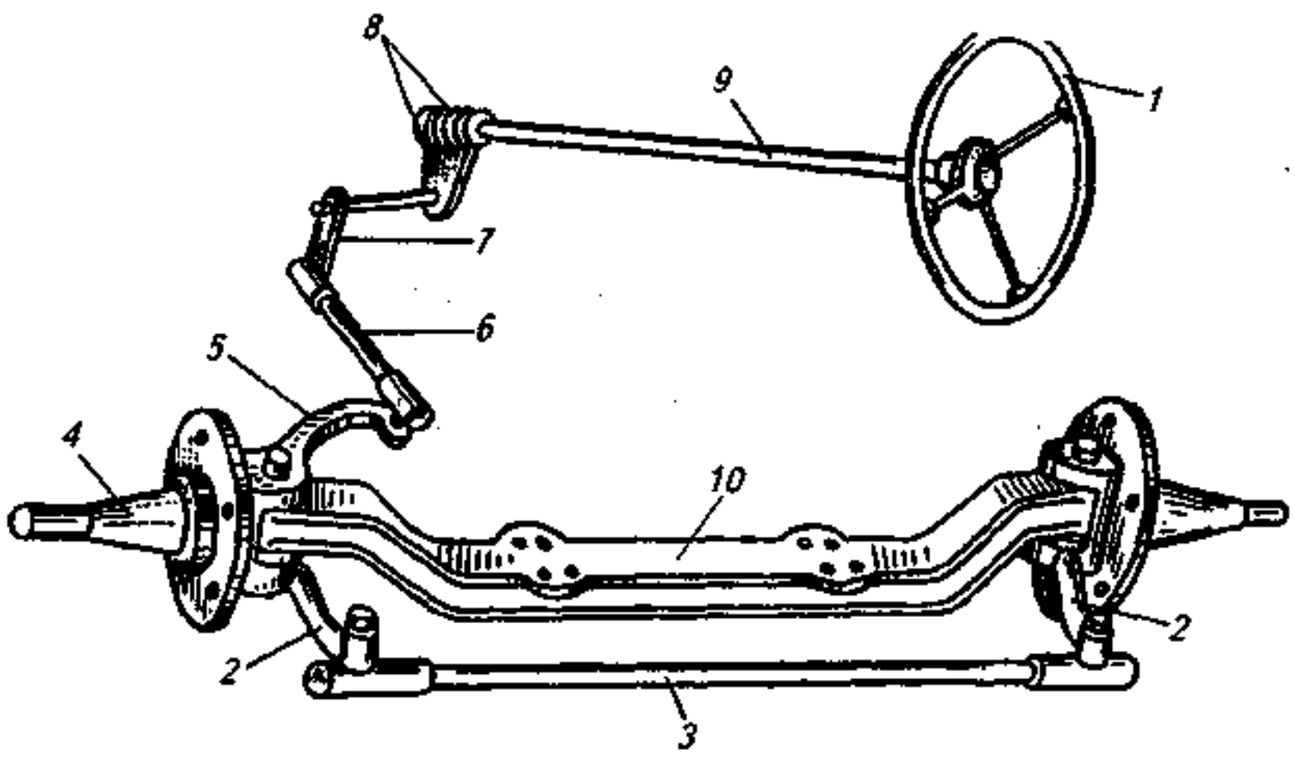


Рис. 1. Схема рулевого управления при зависимой подвеске: 1 —рулевое колесо; 2— поворотные рычаги; 3 — поперечная тяга; 4— поворотная цапфа; 5— рычаг; 6— продольная тяга; 7—сошка; 8— редуктор рулевого механизма; 9— рулевой вал; 10 — балка моста

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.06.2022 по 19.06.2023

В зависимости от принятого в стране направления движения различают левое и правое рулевое управление. Левое управление принято в странах с правосторонним движением (Россия, США и др.), а правое управление — в странах с левосторонним движением (Великобритания, Япония и др.).

В двух- и трехосных автомобилях, как правило, делают управляемыми передние колеса.

Для повышения маневренности и проходимости иногда делают управляемыми и колеса задней оси. В четырехосных автомобилях управляемыми могут быть колеса передних двух осей или передней и задней осей.

Рулевое управление состоит из рулевого механизма и рулевого привода (рис. 1). Рулевой механизм служит для передачи усилия от водителя к рулевому приводу и для увеличения вращающего момента, приложенного к рулевому колесу. Составные части механизма: рулевое колесо 1, вал 9 и редуктор 8. Рулевой привод предназначен для передачи усилия от рулевого механизма к управляемым колесам и обеспечения необходимого соотношения между углами их поворота. Рулевой привод состоит из системы рычагов и тяг с шарнирами: сошки 7, продольной тяги 6, рычага 5, поворотной цапфы 4, поперечной тяги 3 и поворотных рычагов 2. Рычаги 2 и поперечная тяга 3 вместе с балкой моста образуют рулевую трапецию.

2. Рулевые механизмы

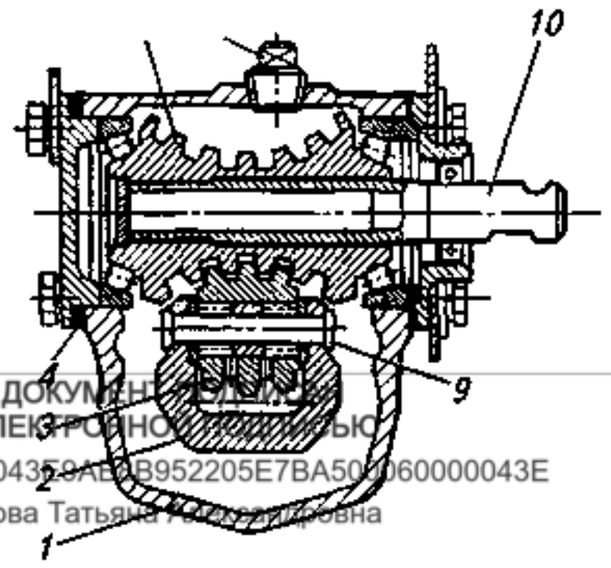
К рулевым механизмам предъявляют следующие требования: высокий КПД, обратимость рулевой пары, чтобы не было препятствий стабилизации управляемых колес; обеспечение минимального зазора в среднем положении вала сошки, соответствующем прямолинейному движению автомобиля; заданный характер изменения передаточного числа; минимальное число регулировок.

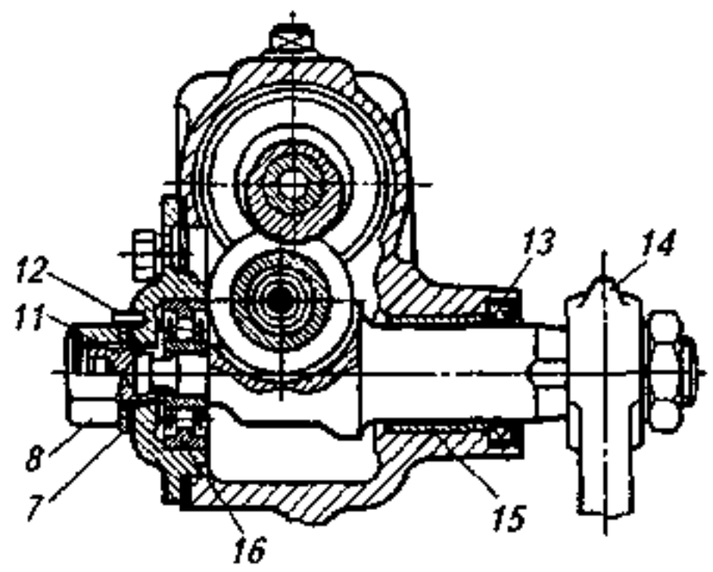
От рулевого механизма зависит легкость управления. Различают прямой КПД рулевого механизма (при передаче усилия от рулевого колеса к сошке) и обратный (при передаче усилия от сошки к рулевому колесу). Чем больше прямой КПД, тем меньше потери в рулевом механизме при повороте управляемых колес и, следовательно, легче управлять автомобилем. Обратный КПД характеризует обратимость рулевого механизма. Чем меньше обратный КПД, тем больше снижается момент на рулевом колесе, возникающий под действием случайных боковых сил, действующих на управляемые колеса.

Как прямой, так и обратный КПД зависят от конструкции рулевого механизма. Значения прямого КПД 0,6...0,95, обратного — 0,55...0,85.

Существует несколько типов рулевого механизма: червяк — ролик, червяк — сектор, винт — шариковая гайка и шестерня — рейка.

На рисунке 2 показан рулевой механизм типа червяк — ролик, установленный на автомобиле ГАЗ-53-12. В картере 1 рулевого механизма на двух конических роликовых подшипниках вращается глобоидальный червяк 5, установленный на конце вала 10 рулевого колеса. В зацепление с червяком входит трехгребневый ролик 3, вращающийся на двух игольчатых подшипниках. Между подшипниками установлена распорная втулка. Ось 9 ролика закреплена в головке вала 2 рулевой сошки. Опорами вала рулевой сошки служат с одной стороны роликовый подшипник, а с другой — бронзовая втулка 15. Рулевая сошка 14 соединена со своим валом мелкими коническими шлицами и закреплена гайкой. Конец вала рулевой сошки уплотнен сальником 13. Для регулировки затяжки подшипников рулевого вала под нижней крышкой картера установлены прокладки.





ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C00000435A8AB0B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рис. 2. Рулевой механизм типа червяк — ролик: 1 — картер механизма; 2— вал сошки; 3 — трехгребневый ролик; 4— прокладка; 5— червяк; 6 —пробка; 7—стопорная шайба; 8— колпачковая гайка; 9 —ось ролика; 10— вал руля; 11 — регулировочный винт; 12— стопорный штифт; 13 — сальник; 14— рулевая сошка; 15— бронзовая втулка; 16— роликовый подшипник.

Зацепление рабочей пары рулевого механизма выполнено таким образом, что при прямолинейном движении автомобиля свободный ход рулевого колеса отсутствует. По мере поворота руля в ту или иную сторону зазоры между червяком и роликом и свободный ход рулевого колеса увеличиваются. Зацепление червяка с роликом регулируют смещением вала рулевой сошки в осевом направлении с помощью регулировочного винта 11. Винт установлен в боковой крышке картера рулевого механизма, закрыт колпачковой гайкой 8 и фиксируется стопорной шайбой 7, закрепленной штифтом 12.

Рулевой механизм типа червяк — ролик обеспечивает наименьшие потери на трение. Благодаря этому требуется меньшее усилие водителя на управление и снижается износ деталей.

На автомобилях большей грузоподъемности применяют рулевой механизм типа червяк — сектор с большей поверхностью зацепления или механизм с двумя рабочими парами типа винт — гайка и рейка — сектор.

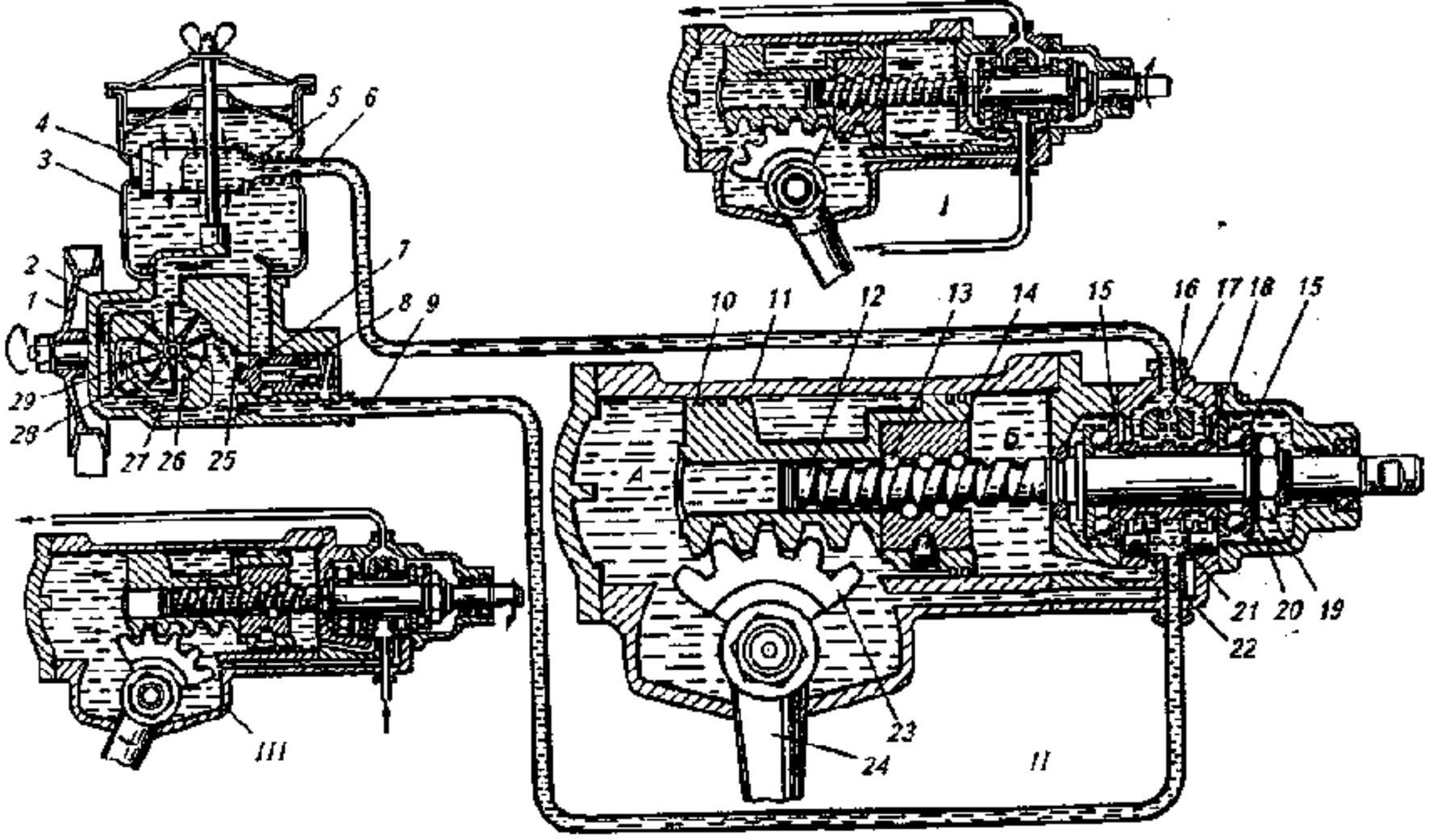
На рисунке 3 изображен рулевой механизм типа винт — гайка и рейка —сектор автомобиля ЗИЛ-431410. Вал рулевого механизма установлен в шариковых подшипниках 15 и имеет на конце винт 12. На винте закреплена шариковая гайка 14, входящая в поршень — рейку 10. При повороте рулевого вала поршень — рейка перемещается вдоль его оси. Осевое перемещение поршня-рейки, имеющей на наружной поверхности зубья, вызывает поворот зубчатого сектора 23, установленного на валу сошки. Сошка 24 через рулевой привод осуществляет поворот передних колес.

В гайке 14 и винте 12 выполнены полукруглые винтовые канавки, в которых свободно перекатываются шарики 13. Чтобы шарики не выпадали из винтовых канавок, в пазы гайки вставлены штампованные направляющие, представляющие собой замкнутый желоб. Поворот винта вызывает перекатывание шариков по желобу. При этом они выходят с одной стороны гайки и возвращаются в нее с противоположной стороны. Наличие шариков значительно облегчает поворот рулевого механизма.

Реечные рулевые механизмы все чаще применяют на легковых автомобилях. Их преимущества: простота и компактность конструкции, наименьшая стоимость по сравнению с другими рулевыми механизмами и высокий КПД (0,9...0,95).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рис. 3.



Рулевой механизм типа винт-гайка и рейка-сектор: I – поворот направо; II – нейтральное положение; III – поворот налево; 1 – шкив привода насоса; 2 – насос гидроусилителя; 3 – бачок насоса; 4 – фильтр; 5-предохранительной клапан фильтра; 6 – линия слива; 7 – перепускной клапан; 8 – предохранительный клапан; 9 – трубопровод высокого давления; 10 – поршень-рейка; 11 – картер рулевого механизма; 12 – винт; 13 – шарик; 14 – шариковая гайка; 15 – упорные шарикоподшипники; 16 – корпус клапана управления; 17 – обратный клапан; 18 – золотник; 19 – регулировочная гайка; 20 – пружинная шайба; 21 – пружина реактивного плунжера; 22 – реактивный плунжер; 23 – зубчатый сектор; 24 – сошка; 25 – статор насоса; 26 – ротор насоса; 27 – полость всасывания; 28 – полость нагнетания; 29 – лопасти.

На рисунке 4 показан реечный рулевой механизм автомобиля ВАЗ-2108. В приливах картера 18 рулевого механизма на роликовом 29 и шариковом 31 подшипниках установлена приводная шестерня 30, которая находится в зацеплении с рейкой 17. Рейка поджимается к шестерне пружиной 40 через упор 39, пружина упирается в гайку 41 со стопорным кольцом 38. Другим концом рейка опирается на втулку 16 с двумя уплотнительными кольцами 15.

На картере 18 рулевого механизма и чехле 36 имеются метки А и Б для правильной сборки рулевого механизма. На картер рулевого механизма с левой стороны надевается защитный колпачок 28, с правой стороны напрессовывается труба, имеющая продольный паз.

Через паз трубы и отверстия защитного чехла 11 проходят болты 7 крепления тяг 6 и 8 рулевого привода к рейке. Болты проходят через резинометаллические шарниры 14, запрессованные в головку наконечников тяг, и соединительную пластину 12. Фиксируются болты стопорной пластиной 13. Ход рейки в одну сторону ограничивается кольцом, напрессованным на рейку, а в другую сторону—втулкой резинометаллического шарнира тяги. При этом кольцо и втулка упираются в картер рулевого механизма.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рис. 4. Реечный рулевой механизм: 1 — наконечник тяги; 2 — шаровой шарнир; 3— поворотный рычаг; 4— гайка; 5—трубчатая тяга; 6, 8— тяги; 7— болты; 9— скоба; 10 — резиновая опора; 11 — защитный чехол; 12— соединительная пластина; 13 — стопорная пластина; 14— резинометаллический шарнир; 15— уплотнительное кольцо; 16— втулка; 17—рейка; 18— картер рулевого механизма; 19—стяжной болт; 20— эластичная муфта; 21 — кожух; 22—демпфирующий элемент; 23 — рулевое колесо; 24— подшипник; 25— вал; 26— кожух; 27— кронштейн; 28— защитный колпачок; 29, 31 — подшипники; 30— шестерня; 32—стопорное кольцо; 33— защитная шайба; 34—уплотнительное кольцо; 35— гайка; 36— чехол; 37— резиновое кольцо; 38— стопорное кольцо; 39— упор; 40— пружина; 41— гайка.

Рулевой вал соединен с приводной шестерней 30 эластичной муфтой 20.

3. Усилители руля

Усилители предназначены для снижения усилия на рулевом колесе и повышения безопасности движения автомобиля, так как помогают удерживать управляемые колеса в заданном положении при действии со стороны дороги неуравновешенных сил.

Конструкция усилителя должна удовлетворять ряду требований: обладать следящим действием, высокой чувствительностью и достаточным запасом динамической устойчивости, который выражается в отсутствии автоколебаний управляемых колес; обеспечивать возможность управления автомобилем в случае выхода усилителя из строя; не допускать включение усилителя от случайных воздействий со стороны дороги при прямолинейном движении.

Кинематическое слежение заключается в повороте управляемых колес в соответствии с поворотом рулевого колеса и его направлением. Силовое слежение обеспечивает пропорциональность усилия на рулевом колесе усилию, необходимому для поворота управляемых колес. Чувствительность усилителя оценивают по углу поворота рулевого колеса, соответствующему повышению давления в системе до максимального.

Различают гидравлические и пневматические усилители. Они состоят из источника энергии (блока питания), распределителя, исполнительного механизма и соединительных трубопроводов. Блок питания гидроусилителя представляет собой гидронасос с баком и аккумулятором, а пневмоусилителя — компрессор с ресиверами. С помощью распределителя осуществляется подвод энергии к исполнительному механизму — гидроцилиндру. В нем давление жидкости или сжатого воздуха преобразуется в усилие на штоке, передающееся на управляемые колеса.

Насосы гидроусилителей рулевого управления должны обеспечивать: необходимую подачу, определяемую расчетной скоростью поворота рулевого колеса; требуемое давление; достаточные долговечность и безотказность.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Наиболее распространены пластинчатые (лопастные) насосы. Они развивают давление 6,5...8,5 МПа при частоте вращения n_{max}= 4800 мин$^{-1}$. На грузовых автомобилях большой грузоподъемности устанавливают шестеренные насосы НШ-10Е и НШ-46Д, развивающие максимальное давление 8...10 МПа при n_{max} = 2300 мин$^{-1}$.

Пластинчатый насос гидроусилителя рулевого управления, устанавливаемый на автомобилях ЗИЛ, изображен на рисунке 5. Статор 7 насоса имеет по две полости нагнетания и слива, которые разделены лопастями, вращающимися в пазах ротора 6. В крышке насоса размещен клапан расхода 1, ограничивающий подачу насоса с повышением частоты вращения коленчатого вала двигателя. Жиклер 5 обеспечивает перепад давления до и после него вследствие дросселирования. Перепад давления пропорционален квадрату расхода жидкости через жиклер и не зависит от давления в нагнетательной магистрали. Пружина 3 уравновешивает создаваемое усилие на клапане 1. С увеличением частоты вращения ротора перепад давления также увеличивается и клапан сдвигается вправо, сжимая пружину 3 и перепуская часть жидкости во всасывающую магистраль. Внутри клапана расхода расположен предохранительный клапан 4, отрегулированный на давление 6,5 МПа.

Шестеренный насос гидроусилителя (рис. 6) состоит из корпуса 4, крышек 1 и 7, шестерен 3 и 5 и клапанной группы, обеспечивающей постоянный расход рабочей жидкости и ограничивающей максимальное давление в системе гидроусилителя.

При вращении шестерен жидкость переносится из полости всасывания в полость нагнетания насоса. Основная деталь перепускного клапана — золотник 22, перемещающийся в направлении оси гильзы 14, установленной в отверстии задней крышки 1.

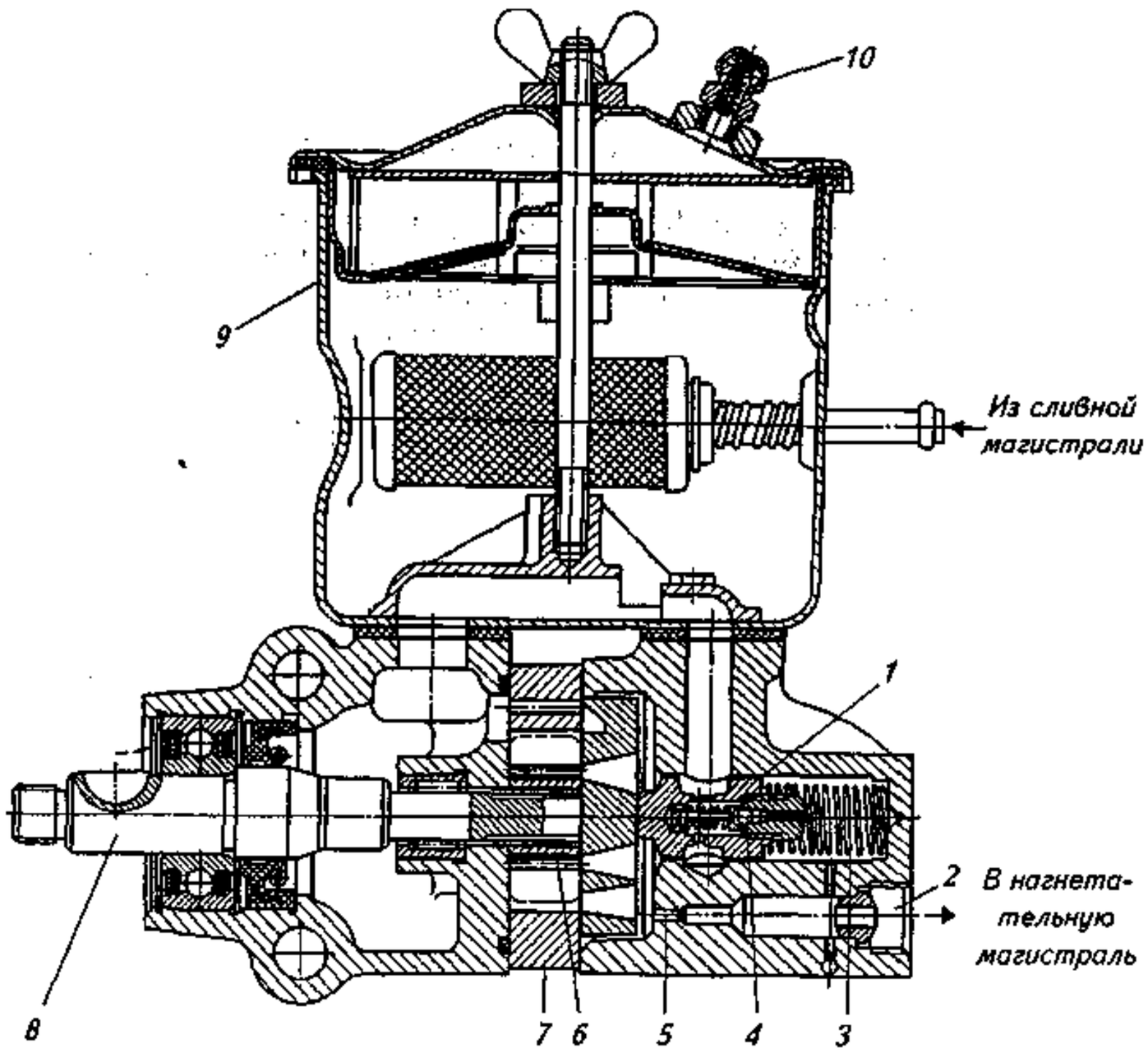


Рис. 5 Пластинчатый насос гидроусилителя рулевого управления: 1 — клапан расхода; 2— корпус; 3— уравновешивающая пружина; 4— предохранительный клапан; 5— жиклер; 6— ротор; 7—статор; 8— приводной вал; 9— бачок; 10— сапун.

Положение золотника определяется разностью усилий, действующих на противоположные торцы золотника. Одно из этих усилий создается пружиной 16, а другое —-давлением рабочей жидкости, находящейся в полости А клапана. Эта полость соединена с полостью нагнетания насоса отверстием Б, и, следовательно, давление в полости А меняется с изменением частоты вращения коленчатого вала двигателя. При увеличении частоты вращения коленчатого вала давление в полости А увеличивается и золотник 22, преодолевая усилие пружины 16, смещается в сторону пружины. При этом кромка золотника переходит за кромку гильзы и образуется щель, соединяющая через отверстие Г в крышке полость А клапана с полостью всасывания насоса. В результате полости нагнетания и всасывания насоса сообщаются между собой через отверстие Б в крышке насоса, полость А клапана, щель золотника и отверстие Г. Это позволяет сохранить

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

неизменным расход жидкости в системе гидроусилителя, несмотря на увеличение частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Клапан ограничения давления срабатывает при давлении в напорной магистрали насоса больше 8,5...9 МПа. С напорной магистралью насоса соединена полость В клапана, которая, в свою очередь, сообщается с полостью А через калиброванное отверстие Б и с полостью гильзы 14 через дренажные отверстия Е. Увеличение давления в напорной магистрали вызывает повышение давления в полости В и, следовательно, в полости гильзы 14 Давление жидкости в полости гильзы создает усилие на торец золотника 22, которое действует в направлении закрытия перепускного клапана. Однако это же усилие открывает клапан ограничения давления, переместив шарик 19 и соответственно сжав пружину 21. Открывшийся клапан вызывает снижение давления в полости гильзы, что приводит к открытию перепускного клапана и падению давления в напорной магистрали насоса до требуемого значения. После этого клапан ограничения давления закрывается.

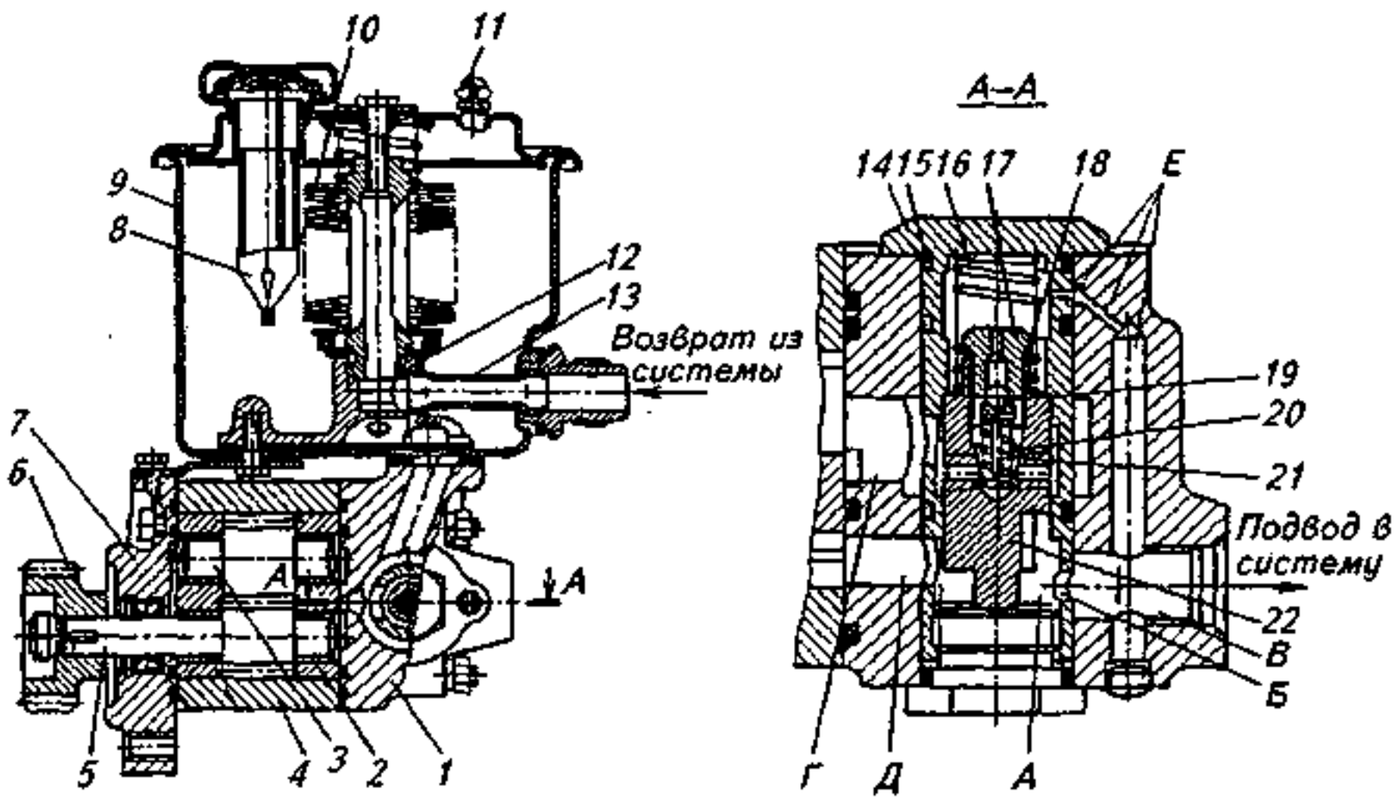
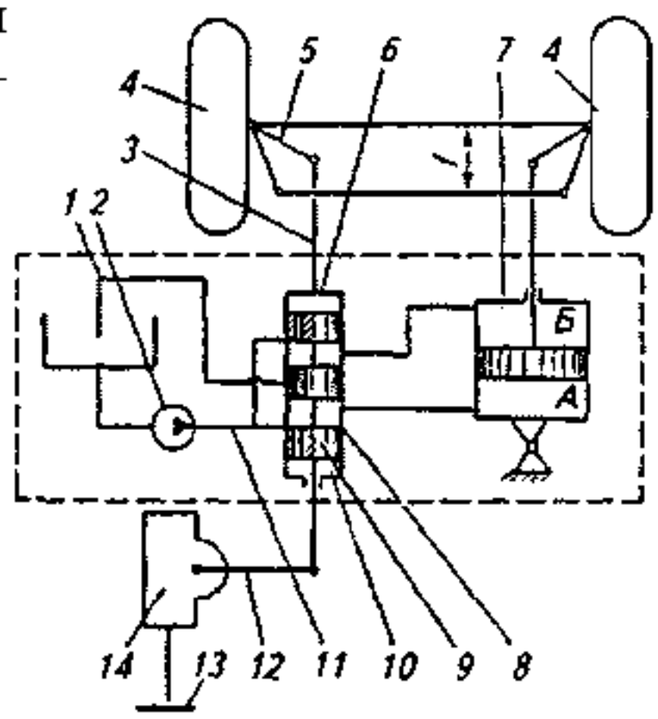


Рис. 6. Шестеренный насос гидроусилителя рулевого управления: А —полость перепускного клапана; Б— калиброванное отверстие; В— полость клапана; Г, Д— соединительные отверстия; Е—дренажные отверстия; 1, 7— соответственно задняя и передняя крышки; 2— подшипник скольжения; 3 — шестерня; 4— корпус; 5—вал-шестерня; 6—колесо привода; 8, 10— фильтры; 9—бачок; 11— предохранительный клапан; 12— коллектор насоса; 13 — трубка бачка; 14— гильза; 15 — уплотнительное кольцо; 16— пружина; 17— седло для клапана ограничения давления; 18 — регулировочная шайба; 19— шарик клапана ограничения давления; 20, 21 — пружины клапана ограничения давления; 22— золотник.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.06.2022 по 19.06.2023

Рис. 7. Схема рулевого управления с усилителем: 1 — сливная магистраль; 2—насос; 3 — тяга; 4—управляемые колеса; 5 —рычаг; 6, 10 — реактивные камеры; 7—гидроцилиндр; 8— распределитель; 9—золотник; 11 — нагнетательная магистраль; 12— сошка; 13— рулевое колесо; 14— рулевой механизм.

На рисунке 7 показана схема рулевого управления с усилителем. При повороте рулевого колеса 13, например вправо, сошка 12 рулевого механизма 14 повернется по ходу часовой стрелки и сместит золотник 9 распределителя 8 назад по отношению к принятому направлению движения автомобиля. В результате жидкость от насоса 2 подается через распределитель в полость А и гидроцилиндр 7 начинает поворачивать управляемые колеса 4 вправо.

При этом полость Б цилиндра соединена со сливной магистралью 7.

После прекращения поворота рулевого колеса управляемые колеса под давлением рабочей жидкости на поршень цилиндра продолжают поворачиваться направо. Под действием рычага 5 или тяги 3 корпус распределителя смещается назад и перекрывает доступ жидкости в полость А цилиндра усилителя. Поворот управляемых колес прекращается. Таким образом, управляемые колеса поворачиваются в соответствии с поворотом рулевого колеса. Кинематическое следящее действие усилителю придает обратная связь (рычаг 5 и тяга 3), которой управляемые колеса соединяются с корпусом распределителя.

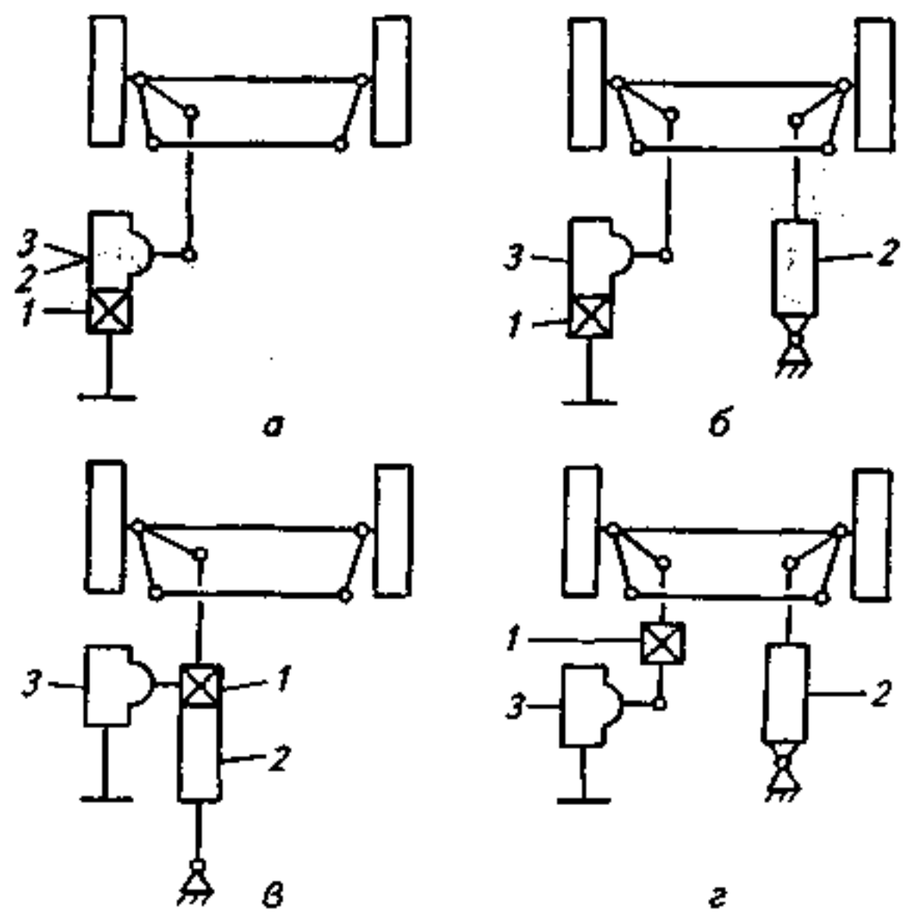


Рис. 8. Схемы компоновки усилителей: 1 — распределитель; 2— гидроцилиндр; 3— рулевой механизм.

Силовое следящее действие достигается введением реактивных элементов: камер или плунжеров. В схеме, показанной на рисунке 7, силовое слежение достигается с помощью реактивных камер 6 и 10, в которые через калиброванные отверстия поступает жидкость из нагнетательной магистрали. Она воздействует на правый или левый торец золотника 9 в зависимости от направления поворота автомобиля. В результате усилие, необходимое для смещения золотника, оказывается зависящим от давления в нагнетательной магистрали 11, которое, в свою очередь, определяется моментом сопротивления повороту управляемых колес. С его увеличением повышается давление в гидроцилиндре и реактивной камере распределителя, препятствующее смещению золотника и способствующее его установке в нейтральное положение.

В зависимости от относительного расположения элементов различают четыре схемы компоновки усилителей (рис. 8).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

При первой схеме распределитель, гидроцилиндр и рулевой механизм выполнены в одном блоке (рис. 8, а). Преимущества этой схемы: компактность, минимальное число шлангов и трубопроводов, малая склонность к автоколебаниям из-за высокой жесткости гидравлических магистралей.

К недостаткам такой конструкции относится нагружение всего рулевого привода дополнительным усилием, приложенным со стороны цилиндра к валу сошки. Это требует

увеличения размеров и массы привода. Кроме того, в данной конструкции затруднена унификация элементов рулевого управления.

Вторая схема (рис. 8) предусматривает размещение распределителя в одном блоке с рулевым механизмом и отдельное расположение гидроцилиндра. Преимущества схемы: малая нагруженности привода, легкость компоновки усилителя в рулевом приводе, малая склонность к автоколебаниям. Расположенный у колес гидроцилиндр воспринимает удары со стороны дороги, предохраняя рулевой механизм от перегрузок. Длина шлангов при этом несколько увеличивается.

При третьей схеме (рис. 8) распределитель и гидроцилиндр объединены, а рулевой механизм установлен отдельно. В этом случае гидроцилиндр нужно располагать в строгом соответствии с расположением рулевого механизма, так как шаровой палец сошки должен управлять работой распределителя.

Четвертая схема (рис. 8), предусматривающая автономное расположение рулевого механизма, распределителя и гидроцилиндра, является наиболее гибкой с точки зрения компоновки и унификации элементов. К недостаткам ее относятся повышенная склонность к автоколебаниям и увеличение числа и длины шлангов и трубопроводов.

Гидроусилитель автомобиля ЗИЛ-431410, встроенный непосредственно в рулевой механизм, показан на рисунке 3. Давление жидкости в системе гидроусилителя создается лопастным насосом 2, приводимым от двигателя. Насос состоит из неподвижной части — статора 25 и подвижной части — ротора 26. Действие усилителя показано на схемах I, II, III. При прямолинейном движении автомобиля, когда золотник 18 рулевого управления находится в нейтральном положении, обе полости картера 11 рулевого механизма справа и слева от поршня — рейки 10 (схема II) соединены с насосом и бачком 3. Циркулирующая через эти полости жидкость не влияет на положение поршня — рейки.

При повороте рулевого колеса в правую сторону (схема I) в этом же направлении перемещается и золотник 18. При перемещении он отключает правую полость картера 11 от линии слива 6. Поступающая от насоса жидкость давит на поршень — рейку, который, перемещаясь, поворачивает зубчатый сектор 23 на валу сошки и способствует повороту колес автомобиля направо. В то же время проходное сечение, соединяющее левую полость картера рулевого механизма с линией слива, увеличивается и жидкость из нее свободно перетекает в бачок 3 насоса.

При повороте рулевого колеса в левую сторону (схема III) давление в левой полости картера 11 повышается, а в его правой полости снижается. Гидроусилитель создает дополнительное усилие для поворота колес в левую сторону.

Водитель ощущает действие гидроусилителя руля в том случае, когда сопротивление колес автомобиля повороту руля создает на гайке 14, соединенной с поршнем — рейкой, реактивное усилие, превышающее силу предварительного сжатия пружины 21 и усилие от давления масла на реактивный плунжер 22, стремящихся удержать винт рулевого механизма в среднем положении. Благодаря этому водитель всегда ощущает «чувство дороги».

Для обеспечения управления автомобилем при неработающем усилителе в корпусе распределителя предусмотрен клапан, перепускающий жидкость из одной полости цилиндра в другую.

При наличии усилителя сила, прикладываемая водителем к рулевому колесу при повороте управляемых колес автомобиля, неподвижно стоящего на сухой асфальтобетонной поверхности, у легковых автомобилей не должна превышать 30...40 Н, у грузовых автомобилей — 80…100 Н.

4. Рулевой привод

В рулевой привод входят все детали, передающие усилие от рулевого механизма к управляемым колесам.

В зависимости от расположения относительно оси вращения колес различают передние и задние рулевые трапеции. Обычно рулевую трапецию располагают сзади управляемых колес. По конструкции рулевые трапеции могут быть неразрезные и разрезные.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Автомобили с зависимой подвеской имеют неразрезную поперечную тягу 3 (см. рис. 1). При независимой подвеске эту тягу выполняют разрезной (рис. 9), состоящей из двух или трех звеньев. Это обеспечивает возможность независимого перемещения управляемых колес. Для регулировки схождения колес тяги имеют резьбовые наконечники.

Правильная кинематика поворота управляемых колес обеспечивается соответствующим выбором параметров рулевой трапеции, а отсутствие зазоров в приводе — применением шарниров с автоматическим устранением зазоров.

Шарниры рулевого привода по способу устранения зазора могут быть саморегулируемые, с периодической регулировкой и нерегулируемые.

Саморегулируемые шарниры (рис. 10, а...ж) не требуют регулировки в процессе эксплуатации. Зазор в шарнирах автоматически выбирается перемещением сухарей 3 или пальцев 2 по конусным направляющим поверхностям наконечника под действием поджимной пружины 1. Такие шарниры устанавливают обычно на поперечных рулевых тягах.

В шарнирах с периодической регулировкой (рис. 10, а…и) зазор, появляющийся вследствие изнашивания трущихся поверхностей, устраняют наворачиванием пробки 4. Такая конструкция не совсем удобна в эксплуатации, так как требует разборки шарнира при регулировке. Шарниры с периодической регулировкой применяют в продольных рулевых тягах.

Нерегулируемые шарниры используют на автомобилях, в которых колеса поворачиваются вокруг вертикальной оси. Они проще по конструкции и дешевле в изготовлении, но менее долговечны.

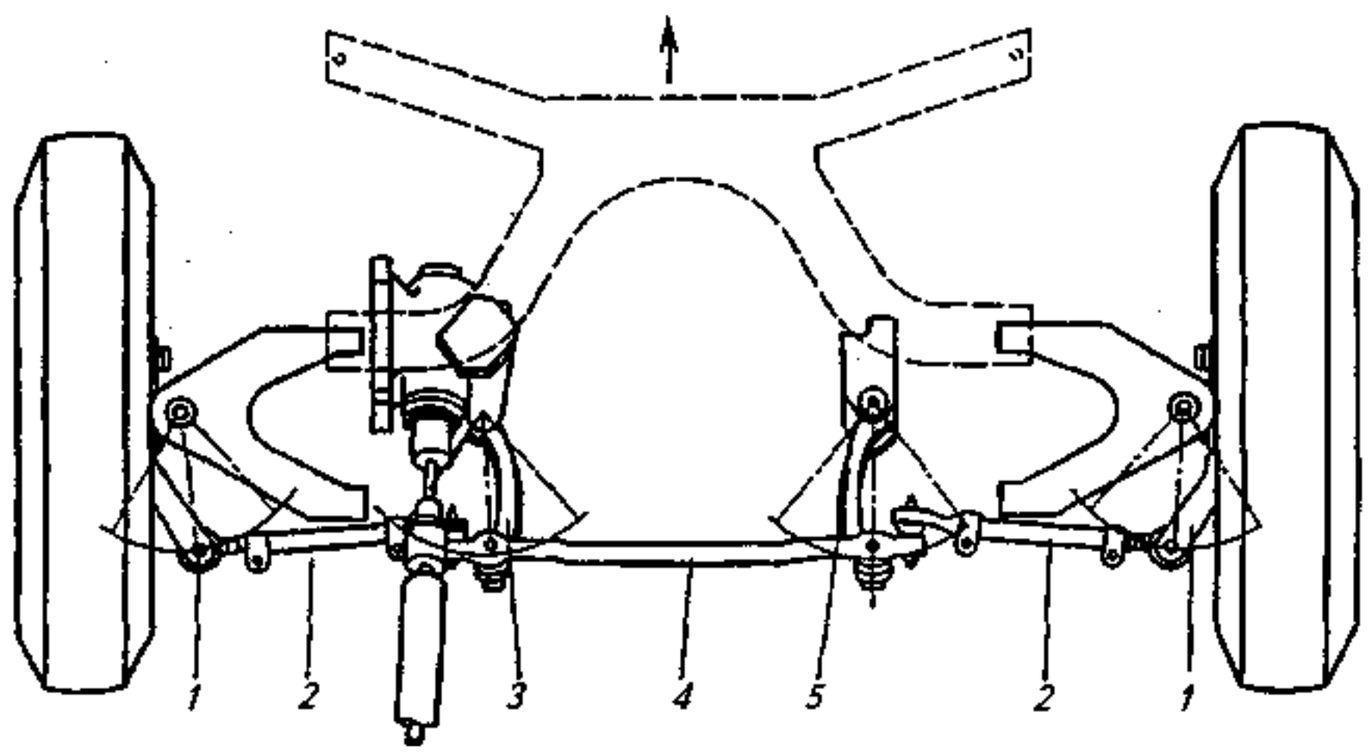


Рис. 9. Рулевое управление автомобиля с независимой подвеской: 1 — поворотные рычаги; 2— боковые тяги; 3 — сошка; 4— средняя поперечная тяга; 5— маятниковый рычаг

Детали рулевого привода изготовляют из сталей 20, 30 и 35, пальцы шарниров —из сталей 12ХН3А, 18ХГТ и 15ХН, наконечники тяг, рычаги и сошку — из сталей 35, 40, 45, 3ОХ, 35Х, 40Х, 38ХГМ, 40ХНМА.

Диаметр рулевого колеса нормирован: для легковых и грузовых автомобилей малой грузоподъемности 380...425 мм, для грузовых автомобилей и автобусов большой вместимости 440...550 мм.

Максимальный угол поворота рулевого колеса зависит от типа автомобиля и находится в пределах 540...1080° (1,5...3 оборота).

Рулевой механизм может быть причиной серьезной травмы водителя при лобовом столкновении автомобиля с препятствием. Поэтому применяют трйвмобезопасные рулевые механизмы, поглощающие энергию удара. Например, на автомобиле ВАЗ-21213 рулевой вал состоит из трех частей, соединенных карданными шарнирами. При ударе рулевой вал складывается, причем перемещение верхней его части внутрь салона незначительно.

5. Возможные неисправности рулевого управления

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

В рулевом механизме и рулевом приводе могут возникать следующие неисправности: повышенный свободный ход рулевого колеса, заклинивание подшипников рулевого механизма, погнутость рулевых тяг, подсекание смазки из картера рулевого механизма, нарушение регулировок.

Для гидроусилителя руля характерны следующие неисправности: ослабление натяжения ремня привода лопастного насоса, попадание воздуха в систему, зависание золотника клапана управления или перепускного клапана.

Заклинивание подшипников рулевого вала вызывает тугое вращение рулевого колеса обычно в результате недостаточного смазывания. Чтобы устранить эту неисправность, в картер рулевого механизма добавляют смазку.

Погнутые рулевые тяги могут нарушить точность поворачивания колес. Для устранения этого дефекта тяги снимают с автомобиля и выправляют, а при обнаружении трещин заменяют новыми.

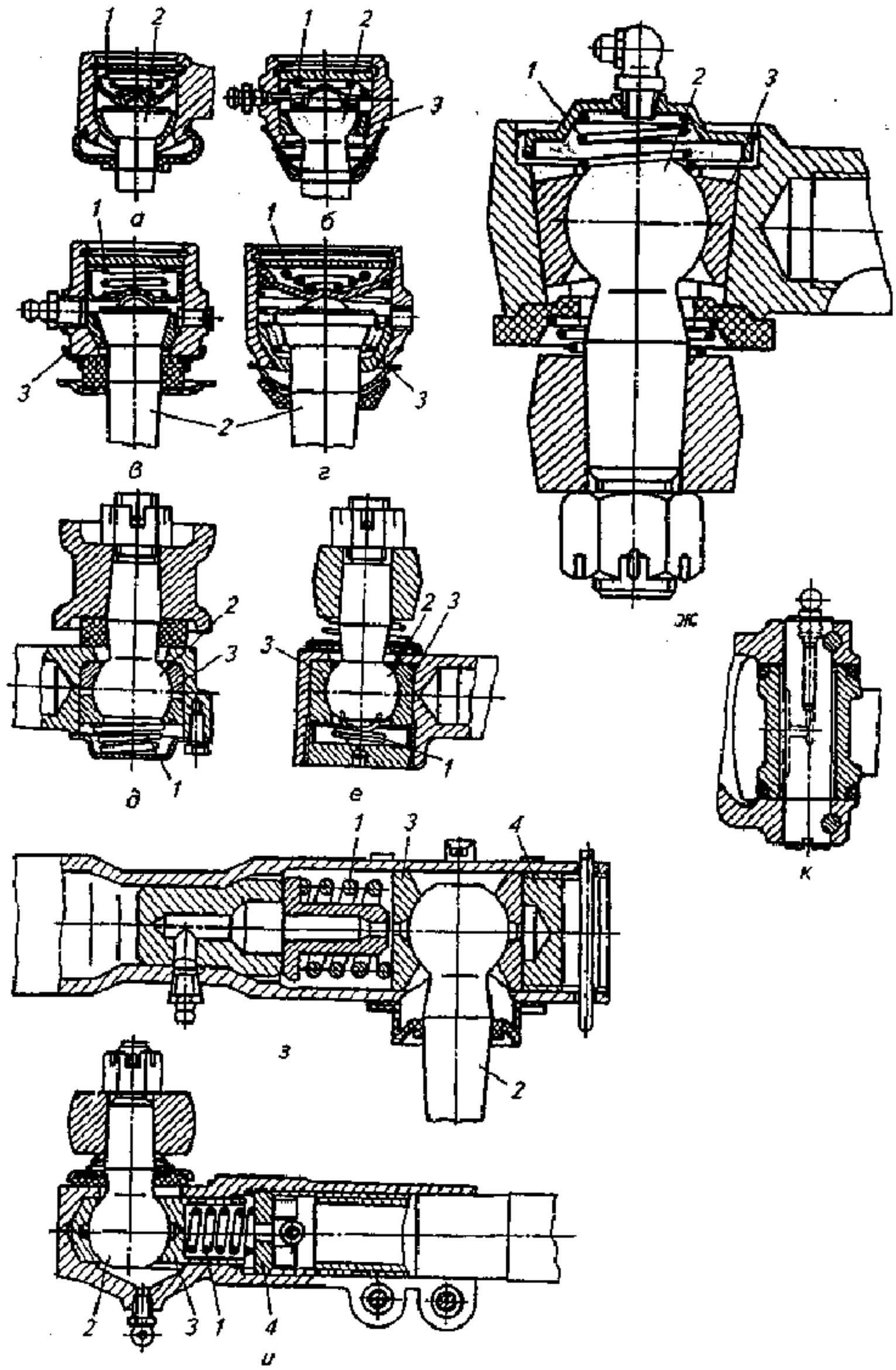


Рис. 10. Шарниры рулевого управления: а...ж— саморегулируемые шарниры; з, и — шарниры с периодической регулировкой; к—нерегулируемые шарниры; 1— поджимная пружина; 2—палец; 3— сухарь; 4 — пробка.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Учебные макеты автомобилей с разрезами;
2. Плакаты и схемы рулевого управления;
3. Образцы отдельных элементов рулевого управления.

УКАЗАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Изучить меры безопасности в «Лаборатории конструкции и устройства автомобилей».

ЗАДАНИЯ

В начале занятия студента необходимо тщательно изучить информационный материал, приведенный в приложении к данным методическим указаниям, затем по учебным макетам и плакатам изучить материал темы, после чего кратко изложить изученный материал в следующей последовательности:

1. *Описать назначение рулевого управления и предъявляемые у нему требования.*
2. *Вычертить схему и описать конструкцию рулевого управления при зависимой подвеске.*
3. *Описать назначение и дать классификацию рулевых механизмов.*
4. *Описать работу рулевых механизмов.*
5. *Описать назначение и дать классификацию усилителя руля.*
6. *Описать работу насосов гидроусилителей.*
7. *Вычертить схемы и описать работу рулевого управления с усилителями.*
8. *Описать конструкцию и работу рулевого привода.*

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Письменная часть (отчет) состоит из следующих пунктов:
1. Тема лабораторной работы
2. Раздел
3. Цель работы
4. Содержание отчета:
   - *Описать назначение рулевого управления и предъявляемые у нему требования.*
   - *Вычертить схему и описать конструкцию рулевого управления при зависимой подвеске.*
   - *Описать назначение и дать классификацию рулевых механизмов.*
   - *Описать работу рулевых механизмов.*
   - *Описать назначение и дать классификацию усилителя руля.*
   - *Описать работу насосов гидроусилителей.*
   - *Вычертить схемы и описать работу рулевого управления с усилителями.*
   - *Описать конструкцию и работу рулевого привода.*
5. Контрольные вопросы
6. Практическая работа
7. Вспомогательный материал

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
Сертификат: 2C0000043E0AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Требования к содержанию отчета

Отчет должен содержать подробное описание отдельных механизмов и систем автомобиля. Приводится необходимый иллюстрационный материал в виде рисунков, графиков и таблиц, дополняющий и разъясняющий текстовую часть отчета.

Описанию конструкции того или иного элемента автомобиля предшествует изложение его назначения и связи с остальными узлами.

Здесь же могут быть указаны аналоги, применяемые на других автомобилях их отличительные особенности, недостатки и преимущества.

Особое внимание уделяется разделу посвященному разборке и сборке отдельных узлов. Могут быть представлены основы обслуживания и ремонта разбираемых узлов, причины их неисправностей.

Иллюстрационный материал желательно выполнять «от руки», т. к. это позволяет студенту лучше разобраться в конструктивных особенностях изучаемых узлов.

В заключении по каждой работе должны быть сделаны выводы о надежности и работоспособности основных элементов изучаемых в данной работе. Следует подчеркнуть их недостатки и достоинства, здесь же могут быть сделаны выводы и предложения об особенностях разборки и сборки отдельных узлов.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назвать назначение рулевого управления и предъявляемые к нему требования.
2. Описать конструкцию рулевого управления при зависимой подвеске.
3. Описать назначение и дать классификацию рулевых механизмов.
4. Описать работу рулевых механизмов.
5. Описать назначение и дать классификацию усилителя руля.
6. Описать работу насосов гидроусилителей.
7. Описать работу рулевого управления с усилителями.
8. Описать конструкцию и работу рулевого привода.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Занятие 6.

Тема. Общее устройство и принцип работы тормозных систем электромобилей и гибридных автомобилей.

Цель занятия – изучить назначение и конструкции тормозных механизмов и систем различных конструкций.

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Тормозные системы

1. Классификация тормозных систем

Тормозная система предназначена для снижения скорости движения автомобиля вплоть до полной остановки и обеспечения его неподвижности во время стоянки. В процессе торможения кинетическая энергия автомобиля переходит в работу трения между фрикционными накладками и тормозным барабаном или диском, а также между шинами и дорогой.

Современные автомобили и автопоезда должны иметь рабочую, запасную и стояночную тормозные системы. Грузовые автомобили и автопоезда полной массой свыше 12 т, а автобусы массой свыше 5 т, предназначенные для эксплуатации в горных районах, дополнительно должны иметь вспомогательную тормозную систему.

К тормозным системам предъявляют следующие требования: обеспечение эффективного торможения; сохранение устойчивости автомобиля при торможении; стабильные тормозные свойства; высокая эксплуатационная надежность; удобство и легкость управления, определяемые усилием, прикладываемым к педали или рычагу, и их ходом.

Рабочая тормозная система предназначена для управления скоростью автотранспортного средства (АТС) и его остановки с необходимой интенсивностью. У современных автомобилей она является основной системой и воздействует на ее рабочие органы — колесные тормоза.

Запасная тормозная система предназначена для уменьшения скорости и остановки АТС при отказе рабочей тормозной системы.

Стояночная тормозная система служит для удержания АТС в неподвижном состоянии. Она воздействует на колесные рабочей тормозной системы или специальный дополнительный тормоз, связанный с трансмиссией автомобиля.

Вспомогательная тормозная система предназначена для уменьшения энергозагруженности тормозных механизмов рабочей тормозной системы, например при движении на длинных спусках. Она состоит из моторного или трансмиссионного тормоза-замедлителя.

Тормозная система состоит из тормозных механизмов и тормозного привода.

2. Тормозные механизмы

К тормозным механизмам предъявляют следующие требования: эффективность действия; стабильность эффективности торможения при изменении скорости, числа торможений, температуры трущихся поверхностей; высокий механический КПД; плавность действия; автоматическое восстановление номинального зазора между трущимися поверхностями; высокая долговечность.

По форме вращающихся элементов различают барабанные и дисковые тормозные механизмы.

Барабанный тормозной механизм (рис. 1) состоит из барабана 12, колодок 3, опорного диска 1 (суппорта), опоры 2 колодок, разжимного устройства и регулятора зазоров.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Тормозные барабаны могут быть литые, штампованные и комбинированные. При литье используют чугун с примесью меди, молибдена, никеля и титана. Барабаны, штампованные из листовой стали, имеют внутренний слой из легированного чугуна.

Колодки тормозного механизма выполняют литыми из чугуна или легких сплавов, штампованными или сварными. К ним с помощью заклепок или клея крепят накладки. Колодки стяжными пружинами постоянно прижаты к разжимному устройству.

Тормозные накладки могут быть прессованные, формованные или плетеные. В качестве материала для накладок используют коротковолокнистый асбест, наполнители и связующие материалы.

В барабанных тормозных механизмах применяют разжимные устройства трех типов: кулак, гидроцилиндр и S-образный клин (рис. 2).

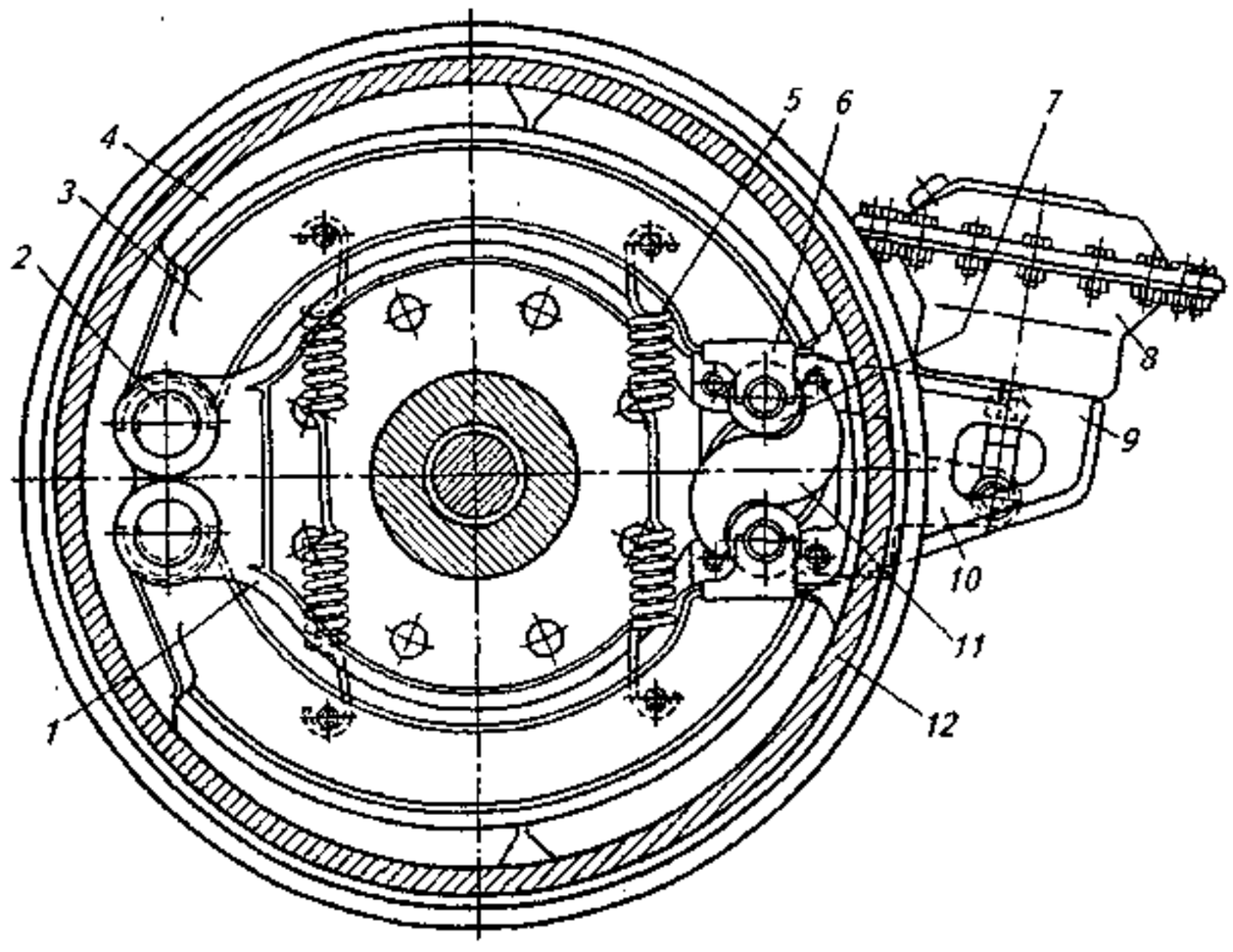


Рис. 1. Барабанный тормозной механизм: 1 — суппорт; 2 — опора колодки; 3 — колодка; 4 — фрикционная накладка; 5—оттяжная пружина; 6— опора ролика; 7- ролик; 8— тормозная камера; 9- кронштейн тормозной камеры; 10— регулировочный рычаг; 11 — разжимной кулак; 12— тормозной барабан.

Гидроцилиндры бывают одно- и двухпоршневые. Тормозные механизмы с разжимным клином по сравнению с механизмами, имеющими разжимной кулак, более эффективны и для них требуются меньшие приводные усилия, вследствие чего можно применять ресиверы меньшей емкости. Однако они более трудоемки в изготовлении.

Барабанные тормозные механизмы классифицируют по типу и числу разжимных устройств.

Барабанный тормозной механизм с разжимным кулаком показан на рисунке 1. Обе колодки 3 опираются на оси 2. Стяжные пружины 5 прижимают колодки к разжимному кулаку 11 и нижним опорам. На валу разжимного кулака в рычаге 10 установлен регулятор зазоров между накладкой 4 и барабаном 12.

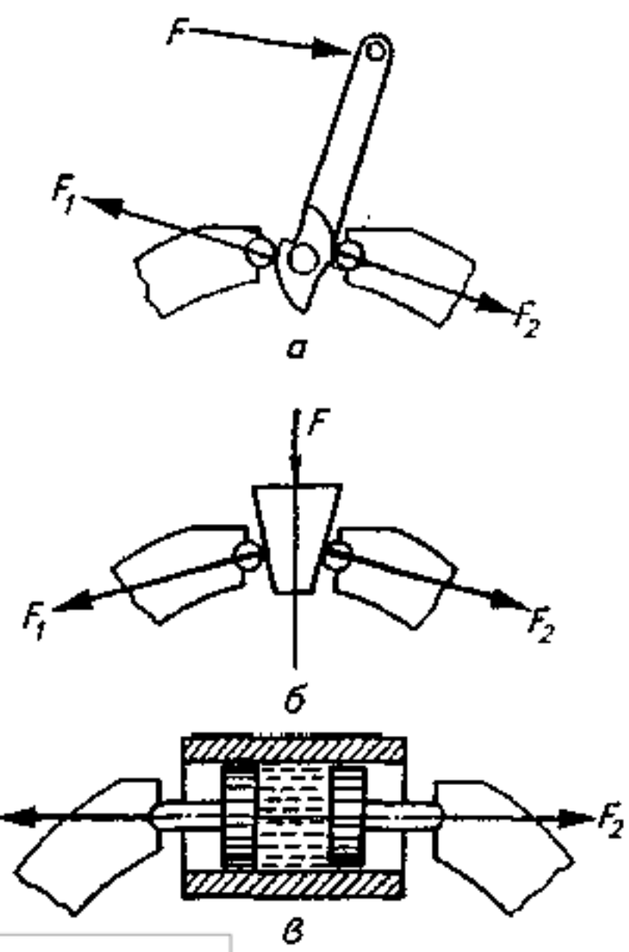


Рис. 2. Типы разжимных устройств барабанных тормозных механизмов: а — кулак; б— клин; в — гидроцилиндр; F1 и F2 — силы, действующие на тормозные колодки.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043[illegible]A5200600000[illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

При торможении шток тормозной камеры поворачивает вал разжимного кулака, что вызывает прижатие колодок к тормозному барабану. Наличие роликов 7 способствует повышению КПД разжимного устройства.

Профиль разжимного кулака выполняют по спирали Архимеда или эвольвентным. Благодаря этому суммарная сила, действующая со стороны кулака на колодки, не зависит от угла установки кулака в процессе изнашивания накладки.

Тормозной механизм с разжимным гидроцилиндром, у которого два поршня, изображен на рисунке 3. При одинаковом диаметре поршней обеспечивается равенство сил, действующих на обе колодки. Колодки 1 установлены шарнирно на опорных пальцах 13, прикрепленных к суппорту. Пальцы выполняют эксцентричными с целью возможности регулирования зазоров между накладкой и барабаном в нижней части колодки. Зазоры в верхней части колодок регулируют с помощью эксцентриков 8. На наружном торце каждого опорного пальца сделана метка 16 (углубление 2 мм), показывающая положение наибольшего эксцентриситета эксцентрика опорного пальца. При правильной установке колодок метки 16 должны быть обращены одна к другой, как показано на рисунке.

Недостаток таких тормозных механизмов: разная интенсивность изнашивания накладок на активной и пассивной колодках.

В процессе работы вследствие износа изменяется зазор между накладкой и тормозным барабаном. Зазор может регулироваться как вручную, так и автоматически.

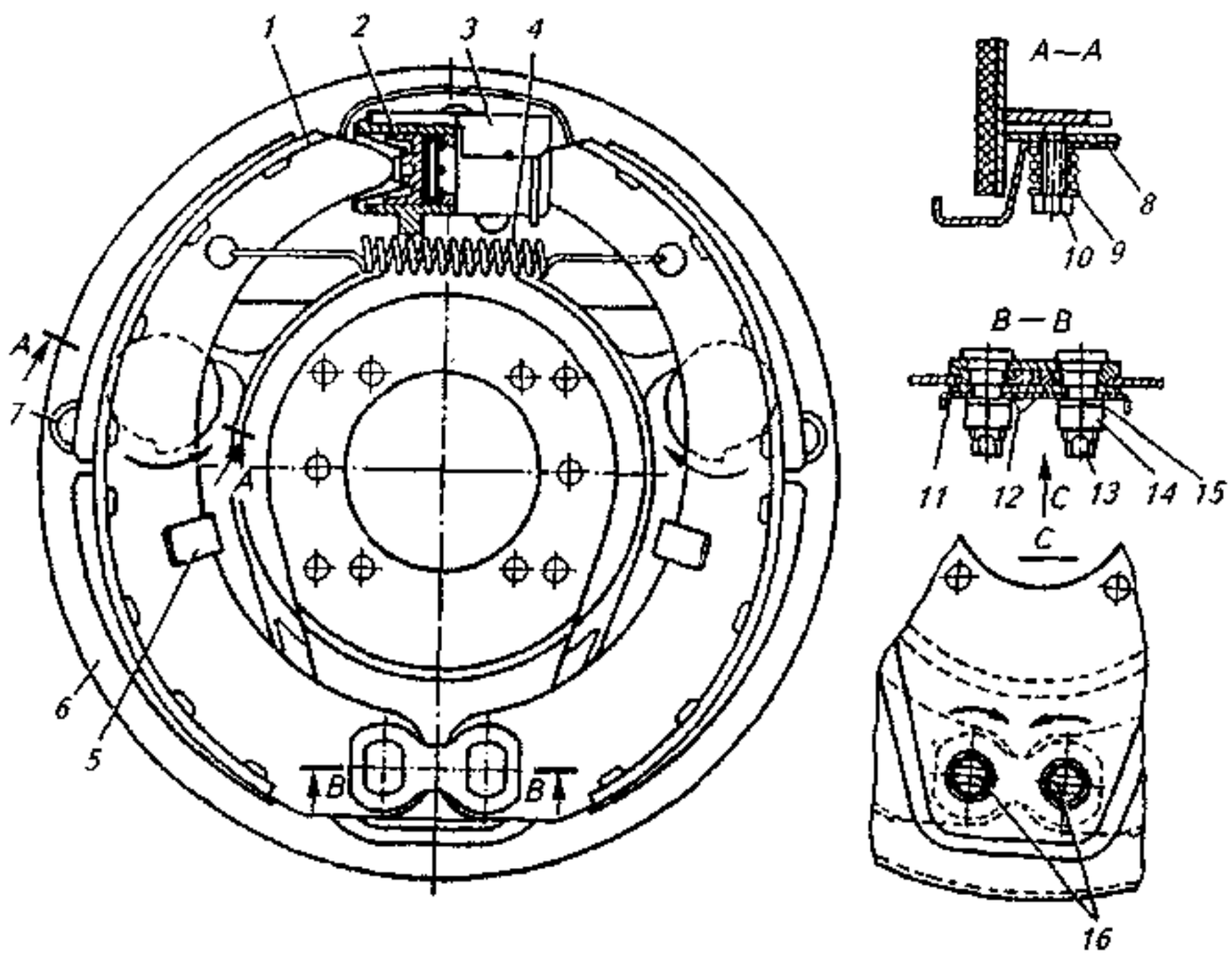


Рис. 3. Тормозной механизм автомобиля ГАЗ-53-12: 1 — тормозная колодка; 2—колесный цилиндр; 3 — экран колесного цилиндра; -4—возвратная пружина колодок; 5—направляющая скоба колодок; 6— тормозной щит; 7—смотровой люк; 8—регулировочный эксцентрик; 9— шайба; 10— болт регулировочного эксцентрика; 11 пластина опорных пальцев; 12 — эксцентрики опорных пальцев; 13 — опорный палец тормозной колодки; 14— гайка; 15— пружинная шайба; 16—метки

Тормозной механизм с клиновым разжимным устройством и автоматической регулировкой зазора показан на рисунке 4. Толкатели 10 имеют цилиндрические отверстия, в которые вставлены регулировочные втулки 9 с наружной и внутренней резьбой. Наружная резьба имеет треугольную форму с большим наклоном витков, благодаря чему втулка представляет собой храповое колесо. Такую же нарезку имеет торец штифта 11, установленного в отверстие суппорта 8. Штифт проходит через прорезь в толкатель 10 и прижимается пружиной к наружной резьбе

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

регулировочной втулки. Таким образом, штифт является собачкой храпового устройства. Одновременно штифт позволяет толкателю перемещаться только в осевом направлении.

Внутрь регулировочной втулки ввернут регулировочный винт 12, в паз которого входит ребро тормозной колодки 4. Винт не может поворачиваться и только перемещается вдоль своей оси при повороте регулировочной втулки.

При торможении толкатели 10 под действием клина разжимного устройства перемещаются совместно с регулировочными втулками и винтами, прижимая накладки к тормозному барабану. Если зазор между накладками и тормозным барабаном соответствует заданной величине, то зубья штифта 11 находятся в зацеплении с одними и теми же витками резьбы регулировочной втулки. Последняя скользит относительно неподвижного штифта 11 и слегка поворачивается.

Если зазор превосходит заданную величину, то перемещение толкателя и регулировочной втулки увеличивается. Увеличивается также поворот регулировочной втулки, что приводит к зацеплению штифта с соседними витками резьбы. Такое перемещение штифта в новое положение возможно благодаря храповому профилю зубьев.

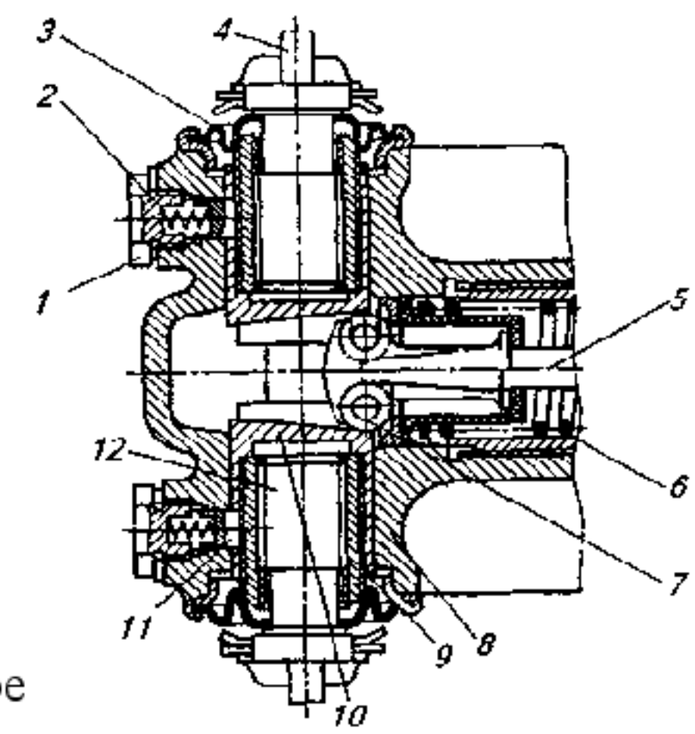


Рис. 4. Клиновое разжимное устройство автомобиля КАЗ-4540 с автоматической регулировкой зазора: 1 — пробка; 2 — пружина; 3 — грязезащитный колпак; 4 — тормозная колодка; 5— клин; 6— пружина; 7—ролик; 8—суппорт; 9— регулировочная втулка; 10— толкатель; 11— штифт-храповик; 12— регулировочный винт

При растормаживании, когда толкатель, регулировочные втулки и винт возвращаются в исходное положение, регулировочная втулка поворачивается относительно штифта, вызывая осевое перемещение регулировочного винта, чем и обеспечивается заданный зазор между накладкой и тормозным барабаном.

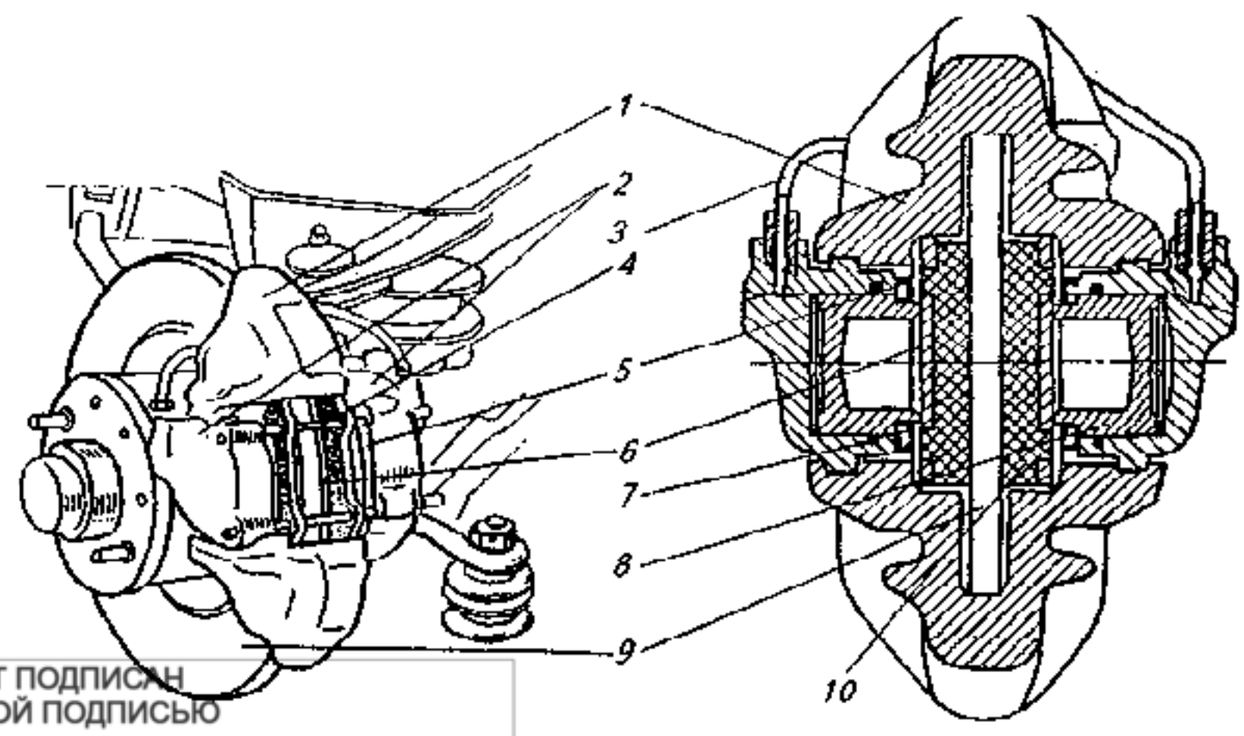


Рис. 5. Дисковый тормозной механизм с фиксированной скобой: 1 — скоба; 2 — тормозные цилиндры; 3 — трубопровод; 4 — палец; 5—защитный чехол; 6—тормозная колодка; 7—уплотненное кольцо; 8—поршень; 9—диск; 10— фрикционная накладка

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000[illegible]3E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

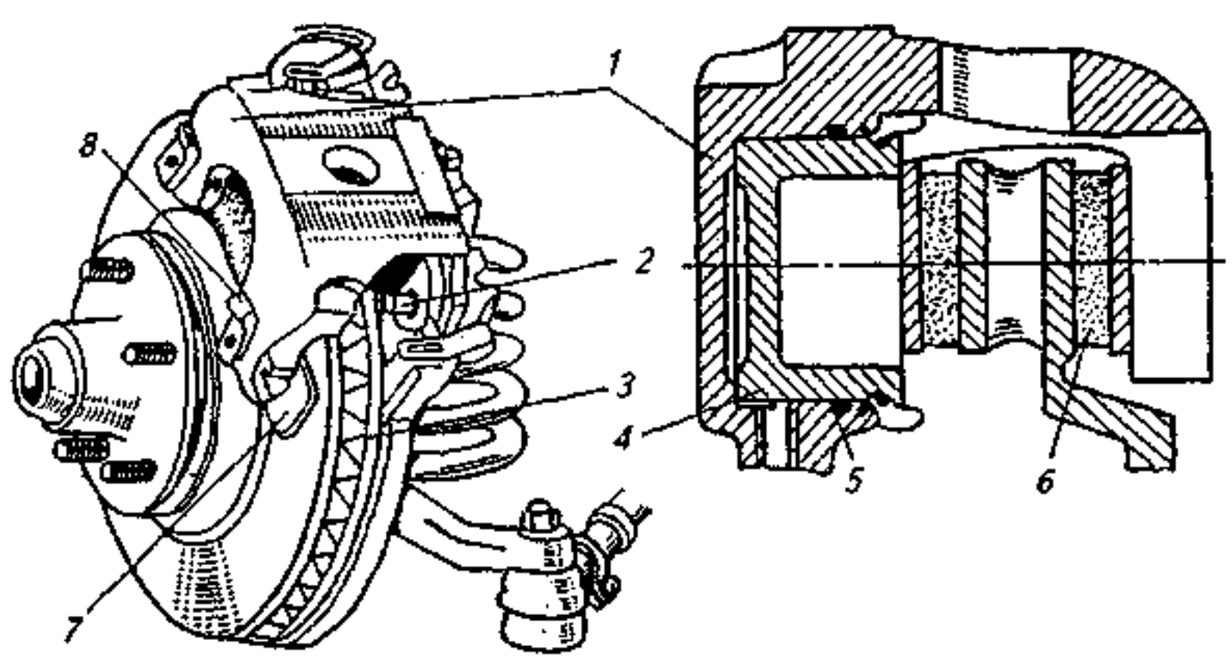
Дисковые тормозные механизмы применяют на легковых автомобилях и реже — на грузовых. Они могут быть открытые и закрытые, одно- и многодисковые, со сплошным и вентилируемым диском.

В зависимости от способа крепления скобы различают дисковые тормозные механизмы с фиксированной и плавающей скобой.

Дисковый механизм с фиксированной скобой обеспечивает большее приводное усилие и повышенную жесткость механизма. В центре скобы 1 (рис. 5) размещен тормозной диск 9, по обеим сторонам которого находятся колесные тормозные цилиндры 2. Внутри тормозного цилиндра находятся поршень 8 с уплотнительным кольцом 7 и пылезащитный чехол 5. Полости тормозных цилиндров трубопроводом 3 сообщаются с главным тормозным цилиндром. При торможении давление в тормозных цилиндрах повышается и поршни, перемещаясь, прижимают накладки 10 к вращающемуся диску 9. Тормозные колодки 6 удерживаются в скобе 1 с помощью пальцев 4.

После прекращения торможения давление в тормозных цилиндрах падает и поршни за счет упругости уплотнительных колец 7 отходят от колодок. Колодки, в свою очередь, отходят от тормозного диска из-за его биения. Следовательно, специального устройства для отвода колодок и регулировки зазора в механизме не требуется.

Дисковый механизм с плавающей скобой (рис. 6). Тормозной цилиндр установлен в скобе с одной стороны тормозного диска. Скоба может перемещаться по направляющим штифтам в суппорте совместно с другой тормозной колодкой. При торможении поршень прижимает к диску одну из колодок. В результате возникшей реакции скоба перемещается в противоположном направлении и прижимает к диску вторую реактивную колодку.

Рис. 6. 

Дисковый тормозной механизм с плавающей скобой: 1 — скоба; 2— направляющие штифты; 3 — суппорт; 4 — поршень; 5— уплотнительное кольцо; 6, 7—колодки; 8 — пластинчатая пружина

К недостаткам дисковых тормозных механизмов относятся трудность обеспечения герметизации и повышенная интенсивность изнашивания фрикционных накладок.

Недостаток дискового механизма с плавающей скобой: возможное одностороннее изнашивание накладки и диска со стороны колесного цилиндра при деформации и коррозии направляющих.

Тормозные диски изготовляют, как правило, из чугуна. Применяют также биметаллические диски, выполняемые с фрикционным слоем из серого чугуна и с алюминиевым или медным основанием. В качестве накладок используют формованные и прессованные материалы на асбокаучуковой основе, а также спеченные материалы.

Преимущества дисковых тормозных механизмов по сравнению с барабанными: меньше зазоры между дисками и колодками в незаторможенном состоянии, а следовательно, выше быстродействие; выше стабильность при эксплуатационных колебаниях коэффициента трения фрикционной пары; меньше масса и габаритные размеры; равномернее изнашивание фрикционных накладок; лучше условия теплоотвода.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

К недостаткам дисковых тормозных механизмов относятся трудность обеспечения герметизации и повышенная интенсивность изнашивания фрикционных накладок.

3. Тормозные приводы

К тормозным приводам автомобилей предъявляют следующие основные требования: обеспечение следящего действия, т. е. на режимах торможения и оттормаживания тормозные моменты, развиваемые тормозными механизмами, должны быть пропорциональны усилию, приложенному водителем к тормозной педали, и перемещению ее; время срабатывания при торможении не более 0,6 с, при оттормаживания 1,2 с; наличие в приводе рабочей тормозной системы не менее двух независимых контуров, чтобы в случае повреждения какой-либо части привода обеспечивалась остаточная эффективность рабочей тормозной системы не менее 50 % предписанной; обеспечение автоматического торможения прицепа в случае его отрыва от тягача.

Схемы наиболее распространенных двухконтурных тормозных приводов показаны на рисунке 7. Тормозные приводы могут быть гидравлические, пневматические и комбинированные. Пневматический привод, при котором тормозные механизмы приводятся в действие за счет использования энергии сжатого воздуха, применяют в тормозных системах грузовых автомобилей средней и большой грузоподъемности и автобусах.

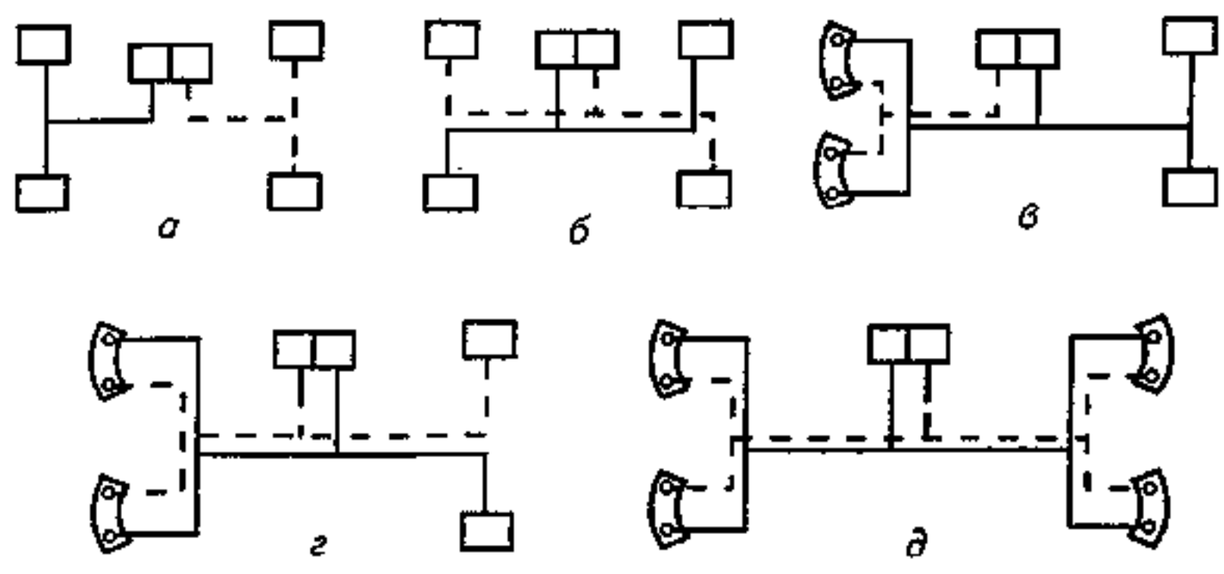


Рис. 7. Схема двухконтурных тормозных приводов: а — по осям; б—диагональная; в — с дублированием передних тормозов; г — с дублированием передних тормозов и раздельным управлением каждого заднего; д — с полным дублированием

В легковых автомобилях особо малого и малого классов, а также в грузовых автомобилях и автобусах полной массой до 1 т применяют гидравлические приводы, приводимые в действие водителем. Гидравлические приводы могут быть оснащены вакуумным, пневматическим или гидравлическим усилителем, который облегчает управление тормозной системой.

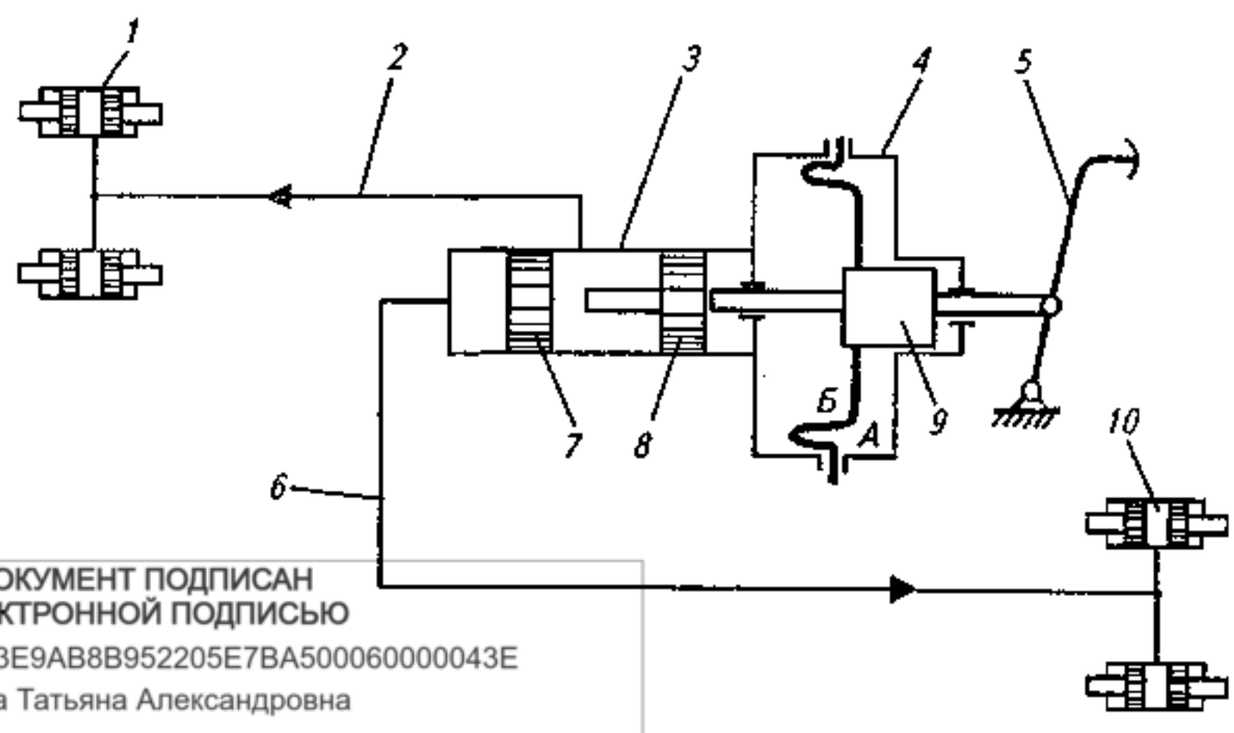


Рис. 8. Гидравлический тормозной привод с вакуумным усилителем: 1, 10— колесные тормозные цилиндры; 2, 6—трубопроводы; 3— главный тормозной цилиндр; 4— вакуумный усилитель; 5 —тормозная педаль; 7, 8— поршни; 9— клапан

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

На грузовых автомобилях и автопоездах большой и особо большой грузоподъемности используют комбинированные тормозные приводы (пневмогидравлические и электропневматические).

Гидравлический тормозной привод. Различают гидравлические тормозные приводы прямого и непрямого действия. В первом случае водитель воздействует непосредственно на тормозные механизмы, во втором случае помимо водителя в действии принимает участие усилитель.

Вакуумный усилитель имеет следящей клапан 9 (рис 8) и диафрагму. В полости Б постоянно поддерживается вакуум, а полость А соединяется с помощью клапана 9 с полостью Б в отторможенном состоянии или с атмосферой при торможении.

При торможении усилие от педали 5 передается на клапан 9, который соединяет полость А с атмосферой, предварительно отсоединив ее от полости Б. Атмосферное давление перемещает мембрану влево, создавая дополнительное усилие на поршни 7 и 8.

Гидравлический тормозной привод необходим для привода в действие устройств, соединенных последовательно или параллельно в зависимости от назначения и выполняемых функций. К ним относятся главные тормозные цилиндры, усилители, колесные тормозные цилиндры, гидронососы, аккумуляторы, регистрирующая и предохранительная аппаратура.

Главный тормозной цилиндр подает жидкость в колесные тормозные цилиндры под давлением, пропорциональным усилию на тормозной педали.

На рисунке 9 показан главный тормозной цилиндр автомобилей ГАЗ с двумя последовательно расположенными поршнями 3 и 8. Через толкатель 9 главный цилиндр соединен с тормозной педалью.

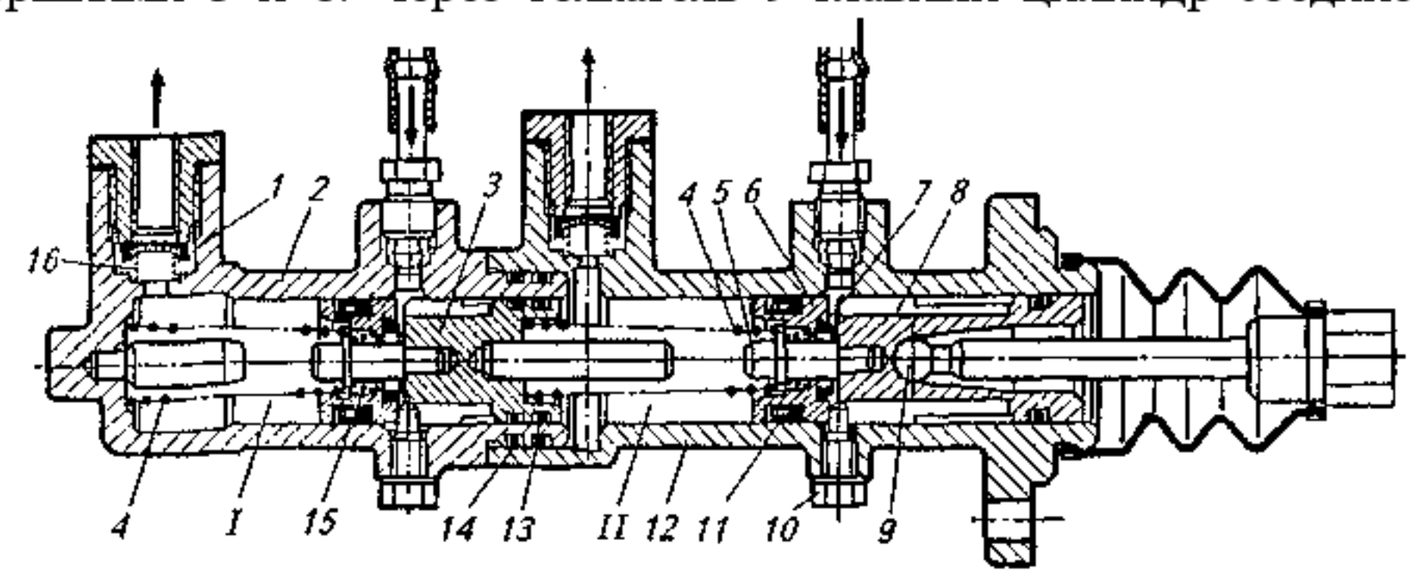


Рис. 9. Главный тормозной цилиндр автомобилей ГАЗ: I, II— полости главного тормозного цилиндра; 1 — клапан избыточного давления; 2, 12—соответственно вторичный и первичный картеры; 3, 8 — соответственно вторичный и первичный поршни; 4— возвратные пружины поршня; 5—упорный стержень; 6— головка поршня; 7— уплотнительное торцевое кольцо; 9— толкатель; 10 — упорный болт; 11 — манжета; 13, 14 — соответственно уплотнительные кольца поршня и корпуса; 15 — пружина головки поршня; 16— пружина клапана избыточного давления

В отторможенном положении поршни 3 и 8 через подвижные головки 6 упираются в болты 10. При этом между поршнем и головкой образуется зазор, через который жидкость из бачка проходит в рабочие полости цилиндра.

При торможении толкатель 9 перемещает первичный поршень 8. Головка 6 под действием пружины 15 прижимается через уплотнитель 7 к поршню, разобщая жидкость в бачке от жидкости первичной рабочей полости цилиндра. Жидкость из рабочей полости цилиндра проходит через отверстия в пластине клапана 1 избыточного давления и поступает в трубопровод, идущий к колесным цилиндрам задних тормозных механизмов. Одновременно жидкость, находящаяся в первичной рабочей полости цилиндра, действует на вторичный поршень 3, который вытесняет жидкость в трубопровод, ведущий к передним тормозным механизмам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

При растормаживании поршни 3 и 8 возвращаются в исходное положение до упора головок 6 в болты 10 под действием возвратных пружин 4.

Для уменьшения усилия, затрачиваемого водителем при торможении, применяют различные усилители. Так, на автомобиле ГАЗ-53-12 устанавливается гидровакуумный усилитель диафрагменного типа. Он создает дополнительное давление в системе гидравлического привода

тормозов. Действие усилителя основано на использовании разрежения во впускном трубопроводе двигателя.

Гидровакуумный усилитель состоит из камеры 1 (рис. 10) с диафрагмой 3, дополнительного гидравлического цилиндра 14 с тормозной жидкостью и клапана управления 10. Камера выполнена из двух половин, отштампованных из стального листа. К диафрагме с помощью тарелки 2 и втулки крепится толкатель 4 поршня дополнительного гидравлического цилиндра. Пружина 5 стремится постоянно отжать диафрагму в крайнее левое положение.

Дополнительный гидравлический цилиндр прикреплен к корпусу камеры. Толкатель 4, жестко соединенный с диафрагмой, проходит в дополнительный гидравлический цилиндр через специальный уплотнитель и действует на поршень 16.

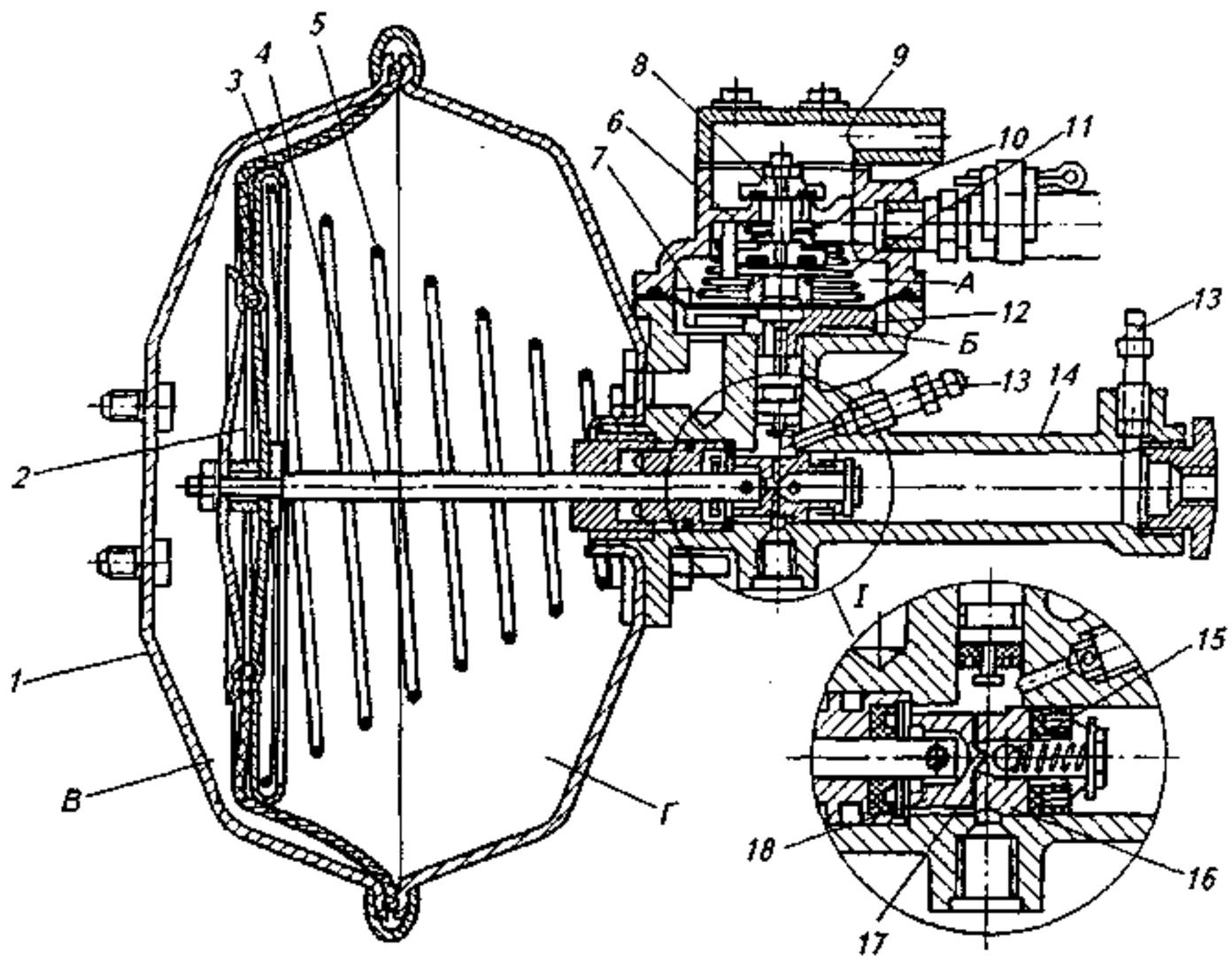


Рис. 10. Гидровакуумный усилитель тормозов: А, Б — полости клапана управления; В, Г— полости камеры; 1 — камера усилителя; 2— тарелка диафрагмы; 3 — диафрагма усилителя; 4— толкатель поршня; 5— пружина диафрагмы; 6— вакуумный клапан; 7—диафрагма клапана управления; 8—воздушный клапан; 9— крышка корпуса; 10 — клапан управления; 11 — пружина клапана управления; 12— поршень клапана управления; 13 — перепускные клапаны; 14—дополнительный гидравлический цилиндр; 15— клапан поршня; 16— поршень; 17— упорная шайба поршня; 18— толкатель клапана

Клапан 10 управления состоит из корпуса, в котором размещены вакуумный 6 и воздушный 8 клапаны. Открытие и закрытие клапанов зависит от положения диафрагмы 7.

При работающем двигателе и отпущенной тормозной педали разрежение из впускного трубопровода двигателя передается через запорный клапан и вакуумный баллон в полость Г камеры усилителя. Оттуда оно распространяется через отверстия в корпусах камеры и цилиндра в полость Б клапана управления, затем по центральному отверстию в полость А и далее в полость В камеры усилителя. При этом диафрагма находится с обеих сторон под действием разрежения и пружина 5 отжимает ее в крайнее левое положение. При этом полости главного и колесных тормозных цилиндров сообщаются между собой.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Нажатие на тормозную педаль вызывает перемещение поршня главного тормозного цилиндра. Давление жидкости передается в колесные тормозные цилиндры, а также через трубопровод на поршень 12 клапана управления усилителя. При увеличении давления поршень 12 преодолевает усилие пружины и закрывает вакуумный клапан 6. Полости Б и А клапана

управления разобщаются между собой. Затем по мере повышения давления жидкости открывается воздушный клапан 8. Воздух проходит в полость А клапана управления и по гибкому шлангу в полость В камер усилителя.

Так как в полости Г сохраняется разрежение, в обеих частях камеры усилителя создается разность давлений. Под действием воздуха диафрагма 3, преодолевая усилие пружины 5, смещается вправо, действуя на толкатель 4 и поршень 16. Шариковый клапан 15 закрывается, разъединяя главный тормозной цилиндр с колесными. Дальнейшее перемещение поршня 16 значительно увеличивает давление в гидравлической магистрали, и поршни колесных тормозных цилиндров с большей силой прижимают колодки к тормозным барабанам.

В то же время поступление воздуха через клапан 8 увеличивает давление сверху на диафрагму 7. Когда усилие, создаваемое давлением воздуха на диафрагму 7, превысит усилие от давления пружин и жидкости на клапан управления снизу, диафрагма прогнется вниз и воздушный клапан закроется.

Увеличение давления в полости В камеры усилителя повышает тормозное усилие и одновременно увеличивает давление воздуха на диафрагму. Чтобы в этих условиях воздушный клапан оставался открытым, необходимо повысить давление жидкости на клапан управления снизу. Этого можно достичь, увеличив усилие, прилагаемое к педали тормоза. Следовательно, благодаря наличию диафрагмы 7 в клапане управления давление в гидравлической системе, от которого зависит эффективность торможения, будет пропорционально усилию, прилагаемому водителем к тормозной педали.

При прекращении нажатия на тормозную педаль давление жидкости в системе гидравлического привода падает. Под действие пружины клапан управления возвращается в исходное положение, что вызывает закрытие клапана 8 и открытие клапана 6. В полостях В и Г камеры усилителя и полостях А и Б клапана управления устанавливается одинаковое разрежение. Пружина 5 перемещает диафрагму 3 влево, и она занимает первоначальное положение. Вместе с диафрагмой влево переместятся толкатель 4 и поршень 16, в результате чего откроется клапан 15. Жидкость из магистрали гидравлического привода возвратится в главный тормозной цилиндр, что обеспечит падение давления в колесных цилиндрах и полное растормаживание колес.

Между впускным трубопроводом двигателя и вакуумным баллоном установлен запорный клапан, автоматически отсоединяющий баллон от трубопровода при неработающем двигателе. Наличие вакуумного баллона позволяет выполнить несколько торможений при неработающем двигателе.

Регуляторы тормозных сил. Антиблокировочные системы

Регуляторы тормозных сил. Их основное назначение — ограничение тормозных сил на задних колесах для предотвращения юза и возможного заноса. Управляющими параметрами регулятора являются давление в главном тормозном цилиндре и нагрузка на заднюю ось.

На рисунке 21 показан регулятор автомобиля ВАЗ-2121. Он устанавливает давление жидкости в приводе задних тормозных механизмов в зависимости от положения кузова автомобиля относительно заднего моста. Регулятор включен в контур привода задних тормозов и работает как клапан, автоматически прерывающий подачу жидкости к задним тормозным механизмам.

Корпус 1 регулятора жестко прикреплен к кузову автомобиля. В корпусе регулятора находится поршень 8, шток которого опирается на торсион 11 привода, соединенного с задним мостом автомобиля. Между втулкой 7 и цилиндрической головкой поршня имеется кольцевой зазор. К втулке 7 прижат резиновый уплотнитель 6 головки поршня. Пружина 4 опирается одним концом на тарелку 5, а другим — в резиновое уплотнительное кольцо 2. Внутри регулятора имеются две полости: полость А связана с колесными тормозными цилиндрами задних тормозных механизмов, а полость Б — с главным тормозным цилиндром.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

В расторможенном состоянии поршень 8 под действием торсиона 11 и пружины 4 упирается в пробку 10 регулятора. Полости А и Б сообщаются между собой.

При торможении жидкость из главного тормозного цилиндра поступает в колесные тормозные цилиндры передних тормозов и через регулятор — в колесные тормозные цилиндры задних тормозов. В начале торможения, когда давление на жидкость небольшое, жидкость

свободно проходит через регулятор, приводя в действие задние тормоза. При увеличении давления жидкости, когда срабатывают тормоза, задняя часть кузова приподнимается и уменьшается сила, действующая на поршень 8 со стороны торсиона 11. Вследствие разности давлений на поршень сверху и снизу он опускается до упора в уплотнитель 6. При этом полости А и Б разобщаются и поступление жидкости к задним тормозам прекращается. Причем каждому положению кузова автомобиля относительно заднего моста будет соответствовать определенное предельное давление жидкости в задних тормозных механизмах. Следовательно, каждому значению нагрузки на задние колеса автомобиля при торможении соответствует определенный тормозной момент.

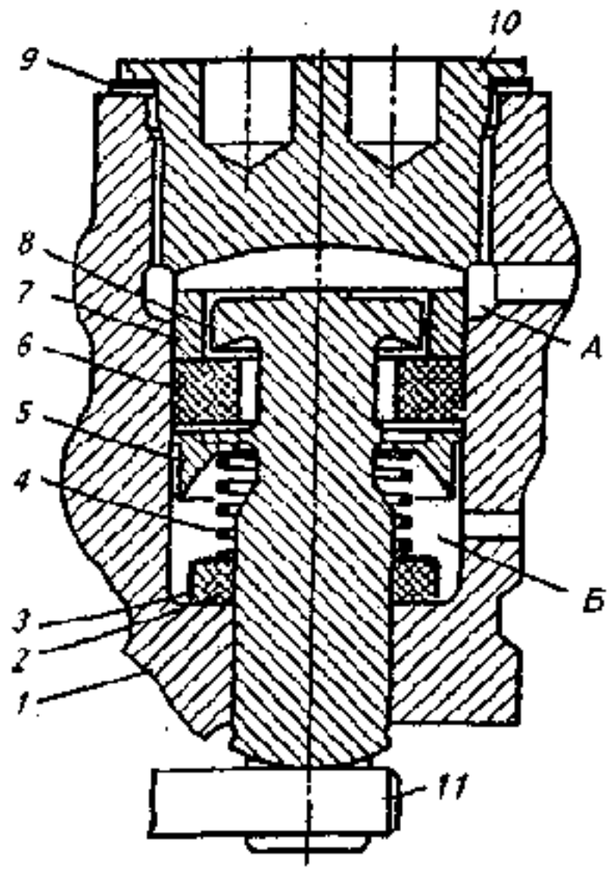


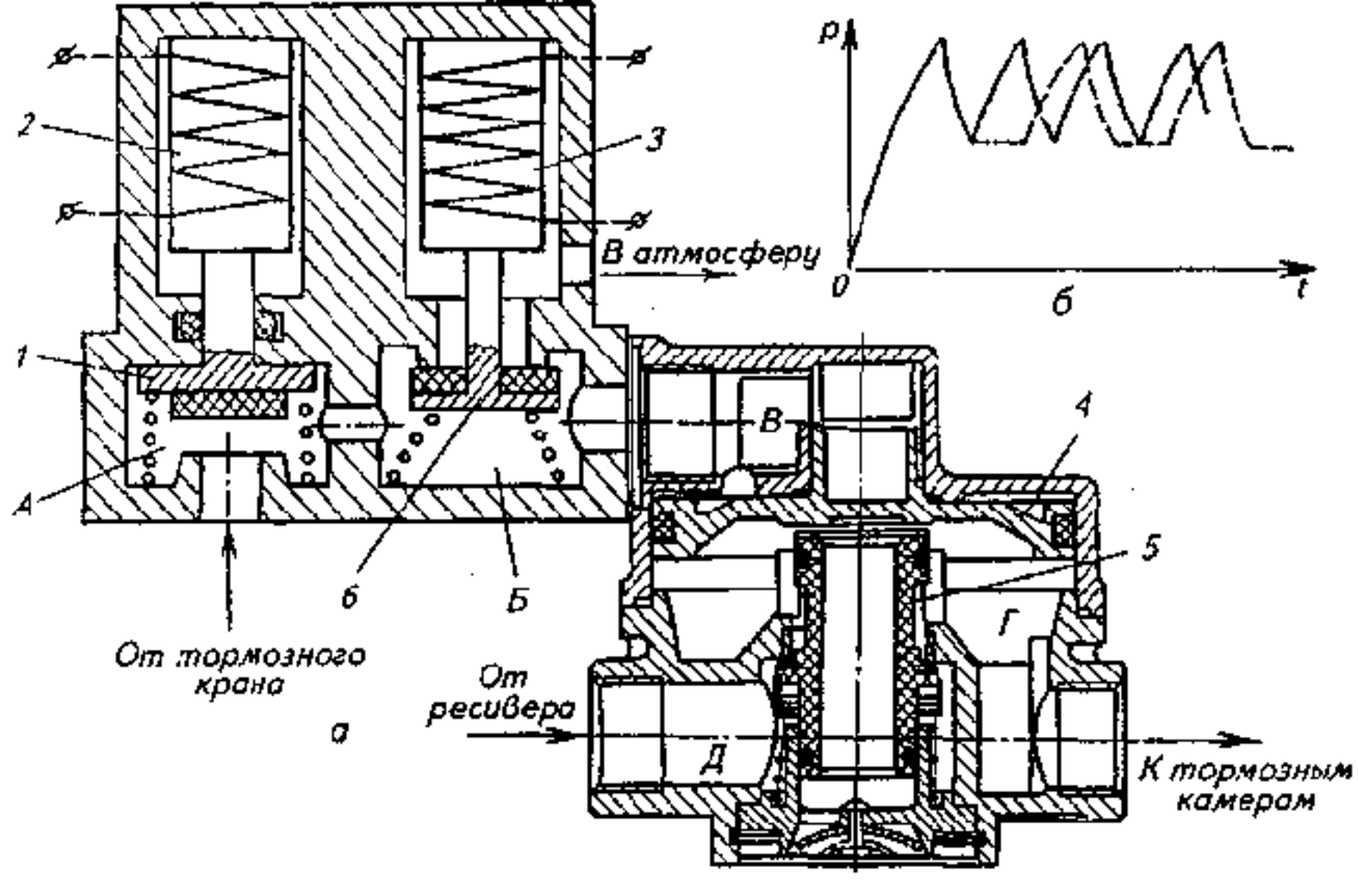
Рис. 21. Регулятор давления автомобиля ВАЗ-2121: А, Б- полости регулятора; 1 —корпус; 2— уплотнительное кольцо; 3— обойма; 4— пружина; 5—тарелка; 6 — резиновый уплотнитель; 7-распорная втулка; 8— поршень; 9—прокладка; 10— пробка; 11 — торсион привода регулятора

В конце торможения, когда задняя часть кузова автомобиля опустится, сила, действующая на шток поршня со стороны торсиона 11, увеличится. Поршень регулятора займет свое исходное положение, и через образовавшиеся зазоры полости А и Б соединятся между собой, а колесные тормозные цилиндры задних тормозов — с главным тормозным цилиндром.

Автоматические антиблокировочные системы. Блокирование колес при торможении приводит к потере устойчивости автомобиля, повышенному износу шин, снижению эффективности торможения. Для устранения блокирования колес при торможении применяют антиблокировочные системы (АБС).

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Рис. 22. Пневматический модулятор АБС (а) и его характеристика (б): А, Б, В, Г, Д — полости; 1, 5, 6— клапаны; 2, 3 — электромагниты; 4— поршень



Система АБС состоит из датчика угловой скорости колеса, электронного блока и модулятора давления. Сигнал от датчика поступает в электронный блок, где формируются сигналы управления, поступающие на модулятор. Разработано несколько пакетов программ, обеспечивающих быстрое растормаживание колеса в момент, когда оно начинает блокироваться, и последующее затормаживание колеса при значительном угловом ускорении его. В результате получается многоцикловое автоматическое растормаживание — торможение. В каждый цикл входит фаза автоматического растормаживания, выдержки и автоматического затормаживания.

На рисунке 22 показан пневматический модулятор. Сжатый воздух поступает от тормозного крана в полость А, а затем в полости Б и В. Поршень 4 перемещается вниз и упирается в клапан 5, отсоединяя полость Г от атмосферы. Дальнейшее перемещение поршня 4 приводит к открытию клапана 5, в результате чего сжатый воздух от ресивера через полости Д и Г поступает в тормозные камеры.

Если тормозящееся колесо начинает блокироваться, электронный блок посылает сигналы на электромагниты 2 и 3. Электромагниты закрывают клапан 1 и открывают клапан 6. При этом полости Б и В соединяются с атмосферой — происходит автоматическое растормаживание колеса. При некотором угловом ускорении колеса электронный блок отключает электромагнит 3. Клапан 6 под действием пружины закрывается, и наступает фаза выдержки.

Фаза повторного автоматического затормаживания колеса наступает, когда колесо приобретает пороговое угловое ускорение. При этом электронный блок отключает электромагнит 2, что приводит к открытию клапана 1 и соединению полости В с магистралью. Затем цикл повторяется.

5. Тормоза-замедлители. Стояночный тормоз

Тормоза-замедлители. Тормозные механизмы многих автомобилей перегреваются при эксплуатации в горных районах, холмистой местности и городах с интенсивным движением. Увеличение размера, а следовательно, и массы тормозов нежелательно, так как это приводит к увеличению размеров колес и неподрессоренных масс автомобиля.

Снижение теплонапряженности колесных тормозов с целью повышения безопасности движения, особенно на затяжных или крутых спусках и при больших скоростях движения, может быть достигнуто с помощью тормоза-замедлителя.

В соответствии с требованиями стандарта тормоз-замедлитель должен обеспечить спуск транспортного средства со скоростью 30 + 2 км/ч по уклону 70 протяженностью 6000 м. Среднее замедление автомобиля с тормозом-замедлителем составляет 0,6...2м/с^2.

К тормозам-замедлителям предъявляют следующие требования: высокие надежность и эффективность; небольшая масса и малая стоимость; минимальное время срабатывания; возможность регулирования эффективности торможения; минимальное усложнение агрегатов трансмиссии; малые инерционные, вентиляционные и другие потери мощности; плавные включение и торможение.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]5E7BA500060000043E
Владелец: Щебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

На автомобилях применяют тормоза-замедлители трех типов: моторные, гидравлические и электродинамические.

Моторный тормоз-замедлитель обеспечивает искусственное увеличение момента сопротивления вращению коленчатого вала двигателя. Увеличение сопротивления вращению

двигателя достигается за счет перекрытия специальной заслонкой или клапаном выпускной магистрали двигателя при одновременном прекращении или значительном уменьшении подачи топлива.

На рисунке 23 показан моторный тормоз-замедлитель автомобиля КАЗ-4540, размещенный в приемных трубах глушителя. Заслонка 3 установлена на валу 4, закрепленном в корпусе 1. На валу заслонки закреплен также поворотный рычаг 2, жестко соединенный со штоком приводного пневмоцилиндра. Рычаг 2 с заслонкой 3 имеют два фиксированных положения. В нерабочем положении заслонка расположена вдоль потока отработавших газов, а при включении тормоза-замедлителя — перпендикулярно потоку, создавая определенное противодавление в выпускных трубопроводах двигателя.

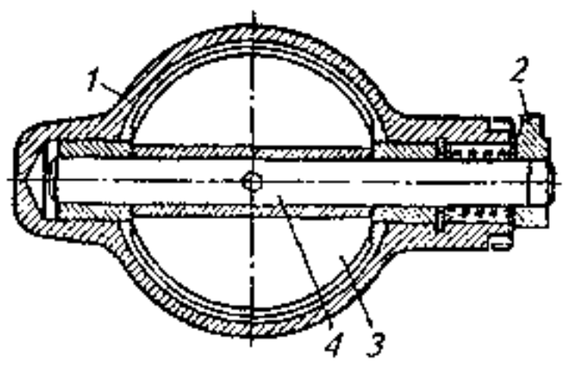


Рис. 23. Моторный тормоз-замедлитель: 1 — корпус; 2 — поворотный рычаг; 3— заслонка; 4— вал

Тормоз-замедлитель приводится в действие двумя пневмоцилиндрами: один управляет заслонкой, второй отключает подачу топлива. Такой тормоз-замедлитель снижает температуру тормозных барабанов при торможении на 40...50 °С и увеличивает срок службы тормозных накладок до 50 %.

Гидродинамический тормоз-замедлитель представляет собой гидромуфту, ротор которой соединен с валом трансмиссии, а статором служит корпус. Полость тормоза-замедлителя заполняется жидкостью. При вращении ротора на валу трансмиссии создается тормозной момент, вызванный гидродинамическим сопротивлением вращению лопаток ротора. Тормозной момент регулируют изменением объема жидкости в полости замедлителя.

Преимущества гидравлических тормозов-замедлителей: простота устройства и обслуживания, высокая энергоемкость при малых габаритных размерах, плавность включения, отсутствие изнашиваемых от трения деталей, стабильность тормозных характеристик, возможность регулирования эффективности действия.

Эффект торможения может быть получен двумя способами: 1) при работе гидротрансформатора гидромеханической коробки передач на тормозном режиме; 2) при использовании специального лопастного гидромеханического тормоза-замедлителя. Лопастные гидрозамедлители могут быть выполнены в виде одинарной или сдвоенной гидромуфты.

На рисунке 23 показан двухлопастный гидрозамедлители. Ротор 1 имеет прямые радиальные лопасти и жестко установлен на валу 11. Включение гидрозамедителя осуществляется при повороте дроссельной заслонки клапана 4. При этом насос 3 перекачивает воду из радиатора 5 в гидрозаменитель, а из него через подпорный клапан 2 она поступает во всасывающий патрубок водяной помпы 6 двигателя и далее по каналу 7 в водяную рубашку двигателя. Из двигателя по каналу 8 вода проходит через радиатор 5 и далее опять через клапан 4 и насос 3 направляется в полость гидрозамедителя. Обе рабочие полости гидрозамеддителя каналом 10 соединены с компенсационным бачком 9. Гидрозамедлитель может быть установлен вместо промежуточной опоры карданной передачи.

Электродинамические тормоза-замедлители представляют собой индукционные муфты, в которых для создания тормозного момента используются вихревые токи (токи Фуко). Эти замедлители имеют неподвижные катушки электромагнитов и вращающийся якорь. Электроснабжение обмоток электромагнитов осуществляется от аккумуляторной батареи или генератора, приводимого в действие от трансмиссии автомобиля.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: [illegible]
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

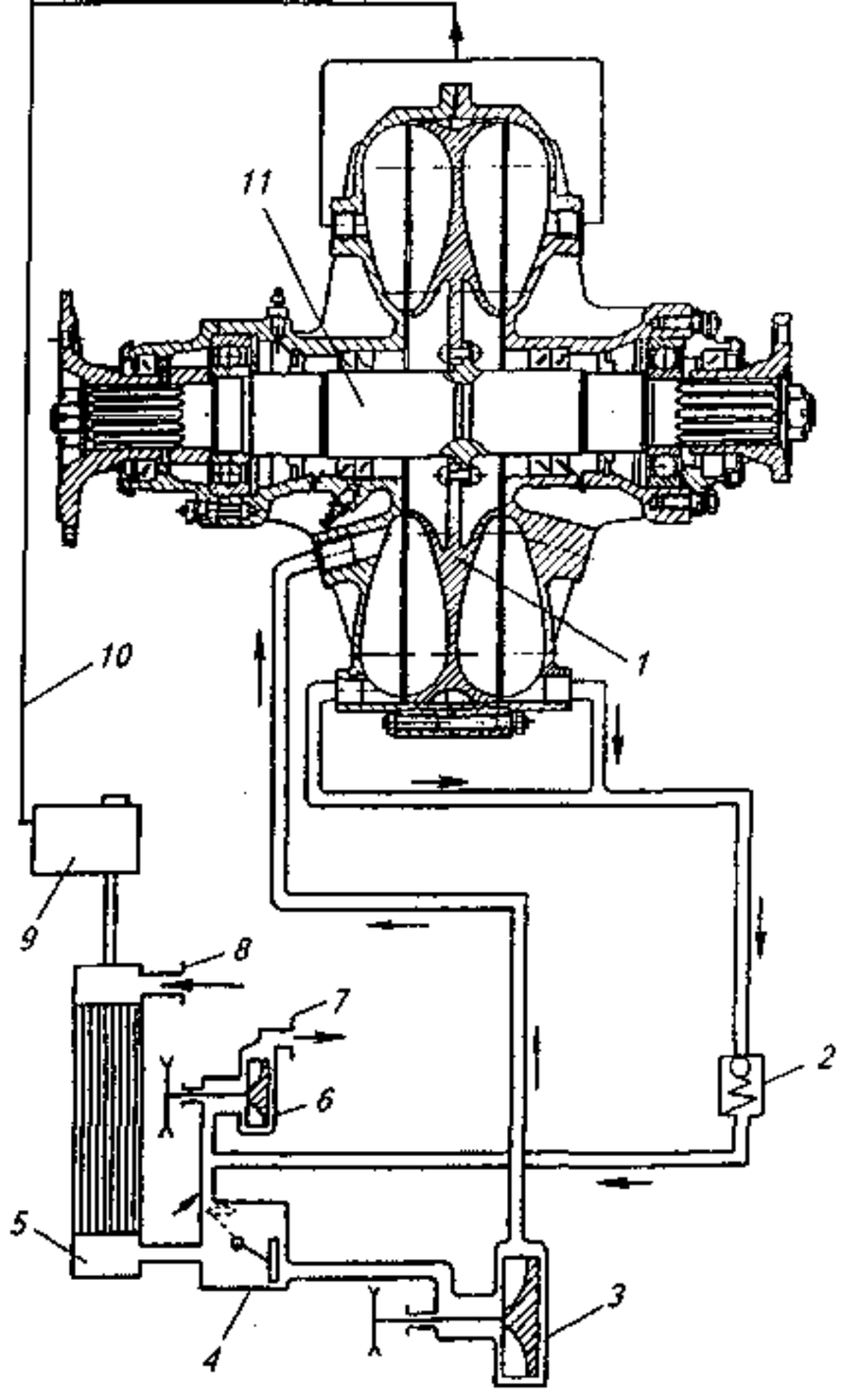


Рис. 24. Двухлопастный гидрозамедлитель: 1 — ротор; 2— подпорный клапан; 3— насос; 4— клапан; 5—радиатор; 6— помпа; 7, 8 — каналы; 9—компенсационный бачок; 10—дренажный канал; 11 — вал

Важное преимущество электрозамедлителей — возможность их установки не только на автомобилях, но и на прицепах и полуприцепах. Однако для электрозамедлителей характерны относительно большая масса и значительный расход электроэнергии и цветных металлов.

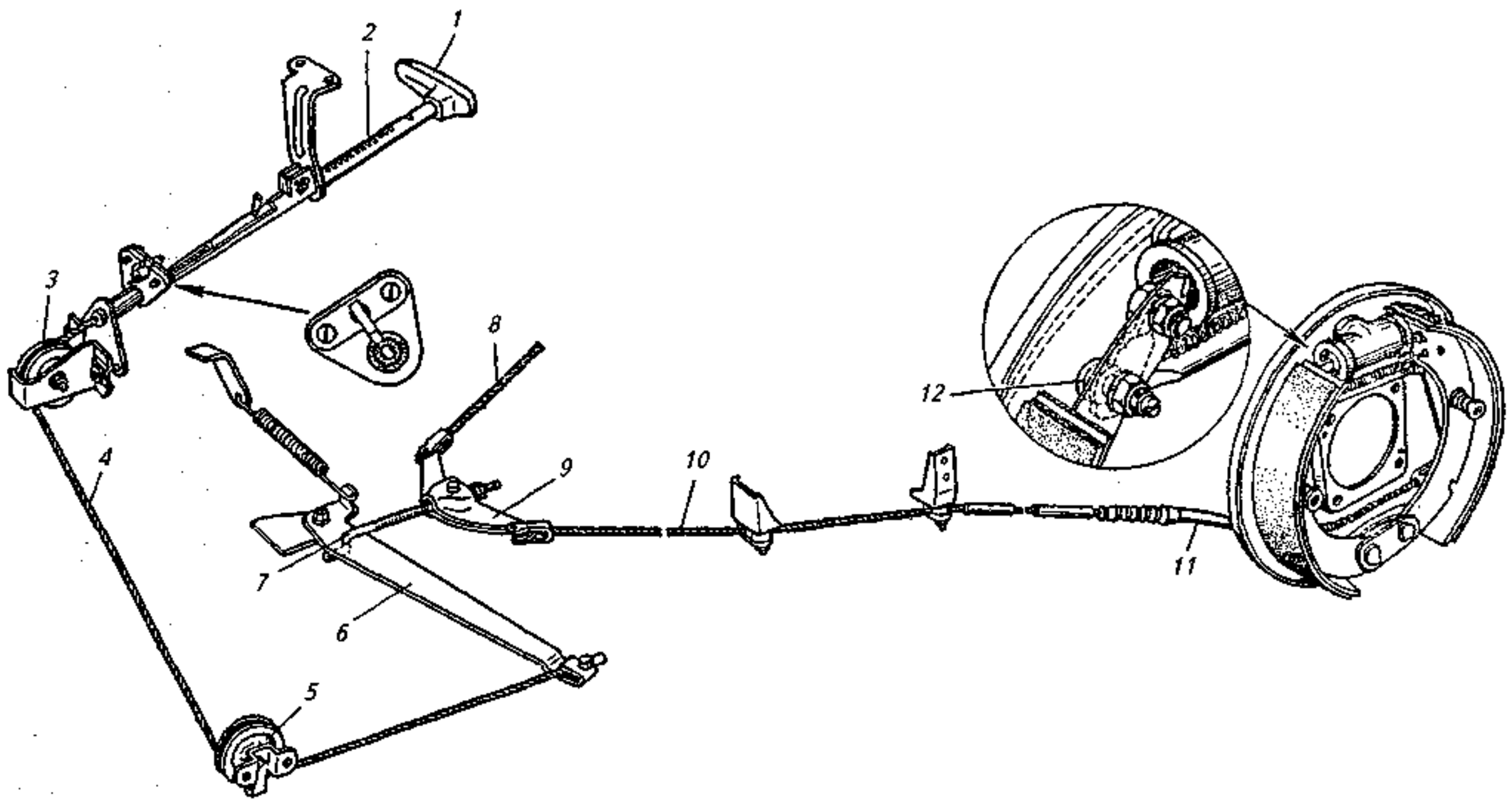


Рис. 25 Стояночный тормоз, действующий на задние колеса: 1 – рукоятка; 2 – рычаг; 3,5 – ролики троса; 4 – передний трос; 6 – промежуточный рычаг; 7 – стержень; 8,10 – тросы привода тормозных механизмов; 9 – уравнитель тормоза; 11 – трубка; 12 – эксцентриковая ось разжимного рычага

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Стояночный тормоз. Стояночная тормозная система предназначена для затормаживания автомобиля на уклоне до 25 % и может быть применена в качестве запасной при отказе рабочей тормозной системы.

В зависимости от места установки тормоза различают колесные и трансмиссионные стояночные системы.

Стояночный тормоз, действующий на тормозные колодки задних колес, показан на рисунке 25. Он имеет ручной тросовый привод. Рычаг 2 с рукояткой 1 расположен под щитком приборов и соединен с передним тросом 4, направляющими для которого служат ролики 3 и 5. Трос 4 закреплен на конце промежуточного рычага 6. Установленный на рычаге стержень 7 соединен с уравнителем 9. Промежуточный рычаг крепится шарнирно на специальном кронштейне. Уравнитель 9 равномерно распределяет тормозное усилие, передаваемое тросами 8 и 10 тормозным механизмам правого и левого задних колес. Внутри механизмов тросы проходят через направляющие трубки 11, приваренные к тормозному щиту. Концы тросов соединены с разжимными рычагами, действующими через распорные планки на тормозные колодки.

Разжимной рычаг установлен на эксцентриковой оси 12, закрепленной на тормозной колодке. Поворачиванием оси регулируется положение разжимного рычага относительно распорной планки. При вытягивании рукоятки 1 тросовый привод, действуя на разжимной рычаг, затормаживает задние колеса. После растормаживания разжимной рычаг возвращается в исходное положение под действием пружины.

ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

1. Учебные макеты автомобилей с разрезами агрегатов;
2. Плакаты и схемы тормозных систем различных автомобилей;
3. Образцы отдельных элементов тормозных систем.

ЗАДАНИЯ

В начале занятия студента необходимо тщательно изучить информационный материал, приведенный в приложении к данным методическим указаниям, затем по учебным макетам и плакатам изучить материал темы, после чего кратко изложить изученный материал в следующей последовательности:

1. *Описать классификацию тормозных систем.*
2. *Дать классификацию и описать конструкцию и работу тормозных механизмов.*
3. *Дать классификацию и вычертить схемы двухконтурных тормозных приводов.*
4. *Вычертить схему и описать работу гидравлического тормозного привода с вакуумным усилителем.*
5. *Описать элементы конструкции и работу пневматического тормозного привода.*
6. *Вычертить схему и описать работу тормозного крана прямого действия.*
7. *Описать работу регуляторов тормозных сил и антиблокировочных систем.*
8. *Описать работу тормозов-замедлителей.*

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Максимов, А. Н. Городской электротранспорт. Троллейбус Текст учебник для нач. проф. образования А. Н. Максимов. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2006. - 249, [1] с. ил. 21 см.

Перечень дополнительной литературы:

1. Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей Учеб. для вузов автомобил. специальностей В. Е. Ютт. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия -Телеком, 2006.
2. Розанов, Ю. К. Электронные устройства электромеханических систем Учеб. пособие для вузов по направлениям 551300, 654500 "Электромеханика, электротехника и электротехнологии" Ю. К. Розанов, Е. М. Соколова. - М.: Academia, 2004.

Перечень ресурсов информационно-телеккомуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Пятигорский институт (филиал) СКФУ

Методические указания

по организации самостоятельной работы
по дисциплине «Конструктивные особенности систем электромобилей»
для студентов направления подготовки

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Пятигорск, 2023

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Содержание

Введение.....77

1.Общая характеристика самостоятельной работы студента.....78

2. План - график выполнения самостоятельной работы.....79

3.Методические рекомендации по изучению теоретического материала.....79

3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы.....79

3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям.....79

4. Методические указания.....80

Список рекомендуемой литературы.....80

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

Введение

Методические указания и задания для выполнения самостоятельной работы студентами по дисциплине «Конструктивные особенности систем электромобилей» по направлению подготовки бакалавров: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Методическое пособие содержит весь необходимый материал для выполнения самостоятельной работы по дисциплине «Конструктивные особенности систем электромобилей».

В данном методическом пособии приведены темы и вопросы для самостоятельного изучения.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

1.Общая характеристика самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа – это вид учебной деятельности, выполняемый учащимся без непосредственного контакта с преподавателем или управляемый преподавателем опосредовано через специальные учебные материалы; неотъемлемое обязательное звено процесса обучения, предусматривающее прежде всего индивидуальную работу учащихся в соответствии с установкой преподавателя или учебника, программы обучения.

На современном этапе самостоятельную работу студента следует разделить на работу с бумажными источниками информации, т.е. учебниками, методическими пособиями, монографиями, журналами и т.д. и электронными источниками информации, т.е. доступ к электронным ресурсам через Интернет.

Сегодня самостоятельную работу студента невозможно представить без использования информационной сети – Интернет. Необходимость использования Интернета возникает не только при подготовке к практическим и семинарским занятиям, но, в большей степени, при написании различных исследовательских и творческих работ. Многие современные монографии, периодические журналы изданы только в электронном виде и с ними можно познакомиться только в Интернете.

Цели и задачи самостоятельной работы: формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Наименование компетенции

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
ПК-1 готовность к руководству выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств и их компонентов	ИД-1$_{ПК-1}$ Владеет методами организации работ по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств и их компонентов в соответствии с требованиями организаций изготовителей	Готовность к руководству выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств и их компонентов
	ИД-2$_{ПК-1}$ Определяет рациональные методы рационального обеспечения процесса технического обслуживания и ремонта автотранспортных средств и их компонентов	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

2. План - график выполнения самостоятельной работы

Коды реализуемых компетенций, индикатора (ов)	Вид деятельности студентов	Средства и технологии оценки	Объем часов, в том числе		
			СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
5 семестр					
ПК-1 *(ИД-1; ИД-2)*	Самостоятельное изучение литературы по темам № 1-9	Собеседование	66,69	7,41	74,1
ПК-1 *(ИД-1; ИД-2)*	Подготовка к лабораторным занятиям	Отчёт (письменный)	0,81	0,09	0,9
Итого за 5 семестр			67,5	7,5	75
Итого			67,5	7,5	75

3.Методические рекомендации по изучению теоретического материала

3.1. Вид самостоятельной работы: самостоятельное изучение литературы

Изучать учебную дисциплину «Конструктивные особенности систем электромобилей» рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них в программе дисциплины. При теоретическом изучении дисциплины студент должен пользоваться соответствующей литературой. Примерный перечень литературы приведен в рабочей программе

Для более полного освоения учебного материала студентам читаются лекции по важнейшим разделам и темам учебной дисциплины. На лекциях излагаются и детально рассматриваются наиболее важные вопросы, составляющие теоретический и практический фундамент дисциплины.

Итоговый продукт: конспект лекций

Средства и технологии оценки: Собеседование

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены практические задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине.

Темы для самостоятельного изучения:

1. Классификация, общее устройство и применение электромобилей и гибридных автомобилей.
2. Электрические и гибридные энергетические установки.
3. Общее устройство и принцип работы трансмиссий электромобилей и гибридных автомобилей.
4. Общее устройство и принцип работы ходовой части электромобилей и гибридных автомобилей.
5. Общее устройство и принцип работы рулевого управления электромобилей и гибридных автомобилей.
6. Общее устройство и принцип работы тормозных систем электромобилей и гибридных автомобилей.
7. Общее устройство кузовов электромобилей и гибридных автомобилей.
8. Техническое обслуживание и ремонт ходовой части электромобилей и гибридных автомобилей.
9. Техническое обслуживание и ремонт кузовов электромобилей и гибридных автомобилей.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023

3.2. Вид самостоятельной работы: подготовка к лабораторным занятиям

Итоговый продукт: отчет по лабораторной работе

Средства и технологии оценки: защита отчета

Критерии оценивания: Оценка «отлично» выставляется студенту, если в полном объеме изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если достаточно полно изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, недостаточно, если полно изучен курс данной дисциплины и выполнены лабораторные задания

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если отсутствуют знания и практические навыки по данной дисциплине

4. Методические указания

Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Конструктивные особенности систем электромобилей», направления подготовки 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Список рекомендуемой литературы

Перечень основной литературы

1. Максимов, А. Н. Городской электротранспорт. Троллейбус Текст учебник для нач. проф. образования А. Н. Максимов. - 2-е изд., стер. - М.: Академия, 2006. - 249, [1] с. ил. 21 см.

Перечень дополнительной литературы:

1. Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей Учеб. для вузов автомобил. специальностей В. Е. Ютт. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Горячая линия -Телеком, 2006.
2. Розанов, Ю. К. Электронные устройства электромеханических систем Учеб. пособие для вузов по направлениям 551300, 654500 "Электромеханика, электротехника и электротехнологии" Ю. К. Розанов, Е. М. Соколова. - М.: Academia, 2004.

Перечень ресурсов информационно-телеккомуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека on-line»
3. Электронно-библиотечная система Лань

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 2C0000043E9AB8B952205E7BA500060000043E

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 19.08.2022 по 19.08.2023