

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к лабораторным работам

по дисциплине «Сервисное и гарантийное обслуживание автотранспортных
средств»

для студентов направления подготовки

23.04.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов
(Направленность (профиль) «Техническая эксплуатация автомобилей»)

СОДЕРЖАНИЕ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1. Приборы и устройства безопасности грузоподъемных машин	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2 Совершенствование электрооборудования автомобилей	15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3. Чтение электрических схем	20
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4. Устройство стартерных аккумуляторных батарей	33
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5. Оценка технического состояния аккумуляторной батареи	37
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6. Система пуска	43
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7. Генератор	49
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8. Система зажигания	55
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 9. Коробки перемены передач ступенчатые механические.	61
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 10. Автоматические коробки передач. Вариаторы. Роботизированные коробки передач. Автоматические коробки передач	69
Список литературы	79

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные занятия по дисциплине «СЕРВИСНОЕ И ГАРАНТИЙНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ» имеют целью расширение знаний по этой дисциплине, получение навыков практических расчётов и принятия конструкторских решений.

Методические указания составлены в соответствии с рабочим учебным планом и рабочей программой дисциплины для студентов очной и заочной формы обучения. Методические указания содержат тему, цель лабораторного занятия, формируемые компетенции или их части, теоретическую часть, вопросы и задания по соответствующей теме, список рекомендуемой литературы.

В ходе лабораторного занятия студенты знакомятся с внешним видом и конструкцией изучаемого грузоподъемного и транспортирующего оборудования по макетам, плакатам и методическим разработкам. Кроме того, лабораторные занятия призваны способствовать выполнению заданий по другим дисциплинам. Для этого теоретические вопросы, решение задач, получение практических знаний подаются в форме, аналогичной форме выполнения лабораторных работ. Порядок проведения занятий согласован как с подачей лекционного материала, так и с последовательностью выполнения аналогичных заданий.

Лабораторная работа № 1

ПРИБОРЫ И УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ

ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

1.1 Цель работы

Изучить разновидности и назначение устройств безопасности. Ознакомиться с устройством и принципом работы приборов безопасности.

1.2 Теоретическая часть

Правила безопасной эксплуатации крановых механизмов требуют применения приборов и устройств безопасности, обеспечивающих безаварийную эксплуатацию ГПМ, т.е. не допускающих перегрузки механизмов крана и его элементов, потери устойчивости крана из-за невнимательности, неоперативности крановщика и в других экстренных случаях, а также обеспечивающих электробезопасность обслуживающего персонала.

По принципу действия предохранительные устройства безопасности разделяют на **ограничители, указатели и сигнализаторы**. Ограничители являются основными устройствами, автоматически выключающими механизмы (группу механизмов) крана при возникновении опасной нагрузки или нарушении условий безопасной эксплуатации крана. Ограничители стоят в цепи управления крана и обеспечивают возобновление работы отключенных механизмов только для возвращения рабочего оборудования в безопасное положение. Так, например, при попытке поднять груз массой более допустимого, механизм подъема груза может быть включен только на его опускание, а механизм изменения вылета стрелы – на подъем стрелы для уменьшения вылета и соответственно опрокидывающего момента, действующего на кран от поднимаемого груза.

При срабатывании ограничителя высоты крюковой подвески (стрелы) соответствующий механизм может быть включен только на опускание.

Соответственно указатели и сигнализаторы предназначены для информирования об отклонении от заданного режима работы или приближении опасного положения крана и не отключают его механизм. При этом указатели регистрируют действительные параметры крана, а сигнализаторы предупреждают об их превышении или приближении рабочего органа крана к опасным зонам.

По назначению устройства подразделяют на ограничители грузоподъемности (грузового момента), рабочих движений механизмов, перекоса тележки или самого крана; указатели грузоподъемности (вылета стрелы и наклона крана); сигнализаторы приближения к ЛЭП, границы рабочей зоны наклона крана.

К ограничителям относят контакты электрической блокировки дверей кабины машиниста, посадочной площадки и крышки люка для выхода на настил моста крана. К устройствам безопасности также относят: звуковой сигнал; упоры, устанавливаемые по концам кранового пути; буферы; устройства для предотвращения запрокидывания стрелы крана; противоугонные устройства (захваты); приборы для измерения скорости (силы) ветра; устройства для гашения вибраций рабочего места крановщика.

Ограничители грузоподъемности предназначены для предотвращения перегрузки крана, которая может привести к обрыву грузовых канатов, поломке деталей механизмов, образованию трещин и остаточных деформаций в элементах металлоконструкции, к потере устойчивости стреловых кранов (для стреловых кранов – ограничители грузового момента). Данные ограничители отключают механизмы крана в случае превышения массы поднимаемого груза более чем на 10% номинальной грузоподъемности.

В современных грузоподъемных кранах преимущественно применяют механические ограничители грузоподъемности (ОГП) с упругими элементами в виде пружин или торсионов, уравнивающих нагрузки в зависимости от действия силы тяжести перемещаемого груза.

Датчик нагрузки механического ОГП с упругим элементом в виде цилиндрической пружины сжатия (рисунок 9.1, *а*) состоит из двух неподвижных блоков 3 и подвижного блока 10, между которыми проходит ветвь грузового каната 2. Серьга 9 соединяет подвижный блок 10 со штоком 6, свободный конец которого воздействует на рычаг 5 конечного выключателя 4. Усилие сжатия пружины 8, регулируемое гайкой 7, прижимает подвижный блок 10 к ветви каната 2 и вызывает ее поперечный прогиб. Установленная величина прогиба соответствует номинальной грузоподъемности крана. При подъеме груза 1 растягивающее усилие ветви каната уменьшает ее поперечный прогиб. В случае попытки поднять краном груз, превышающий по массе номинальную грузоподъемность крана на 25%, величина прогиба уменьшается и шток 6 воздействует на конечный выключатель 4, отключая привод механизма.

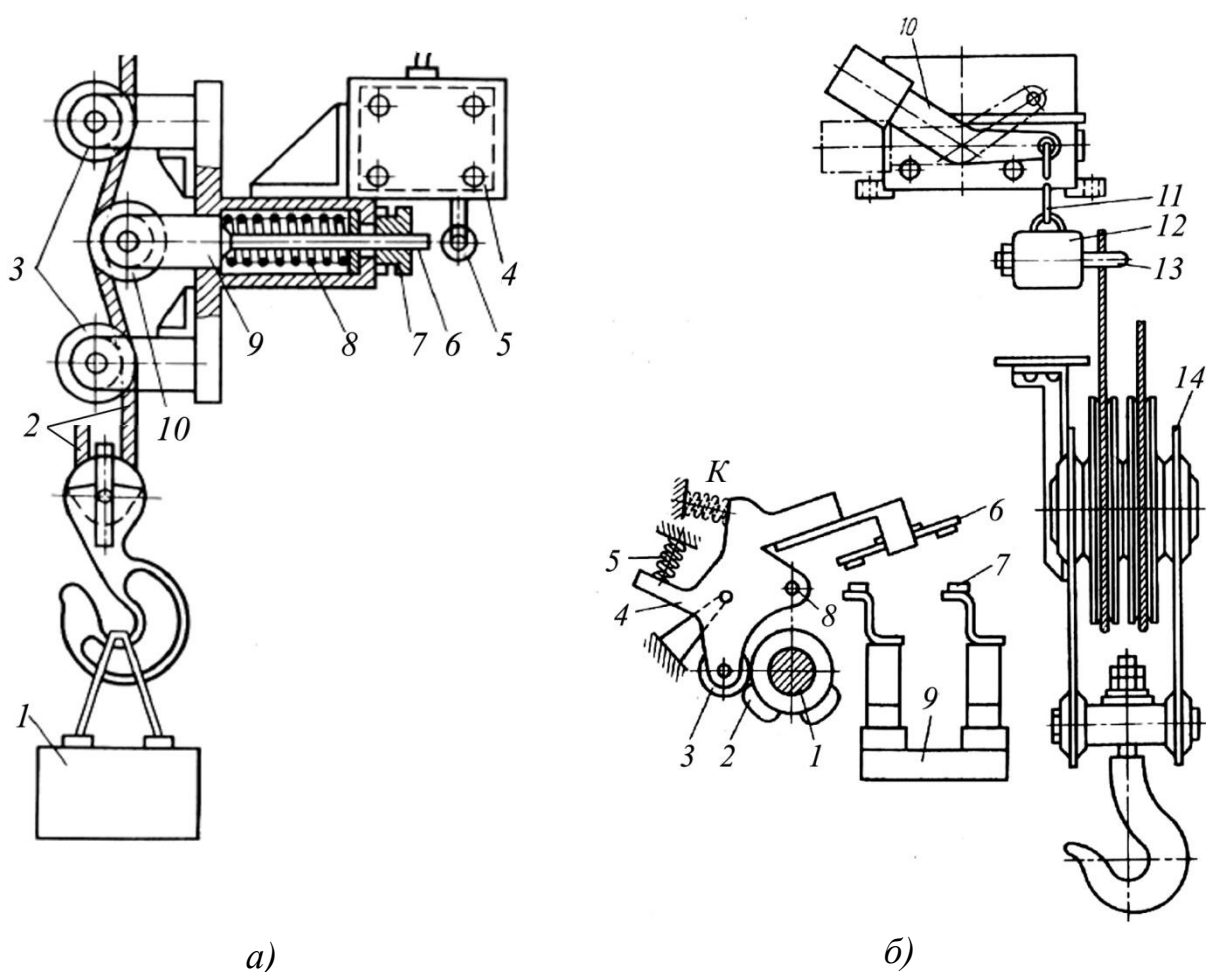


Рисунок 1.1 – Механический ОГП с упругим элементом в виде цилиндрической пружины (*а*); рычажный конечный выключатель (*б*)

Ограничитель пути движения крюковой подвески. Этот ограничитель автоматически отключает механизм при подходе крюковой подвески к крайнему верхнему положению. При срабатывании ограничителя зазор между верхом крюковой подвески и нижней частью, например, уравнительных блоков, установленных на грузовой тележке (барабана электротали), должен быть не менее 200 мм для кранов и 50 мм для электрических талей. В качестве ограничителя применяют конечные выключатели двух типов: рычажные и шпindelные.

Рычажный конечный выключатель типа КУ состоит из корпуса, на валу 1 которого закреплены кулачковые шайбы 2 (рисунок 9.1, б). При повороте вала с шайбами карболитовый рычаг 4 с контактными мостиками 6 замыкает неподвижные контакты 7, установленные на изолирующей подставке 9. Пружина 5 постоянно прижимает ролик 3 рычага 4 к кулачковым шайбам. Для размыкания контактов ролик 3 крепят на рычаге 4 осью 8, а пружину 5 ставят в положение К.

Выключатель имеет две цепи управления, два комплекта кулачковых шайб и рычагов с контактами, что обеспечивает различные схемы их замыкания. Например, при срабатывании ограничителя в верхнем положении конечный выключатель размыкает цепь управления приводом механизма для включения его на подъем груза и замыкает ее только для работы в противоположном направлении (на опускание груза).

В механизме подъема груза кранов применяют конечные выключатели КУ-703, установленные на раме грузовой тележки под уравнительными блоками (рисунок 9.1, б). На валу выключателя закреплен двуплечий рычаг 10 с противовесом, к свободному концу которого на тонком канате (цепи) 11 подвешен вспомогательный груз 12. При подходе крюковой подвески 14 к крайнему верхнему положению она приподнимает вспомогательный груз. Противовес поворачивает освободившийся двуплечий рычаг, и конечный выключа-

тель размыкает необходимые контакты. Для предотвращения раскачивания вспомогательного груза, последний связан скобой 13 с одной из ветвей грузового каната.

Крюковая подвеска может находиться как в верхнем положении, так и в нижнем. На практике чаще приходится ограничивать ее нижнее положение, лимитируемое длиной грузового каната (необходимо помнить, что на барабане лебедки всегда должны оставаться дополнительные витки, например при опускании груза в колодцы, прямки). Очевидно, что рассмотренные выше конструкции конечных выключателей выполнить этих требований не могут, поэтому применяют более сложные по конструкции компактные шпиндельные (приводные) конечные выключатели типа ВУ с встроенным червячным редуктором, связанным с одним из валов механизма подъема груза.

Ограничители пути движения крана и грузовой тележки устанавливают, если скорость их движения превышает 32 м/мин. Как правило, применяют ограничители механического типа, состоящие из рычажного конечного выключателя КУ-701 с самовозвратом рычага 2 в исходное положение и выключающей линейки 3 (рисунок 9.2).

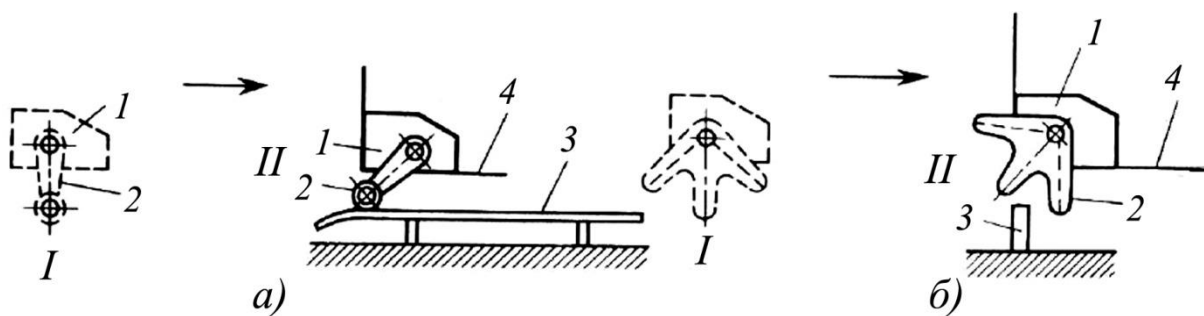


Рисунок 1.2 – Ограничитель пути движения грузовой тележки крана:
а – с выключающей линейкой; б – с отключающим упором

Конечный выключатель 1 механизма передвижения крана устанавливают на самом кране 4, а выключающую линейку закрепляют на крановом пути перед тупиковым упором. Для ограничения пути движения грузовой тележки выключатель также устанавливают на металлоконструкции крана, а выключающую двустороннюю линейку (с двумя загнутыми концами) – на

тележке. При воздействии линейки на ролик рычага конечного выключателя рычаг поворачивается по ходу механизма (из положения 1 в положение 11) и размыкает контакты.

Для смягчения возможного удара крана о **концевые упоры**, воспринимающие нагрузку при остановке, применяют упругие элементы – **буфера**. Их устанавливают на ходовых тележках кранов или рамах грузовых тележек. Буфера выполняют эластичными, пружинными либо гидравлическими (рисунк 9.3). Типовые эластичные буферы имеют литые амортизаторы, изготовленные из морозостойкой резины средней твердости.

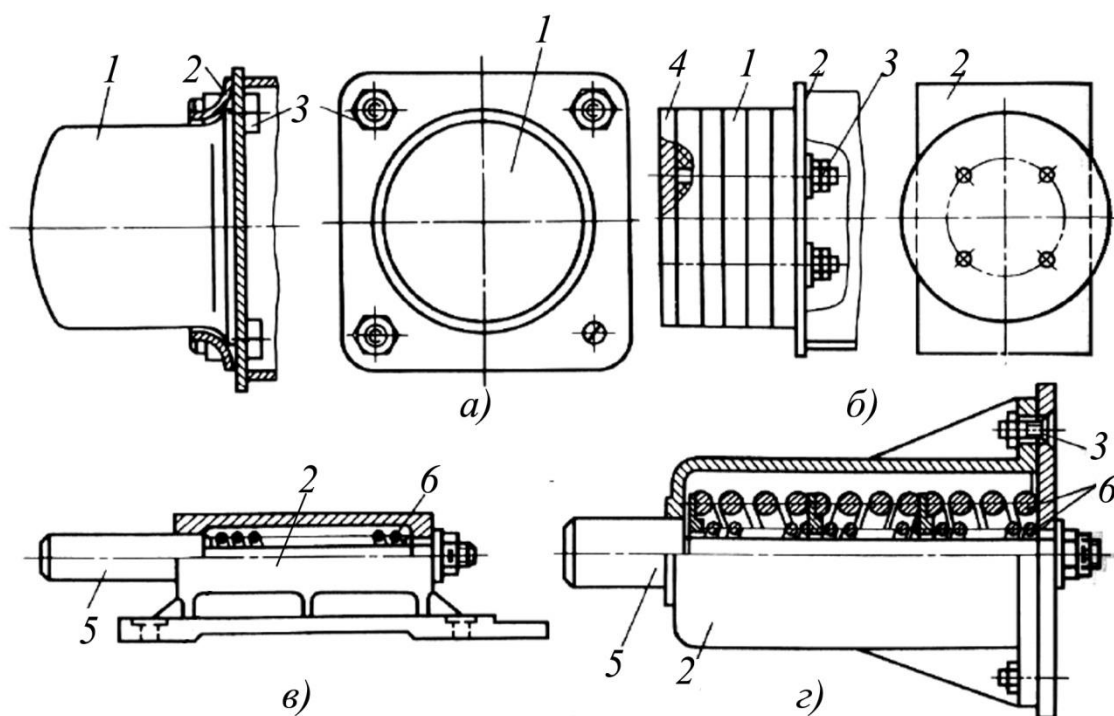


Рисунок 1.3 – Буфера с амортизатором:

а – литым; *б* – составным; *в*, *г* – пружинным; 1 – упругий элемент; 2 – корпус; 3 – крепежные болты; 4 – стальной диск; 5 – шток; 6 – пружина

Противоугонные устройства применяют с целью предупреждения самопроизвольного движения крана, работающего на открытом воздухе, по рельсовому пути под действием силы ветра.

По принципу действия противоугонные захваты разделяют на стопорные (фиксаторы), соединяющие кран с неподвижной опорой посредством закладных деталей, крюков и выдвижных упоров; остановки (нажимного типа),

действие которых основано на создании сил трения между головкой рельса и заторможенным колесом крана, и клещевые, зажимающие своими рабочими поверхностями боковые грани головки рельса.

Простая конструкция противоугонного клещевого устройства с ручным приводом, плоскими рабочими поверхностями и постоянным усилием удержания крана показана на рисунке 9.4. Устройство состоит из двух симметричных стальных рычагов 3, шарнирно соединенных серьгой 2 и установленных на ходовой тележке 4 крана.

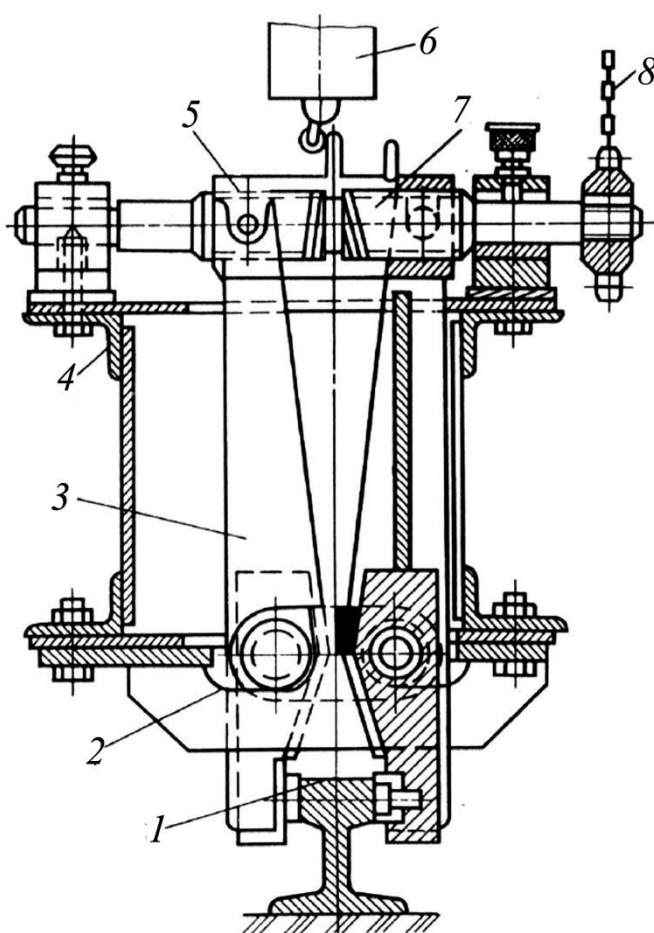


Рисунок 1.4 – Противоугонное устройство

Нижние (короткие) концы рычагов снабжены сменными плоскими губками, взаимодействующими с боковыми гранями головки рельса 1. Верхние губки закреплены гайки 5. Последние имеют левую и правую внутреннюю резьбу и связаны с ходовым винтом 7, при вращении которого гайки поступательно передвигаются в противоположные стороны вдоль оси винта, сжи-

мая или разжимая крановый рельс. Ходовой винт получает вращение от привода через цепную передачу 8. Рабочий ход рычагов 3 ограничивает конечный выключатель 6.

Ловители – устройства безопасности, автоматически затормаживающие и останавливающие кабину, например лифта, при возникновении любой неисправности в механизме подъема груза. Ловители конструктивно выполнены вместе с ограничителями скорости опускания кабины и срабатывают не только при обрыве каната, но и при превышении допускаемой скорости опускания кабины (1,15...1,4 от номинальной величины, но не менее 0,7 м/с). Работа ловителя основана на создании силы трения между взаимодействующими поверхностями грузоподъемника и направляющих. По конструкции различают следующие механические ловители: клиновые, роликовые, эксцентриковые. Эксцентриковые ловители применяют при скорости движения кабины менее 1 м/с, что обеспечивает ее остановку (посадку на ловители).

1.3 Порядок выполнения работы

1. Используя литературные источники [1, 2, 3, 4], лекции, методический материал (интернет) ознакомиться с работой и устройством заданного устройства безопасности (таблица 1.1).
2. Изучить их конструкцию, принцип действия и область применения.
3. Составить отчет в реферативной форме.

Таблица 1.1 – Выбор типа устройства

Вариант*	Тип устройства
1	Ограничители грузоподъемности
2	Ограничители пути движения крюковой подвески.
3	Ограничители пути движения крана и грузовой тележки
4	Буферные устройства
5	Противоугонные устройства
6	Ловители
7	Ограничители грузоподъемности
8	Ограничители пути движения крюковой подвески.
9	Ограничители пути движения крана и грузовой тележки
10	Буферные устройства

11	Противоугонные устройства
12	Ловители
13	Ограничители пути движения крюковой подвески. Ограничители пути движения крана и грузовой тележки
14	
15	Буферные устройства
16	Противоугонные устройства

*Номер варианта соответствует номеру студента в списке группы.

1.4 Указания к составлению отчета

Отчет должен содержать:

1. Название и цель работы.
2. Схемы и эскизы заданного устройства безопасности.
3. Подробное описание их конструкции, принципа действия и области применения.

1.5 Вопросы

1. Каково назначение приборов и устройств безопасности на кранах?
2. Что такое ограничитель грузоподъемности крана? Опишите его устройство и принцип действия.
3. Расскажите о видах ограничителей положения крюковой подвески.
4. Опишите устройство и принцип действия буфера.
5. На каких кранах применяются противоугонные устройства? Каково их устройство и принцип действия?
6. Опишите устройство и принцип работы ловителей. На каких кранах их ставят?

1.6 Список литературы

1. Александров, М. П. Грузоподъемные машины: учеб. для вузов / М. П. Александров, Л. Н. Колобов, Н. А. Лобков и др. – М. : Машиностроение, 1986. – 400 с.
2. Гайдамака, В. Ф. Грузоподъемные машины: учебник / В. Ф. Гайдамака. – К.: Выща школа, 1989. – 328 с.

3. Степыгин, В. И. Проектирование подъемно-транспортных установок: учебное пособие. / В. И. Степыгин, Е. Д. Чертов, С. А. Елфимов – М.: Машиностроение, 2005. – 288 с.

4. Кузьмин, А. В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. / А. В. Кузьмин, Ф. Л. Марон. – 2-е изд. перераб. и доп. – Минск: Вышэйшая школа, 1983. – 350 с.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

Совершенствование электрооборудования (4 часа)

1. Цель

- 1) ознакомление со специальной технической литературой;
- 2) уяснение условий развития электрического и электронного оборудования (ЭЭО) транспортных средств;
- 3) приобретение навыков оценки направлений совершенствования систем и приборов.

1. Формируемые компетенции

ПК-10, -14, -17.

3. Теоретическая часть

ЭЭО – одна из наиболее интенсивно совершенствуемых систем транспортных средств. Это процесс сопровождается:

- 1) количественным ростом числа бортовых приборов ЭЭО [4];
- 2) качественными изменениями, характеризующимися улучшением оценочных параметров, применением новых видов приборов, а так же изменениями конструкции, улучшающими потребительскими свойствами транспортных средств.

Целями совершенствования являются:

1. Улучшение характеристик рабочих процессов различных агрегатов автомобиля (двигателя, коробки передач, тормозной системы и пр.). Благодаря этому достигается повышения топливной экономичности, снижения вредного влияния отработанных газов автомобиля на окружающую среду, повышению безопасности движения.

Снижение расхода топлива происходит при использовании (здесь и далее речь идет только об электрических средствах) высокоэнергетических электронных систем зажигания с микропроцессорным регулированием мо-

мента зажигания, комплексные системы управления двигателем с впрыском топлива, систем управления переключения передач, включением рекуператора энергии, за счет снижения массы электрических агрегатов, при применении солнечных батарей для подзарядки аккумуляторов и др. Косвенно обеспечивает снижения расхода нефтяного топлива внедрение электромобилей.

Экологичность автомобиля улучшается при оптимизации работы двигателя микропроцессорной системы регулирования воздухо- и топливоподачи и угла опережения зажигания с обратной связью по составу отработавших газов.

Повышение безопасности движения связано с активной и пассивной безопасностью автомобиля. Устройство активной безопасности обеспечивает предотвращение дорожно-транспортных происшествий. Это системы антиблокировочные, противобуксовочные, курсовой устойчивости, регулирования характеристик подвески, автоматические системы торможения и предупреждения, регулирование микроклимата в салоне, управление головным освещением и др. Элементы пассивной безопасности снижают тяжесть последствий ДТП. Включение преднатяжителей ремней и надувных подушек безопасности, выключение двигателя при незастегнутых ремнях безопасности осуществляется с помощью электрических средств.

2. Повышение надежности работы автомобиля происходит за счет развитой системы контрольно-измерительных приборов, оптимального регулирования работы различных агрегатов, в том числе и по критериям недопущения нежелательных нагрузок.

3. Снижение трудоемкости и упрощение технического обслуживания.

4. Облегчение управления автомобилем и повышение привлекательности условий работы водителя.

5. Повышение эффективности управления движением транспортных потоков с помощью бортовых и внешних средств: устройство радиосвязи, детекторов определения местонахождения автомобиля, датчики учета количества пассажиров, устройства управления переключения светофоров и др.

На процесс совершенствования оказывают влияние условия разработки изделия и внедрения в производство [4]. При оценке свойств изделий необходимо учитывать тяжелые условия его эксплуатации на транспортных машинах, которые характеризуются следующими факторами:

- 1) климатическими (тепловое воздействие, влажность, атмосферное давление, пыль, песок);
- 2) механическими;
- 3) электрическими;
- 4) электромагнитными;
- 5) химическими;
- 6) радиационными;
- 7) воздействиями неквалифицированного обслуживающего персонала [4].

4. Оборудование и материалы

- 1) приборы ЭЭО и макеты приборов;
- 2) автомобиль;
- 3) компьютерная база информации о развитии ЭЭО;
- 4) компьютерный класс.

5. Методика и порядок выполнения работы

1. Сделать краткое описание основных элементов устройства прибора ЭЭО из списка, приведенного ниже, взяв за основу наиболее современный или наиболее известный, распространенный вариант конструкции.

Предлагаемые приборы: аккумуляторная батарея, генератор, регулятор напряжения, датчики систем зажигания, замок зажигания, катушка (модуль) зажигания, электронный коммутатор, свеча зажигания (искровая, накаливания), стартер, приборы управления режимом работы стартера, датчики и указатели для контрольно-измерительных приборов, щиток

приборов, фара головного освещения, источник света, приборы управления режимом включения источников света фар, отопитель, кондиционер, стеклоочиститель, электропроводка, реле включения приборов, топливный электронасос, электромагнитная форсунка, элементы АБС и ПБС, электрический усилитель рулевого управления и др.

2. Сформировать функциональные требования к данному прибору, используя материал учебника [1, 2, 3] и лекции.

3. Ознакомиться по реферативной и периодической информации [5] с предлагаемыми новыми конструкциями рассматриваемого прибора. Глубина поиска: минимум (2-3) года, максимум – не ограничивается. В отчете указывается библиографическая информация, отмечаются основные существенные конструктивные отличия нового прибора, достоинства и недостатки.

4. На основании обзора различных конструкций прибора составить заключение о перспективных направлениях развития конструкции на основании анализа соответствия предлагаемых изменений конструкции функциональным требованиям.

Результатом этого заключения может стать и авторское предложение студента о совершенствовании исследуемого прибора.

6. Содержание отчета, форма и правила оформления отчета

- 1) название работы, цели;
- 2) описание устройства прибора;
- 3) функциональные требования к прибору;
- 4) обзор развития конструкций;
- 5) заключение о наиболее перспективном, ожидаемом направлении совершенствования конструкции.

Форма представления – рукописный текст и конструктивные схемы агрегатов на листах формата А4. Отчет представляется преподавателю на проверку к концу занятия или к началу следующей работы.

7. Контрольные вопросы по теме работы

1. Какие показатели можно использовать для оценки процесса совершенствования технических устройств?
2. Какие цели достигаются при совершенствовании ЭЭО?
3. Какие факторы сдерживают развитие ЭЭО?
4. Какие наиболее существенные отличия имеют разрабатываемые новые конструкции рассматриваемого прибора?

8. Список рекомендуемой литературы

[1 – 7].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

Чтение электрических схем

1. Цель

- ознакомление со стандартизированными условными графическими обозначениями элементов электрооборудования автомобилей и приобретение навыков чтения и составления электрических схем.

2. Формируемые компетенции:

ПК-10, -14, -17.

3. Теоретическая часть

Графические символы элементов принципиальных электрических схем и их позиционные обозначения являются «азбукой» электрических схем. Освоение этого материала является необходимым условием выполнения анализа рабочих процессов в электрооборудовании автомобилей и поиска неисправностей.

Электрические схемы – это чертежи, которых составные части приборов и связи между ними показаны условно в виде символов. Детализация схемы с помощью графических символов позволяет судить об особенностях функциональных частей и деталях, из которых они состоят, и процессах, протекающих в отдельных частях и устройствах в целом. В электрической и электронной технике в целом схемы по назначению делятся на структурные, функциональные, принципиальные, схемы соединений, монтажные и др. Для автомобильной техники применяют, в основном, два вида электрических схем:

- 1) принципиальные;
- 2) схемы соединений.

Кроме того, на автозаводах используют монтажные схемы, необходимые для правильной установки приборов на автомобиль, а также чертежи

жгутов, показывающие, какие провода входят в жгут, геометрические размеры жгута, клеммные колодки и наконечники жгута.

Принципиальная схема дает наиболее полное представление об устройстве и принципе действия объекта. Главные питающие цепи располагают горизонтально, а потребители электрической энергии включаются между ними и «массой» автомобиля. Графические символы отдельных элементов установлены стандартами (ГОСТ 2.701-84, 2.737-68, 2.755-74, 2.723-68, 2.742-68). Наиболее употребительные из них приведены в Приложении 1, табл.1. Примеры представления принципиальной электрической схемы: [2].

На схеме соединений расположение деталей электрооборудования относительно друг друга должно соответствовать их фактическому размещению на автомобиле. Изделия изображаются в виде схематических контуров, отражающих реальные очертания прибора. Здесь показывается группировка проводов в жгуты, взаимное расположение жгутов должно соответствовать их действительной трассировке на автомобиле.

Кроме того, провода, используемые в автомобильных электрических системах, имеют определенный цвет изоляции (так называемое, цветовое кодирование), что позволяет идентифицировать ее. Рядом с каждым проводом на схеме электрических соединений стоят буквы цветового кода. Эти коды помогают найти правильный провод на автомобиле. Провода не всегда имеют изоляцию одного цвета. Двухцветные провода обычно обозначаются двойными кодами. Когда схема электрических соединений имеет двойные коды, первый код - основной цвет провода, а второй код - цвет маркировки (полосы, точки или галочки) на проводе. Например, провод В/Р - это черный провод с красной маркировкой. Провод GY/O – это серый провод с оранжевой полосой или маркировкой. Черный провод с белой полосой обозначается В/W.

Функциональные требования к графическому исполнению схем:

- 1) быть наглядными и легко читаемыми;

- 2) обеспечивать анализ возможных неисправностей в цепях;
- 3) давать возможность проследить пути тока в электрических цепях;
- 4) отражать фактическую прокладку и группировку проводов в жгуты.

Соединяющие элементы (выключатели, переключатели, реле и пр.) всегда показываются в виде, соответствующем отключенному (обесточенному) состоянию прибора. Рядом с графическим символом указывают некоторые дополнительные сведения (буквенное позиционное обозначение элемента, тип элемента, основные номинальные параметры), которые улучшают чтение схемы. Стандартные позиционные обозначения элементов приведены в Приложении 2.

При выполнении работ по обслуживанию электрических систем, их диагностике чтение электросхемы, как технологическая процедура, используется в следующем образом:

- 1) Удостоверьтесь в правильности имеющейся у вас схемы электрических

соединений, т.е. в том, что она подходит для автомобиля, с которым вы работаете.

- 2) Тщательно просмотрите раздел “Общая информация”, чтобы ознакомиться с цветовыми кодами проводов, общими штекерными разъемами, нахождением точек заземления и т.д.

- 3) Найдите раздел, который содержит проблемную электрическую цепь или

элемент. Найдите точку заземления элемента на “массу” и проследите электрическую цепь вплоть до ее источника питания. Удостоверьтесь в том, что вы можете проследить всю электрическую цепь от источника питания через все плавкие предохранители, переключатели, реле и т.д. к элементу и обратно к источнику питания через “массу”.

- 4) Определите, является ли электрическая цепь последовательной, параллельной, переключаемой на “массу”, с нагрузкой через “массу” и т.д.

Определите направление электрического тока в электрической цепи.

5) Спрогнозируйте штатную работу электрической цепи. Разделите электрическую цепь на меньшие участки и найдите удобную точку для проверки электрической цепи или подозреваемого проблемного элемента.

6) Найдите проверочную точку на автомобиле и спрогнозируйте значения напряжения, силы тока или сопротивления в проверочной точке. Проверьте электрическую цепь, используя соответствующий прибор (омметр, вольтметр, амперметр и т.д.). Определите, результаты проверки соответствуют номинальным значениям при работе электрической цепи или спецификациям, данным в Руководстве по ремонту?

4. Оборудование и материалы

Используются макеты агрегатов, плакаты, видео-презентации по отдельным системам, интернет-ресурсы.

5. Методика и порядок выполнения работы

5.1. Выбрать модель автомобиля (по желанию или по предложению преподавателя).

5.2. Из предоставленной или найденной в интернет-ресурсах принципиальной электрической схемы всего электрооборудования данного автомобиля выделить элементы, относящиеся к отдельной функциональной подсистеме электрооборудования, предложенной преподавателем или выбранной из примерного списка:

- 1) внешнее освещение,
- 2) звуковая сигнализация,
- 3) система электроснабжения,
- 4) система включения вентилятора отопителя,
- 5) система пуска,

6) система зажигания,

7) система включения стеклоочистителя и т.п.

5.3. Составить отдельную принципиальную электрическую схему выбранной (по согласованию с преподавателем) подсистемы.

5.4. Для каждого элемента схемы указать буквенно-цифровое позиционное обозначение.

5.5. Сделать описание принципа действия данной подсистемы.

6. Содержание отчета, форма и правила оформления отчета

1) название работы, цели;

2) принципиальная электрическая схема подсистемы с обозначениями элементов;

3) описание принципа действия подсистемы.

7. Контрольные вопросы по теме работы

1. Какие виды электрических схем применяют в различных областях техники?

2. Какие виды электрических схем наиболее употребительны для автомобильного электрооборудования?

3. Что обозначает цветовое кодирование проводов на электросхемах?

4. Сформулируйте функциональные требования к электросхемам?

5. Приведите примеры стандартных позиционных обозначений элементов на электросхемах.

6. Каковы особенности использования электросхем в технологической процедуре поиска неисправности?

8. Список литературы.

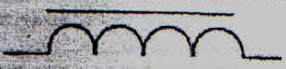
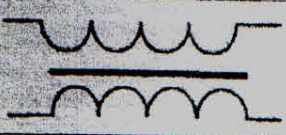
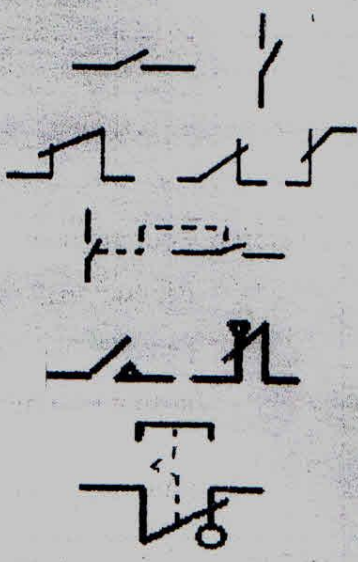
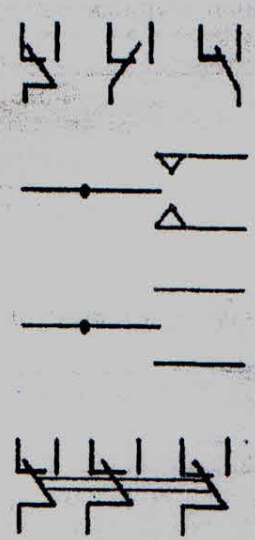
[1,2,9]

9. Приложения.

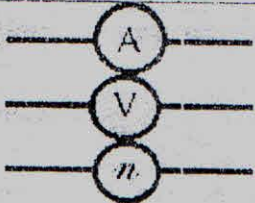
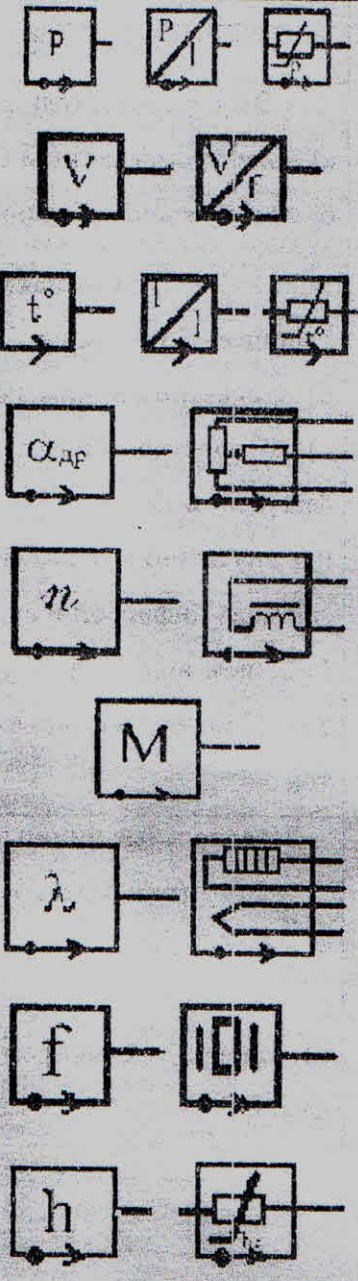
Приложение 1.

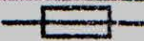
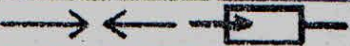
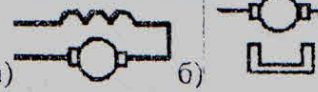
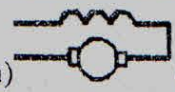
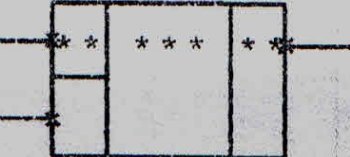
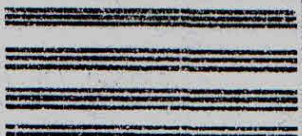
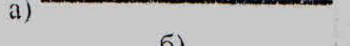
Таблица 1 – Символы элементов

№	Название элемента	Символ
1	Пересечение электрических проводников: с соединением; без соединения.	
2	Экранированный провод, жгут	
3	Резистор: постоянный; переменный (в общем); реостат; потенциометр; подстроечный.	
4	Нелинейный терморезистор с отрицательным температурным коэффициентом	
5	Фоторезистор	
6	Конденсатор: постоянной ёмкости оксидный «электролитический»	
7	Конденсатор переменной ёмкости	
8	Конденсатор подстроечный	

9	Катушка индуктивности	
10	Катушка с магнитопроводом	
11	Трансформатор	
12	Выключатель: а) с замыкающим контактом; б) с размыкающим контактом; в) сложный с разнесёнными в схеме контактами; г) с нефиксирующимся контактом; д) кнопочный без самовозврата с возвратом посредством повторного нажатия на кнопку.	
13	Переключатель: а) с фиксацией в двух крайних положениях; б) с фиксацией в крайних и в нейтральных положениях; в) с фиксацией в нейтральном и без фиксации в крайних положениях; г) двухпозиционный многоконтактный;	

	д) многопозиционный галетный; е) многопозиционный кулачковый (соединения вертикальные); ж) многопозиционный (соединения горизонтальные).	
14	Электромагнитное реле: а) с одной обмоткой; б) с двумя обмотками.	
15	Реле с магнитоуправляемыми контактами (геркон)	
16	Соединители: а) штепсельный разъем (штырь-гнездо); б) разборное соединение под винт, зажим и проч.; в) многоконтактный соединитель.	
17	Диод	
18	Диодный выпрямитель а) однофазный; б) трехфазный.	

29	Электроизмерительные приборы. а) амперметр; б) вольтметр; в) тахометр.	
30	Датчик: а) давления; б) скорости автомобиля; в) температуры; г) положения дроссельной заслонки; д) положения коленчатого вала; е) массового расхода воздуха; ж) кислорода в отработавших газах (с подогревом); з) детонации (пьезоэлектрический); и) уровня топлива в баке.	

31	Электрохимический источник тока	
32	Солнечный источник тока	
33	Предохранитель	
34	Искровой разрядник	
35	Электродвигатель постоянного тока: а) с электромагнитным возбуждением; б) с возбуждением от постоянных магнитов.	 а)  б) 
36	Лампа накаливания: а) общее обозначение; б) со спектром видимого излучения; в) со спектром невидимого излучения (инфракрасным); г) с внутренним отражающим слоем.	   
37	Элемент цифровой и аналоговой техники (в общем виде), где – условные знаки указателей, меток, обозначений функций элементов	
38	Параллельные линии электрической связи (при большом их числе): а) с разбивкой по 3; б) условно – слиянием в одну утолщенную линию.	 а)  б) 

Приложение 2.

Таблица 2 – Буквенные обозначения элементов

№ п/п	Наименование элемента	Обозначение
1	2	3
1	Преобразователи неэлектрических величин в электрические (кроме генераторов и источников питания) и электрических в неэлектрические, датчики	B
2	Громкоговоритель	BA
3	Конденсатор	C
4	Микросхема аналоговая интегральная	DA
5	Микросхема интегральная цифровая	DD
6	Лампа осветительная	EL
7	Разрядники, предохранители, устройства защиты	F
8	Предохранитель плавкий	FU
9	Генераторы, источники питания, кварцевые генераторы	G
10	Батарея гальванических элементов, аккумуляторов	GB
11	Устройства индикаторные, сигнальные	H
12	Прибор звуковой сигнализации	HA
13	Индикатор символьный	HG
14	Прибор световой сигнализации	HL
15	Реле, контакторы, пускатели	K
16	Катушка индуктивности, дроссель	L
17	Двигатель	M

1	2	3
18	Прибор измерительный	P
19	Амперметр (милли-, микро-)	PA
20	Измеритель времени действия, часы	PT
21	Вольтметр	PV
22	Резистор	R
23	Терморезистор	RK
24	Выключатель или переключатель	SA
25	Выключатель кнопочный	SB
26	Трансформатор	T
27	Приборы полупроводниковые	V
28	Диод, стабилитрон	VD
29	Транзистор	VT
30	Тиристор	VS
31	Антенна	WA
32	Соединение контактное	X
33	Штырь контактный (вилка)	XP
34	Гнездо контактное (розетка)	XS
35	Соединение разборное	XT
36	Электромагнит	YA
37	Фильтр	Z

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

Устройство стартерных аккумуляторных батарей

1. Цели

- 1) изучение назначения, состава элементов и принципа действия агрегата;
- 2) изучение маркировки отечественных аккумуляторных батарей;
- 2) приобретение навыков формулирования устройства агрегата.

2. Формируемые компетенции

ПК-1,5,6.

3. Теоретическая часть

Автомобильная аккумуляторная (АБ) батарея выполняет четыре функции: во-первых, она питает стартер при запуске двигателя; во-вторых, от нее потребляют энергию некоторые электрические устройства при неработающем двигателе, например, габаритные огни, аудио-аппаратура, электронные блоки управления и др.; в-третьих, сглаживает пульсации напряжения в системе электрооборудования. И, наконец, он «помогает» генератору, когда при увеличении электрической нагрузки напряжение генератора падает ниже ЭДС аккумуляторной батареи.

Свинцовая стартерная аккумуляторная батарея (АБ) — вторичный источник электрической энергии. Это значит, что после разряда ее работоспособность можно полностью восстановить при помощи заряда — пропускания электрического тока в направлении, обратном тому, в котором протекал ток при разряде.

Стандартный автомобильный аккумулятор состоит из шести 2-вольтовых элементов. Каждый элемент состоит из свинцовых решетчатых пластин, покрытых активным веществом и погруженных в кислотный электролит.

Отрицательные пластины покрыты мелкопористым свинцом, а положительные диоксидом свинца. Когда к аккумулятору подключают нагрузку, активное вещество вступает в химическую реакцию с сернокислотным электролитом, вырабатывая электрический ток. На пластинах при этом осаждается сульфат свинца, и электролит, соответственно, истощается. При зарядке эта реакция проходит в обратном направлении, и способность аккумулятора давать ток восстанавливается.

Работает АБ по принципу превращения электрической энергии в химическую (при заряде) и обратном превращении — химической энергии в электрическую (при разряде).

Электролит — водный раствор серной кислоты плотностью 1,28 г/см³, который, как и активная масса электродов, принимает участие в токообразующем процессе.

В процессе разряда активная масса как положительного, так и отрицательного электродов превращается в сульфат свинца (белого цвета). Поэтому теория, описывающая химические процессы, протекающие при заряде и разряде свинцового аккумулятора, называется теорией двойной сульфатации. При этом плотность электролита снижется к концу разряда до 1,08-1,10 г/см³.

Сегодня наиболее распространены автомобильные АБ номинальным напряжением 12 В. Их емкость составляет от 36 до 190 А•ч.

В зависимости от применяемых при производстве материалов и используемых конструктивных, технологических и эксплуатационных особенностей, современные батареи можно подразделить на два основных вида: классического исполнения (обслуживаемые) и необслуживаемого исполнения.

Оценочные показатели конструкции и рабочего процесса аккумуляторной батареи:

- 1) количество аккумуляторов в батарее;
- 2) назначение батареи;

- 3) номинальная емкость;
- 4) плотность электролита;
- 5) омическое сопротивление;
- 6) ЭДС аккумуляторной батареи;
- 7) ток холодной прокрутки;
- 8) резервная емкость;
- 9) энергозапас.

4. Оборудование и материалы

- 1) Планшет «Аккумуляторные батареи» (с разрезами).
- 2) Плакаты.
- 3) Файл-презентация «Аккумуляторные батареи».

5. Методика и порядок выполнения работы

- 1) Изучить материалы презентации «Аккумуляторные батареи».
- 2) Сформулировать ответы на вопросы:
 - исторические этапы развития;
 - достоинства свинцовых (кислотных) АБ;
 - основные элементы конструкции АБ;
 - что представляет собой электролит;
 - какие процессы физико-химические процессы происходят в батарее при заряде и разряде;
 - понятие об основных оценочных параметрах АБ;
 - особенности устройства батарей типа AGM;
 - устройства газоотвода и защиты от воспламенения газов;
 - информация в надписях на АБ;
 - особенности необслуживаемых батарей;
 - устройство индикаторов уровня электролита;
 - особенности условий мест расположения АБ на автомобиле и их учет в конструкции АБ;

- устройства аварийного отключения АБ от сети.

3) Осмотреть батарею (вид – по заданию преподавателя) и пояснить ее устройство.

6. Содержание отчета, форма и правила оформления отчета

В отчете приводятся:

- 1) название работы, цели;
- 2) конспект содержания презентации;
- 3) перечень применяемого оборудования, их краткие характеристики;
- 4) описание устройства АБ по заданию.

Форма представления – рукописный текст и конструктивные схемы элементов конструкции. Отчет представляется преподавателю на проверку к концу занятия или к началу следующей работы.

7. Контрольные вопросы по теме работы

- 1) Какое из функциональных требований к АБ можно считать основным?
- 2) Какое влияние на качества АБ оказывает сурьма в сплаве электродов?
- 3) За счет каких конструктивных особенностей необслуживаемые АБ имеют лучшие пусковые качества?
- 4) Какие основные физико-химические процессы происходят в АБ при заряде и разряде?
- 5) Как влияет сила разрядного тока на фактическую емкость АБ?

8. Список рекомендуемой литературы

[1, 2, 3, 7]

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 5

Оценка технического состояния аккумуляторной батареи

1. Цели

- ознакомление со средствами и получение навыков проверки состояния АБ при техническом обслуживании.

2. Формируемые компетенции

ПК-1,5,6.

3. Теоретическая часть

На современных автомобилях используются различные виды аккумуляторных батарей:

А) низковольтные свинцовые кислотные – в качестве стартерных (см. Лабораторная работа № 3);

Б) высоковольтные (200-288 В) щелочные – на гибридных автомобилях в качестве пусковых источников, а также накопительных устройств для регенерируемой механической энергии от ДВС и колес автомобиля и как питающих источников – для маршевого электродвигателя.

Особое назначение автомобильных АБ и условия эксплуатации определяют функциональные требования к ним:

- 1) минимальное внутреннее сопротивление;
- 2) высокая ЭДС;
- 3) высокая электрическая емкость при малых массе и габаритах;
- 4) быстрое восстановление емкости при заряде;
- 5) сохранение работоспособности в широком диапазоне температур и разрядных токов;
- 6) слабый саморазряд;
- 7) высокая механическая прочность;
- 8) большой срок службы;

- 9) малые затраты времени и средств на техническое обслуживание;
- 10) безопасность эксплуатации.

Важное значение для поддержания соответствия состояния АБ функциональным требованиям имеет правильная проверка и техническое обслуживание. Основные группы работ при этом: визуальный осмотр, очистка, проверка креплений, измерение оценочных параметров.

Корпус и крышка АБ не должны иметь повреждений. Из повреждённого корпуса или через повреждённую крышку электролит может вытечь. Вытекший электролит может стать причиной сильных повреждений автомобиля. Детали, контактировавшие с электролитом, следует немедленно обработать нейтрализатором кислоты или щелочным раствором. Ремонтировать АБ с повреждённым корпусом или крышкой запрещается. Такие АБ подлежат обязательной замене.

Полюсные выводы и клеммы полюсных выводов АБ не должны иметь повреждений. Клеммы полюсных выводов должны быть правильно установлены и затянуты соответствующим моментом затяжки. Если клеммы полюсных выводов установлены и затянуты неправильно, это может привести к сбоям в электропитании. Следствием этого будут значительные нарушения в работе системы электрооборудования. Безопасная эксплуатация такого автомобиля не может быть гарантирована.

Для того чтобы АБ была защищена от вредного теплового воздействия, теплозащита АБ (например, теплозащитный кожух) должна быть закреплена на ней надлежащим образом. Если АБ недостаточно защищена от тепла, коррозия решётки пластины положительного электрода повышается из-за слишком высокой температуры.

Необходимо проверить правильность фиксации защёлки прижимной планки АБ на отбортовке батареи. При необходимости следует ис-

пользовать переходники. Болт крепления необходимо затягивать предписанным моментом затяжки. Недостаточное крепление может привести к сокращению срока службы АБ из-за повреждений, полученных ею в результате тряски. Решётчатые пластины АБ могут получить повреждения, и АБ может взорваться. Неправильное крепление прижимной планкой может привести к повреждению корпуса АБ. Недостаточная фиксация АБ приводит к снижению безопасности при столкновении. Автомобили более раннего выпуска требуют установки АБ с более высокой отбортовкой, т. е. требуется применение соответствующих переходников для отбортовки АБ. В ходе технического осмотра проверяется надёжность крепления АБ.

Правильный уровень электролита в АБ является важным фактором обеспечения эксплуатационной безопасности батареи. При слишком низком уровне электролита токопроводящие свинцовые детали (перемычки пластин, межэлементные перемычки и ушки) выступают над полублоком пластин и больше не погружены в электролит. Возникает коррозия этих свинцовых деталей. Возможные последствия могут простираться от сбоев в электропитании до взрыва АБ. При слишком высоком уровне электролита он может вытекать из АБ и повреждать прилегающие детали. Определить уровень электролита в АБ можно по индикатору уровня электролита или снаружи с помощью меток «MAX» или «max» и «min» на прозрачном корпусе АБ. При визуальной проверке уровня электролита снаружи через прозрачный корпус АБ необходимо контролировать одинаковый уровень

электролита во всех гальванических элементах. Существенная разница уровня (например, больше 10 мм) указывает на внутреннюю неисправность АБ.

4. Оборудование и материалы

Для оценки состояния батареи, имеющей заливные пробки, в данной работе используются мерная трубка, денсиметр, термометр, цифровой мультитестер, нагрузочная вилка. В качестве современных средств для оценки состояния АБ любого типа используются специализированные электронные тестеры типа Midtronics, позволяющие автоматизировать процесс испытаний и имеющие, в частности, функцию запоминания результатов теста и формирования файла данных.

5. Методика и порядок выполнения работы

1) По марке АБ и справочной литературе [5] определить особенности конструкции испытуемой АБ.

2) Выполнить осмотр внешнего состояния АБ и ее очистку.

3) Измерить:

- уровень электролита (в каждом аккумуляторе) – если имеется доступ к заливным горловинам;
- плотность электролита;
- напряжение на аккумуляторах без нагрузки и под нагрузкой;
- температуру электролита (достаточно в среднем аккумуляторе).

Результаты измерений представить в табличной форме с указанием номеров (условных) аккумуляторов в батарее.

3) Привести среднюю для батареи плотность электролита к нормальной температуре (+25 С°):

$$\gamma_{25} = \gamma_t - 0,0007(25 - t_{\text{э}}), \quad \text{г/см}^3, \quad (1)$$

где γ_t - среднеарифметическая плотность в аккумуляторах;

$t_{\text{э}}$ - температура электролита, С°.

4) Рассчитать степень разряженности АБ:

$$\Delta C_p = ((\gamma_3 - \gamma_{25}) / (\gamma_3 - \gamma_p)) \cdot 100, \% \quad (2)$$

где γ_3 - плотность электролита полностью заряженной АБ для данной климатической зоны [1, 2];

γ_p - плотность электролита полностью разряженной АБ.

$$\gamma_p = (\gamma_3 - 0.16), \text{ г/см}^3 \quad (3)$$

5) Проверка тестером Midtronics:

- подключить клеммы питания тестера к АБ;
- включить кнопку «Питание»;
- выбрать режим «Проверка аккумулятора»;
- выбрать режим «Подключенные к АБ клеммы бортовой сети» или «Нет»;
- выбрать тип АБ (обычный, AGM, или спиральный);
- выбрать национальный стандарт (SAE, DIN, EN или др.) по которому промаркирована АБ (посмотреть на корпусе);
- задать номинальное значение тока холодной прокрутки (из маркировки);
- направить корпус тестера излучателем инфракрасного датчика температуры на АБ (расстояние около 50мм);
- дождаться окончания процесса измерения тестером и расчета оценочных параметров (по индикатору часов на дисплее);
- прочесть на дисплее результат (общая рекомендация тестера о батарее: «хорошее состояние», «подзарядить», «заменить» или др.; напряжение без нагрузки; ток холодной прокрутки из-

меренный, ток холодной прокрутки номинальный; температура батареи; степень разряженности).

- б) Сформулировать заключение о состоянии батареи, используя для этого все измеренные и рассчитанные параметры и учитывая значимость каждого аккумулятора в батарее.

6. Содержание отчета, форма и правила оформления отчета

В отчете приводятся:

- 1) название работы, цели;
- 2) перечень применяемого оборудования и приборов, их краткие характеристики;
- 3) результаты испытаний;
- 4) результаты расчетов;
- 5) заключение о состоянии АБ.

Форма представления – рукописный текст на листах формата А4. Отчет представляется преподавателю на проверку к концу занятия или к началу следующей работы.

7. Вопросы для защиты работы

- 1) Каково назначение нагрузочной вилки?
- 2) Каков физический смысл коэффициента 0,0007 в формуле (1)?
- 3) Если плотность электролита меньше номинальной на 0,01 г/см³ какова степень разряженности батареи?
- 4) Каково расчетное время подзаряда данной батареи до полностью заряженного состояния?
- 5) В чем смысл использования высоковольтных АБ на транспортных средствах?

8. Список рекомендуемой литературы

[1-3], [7].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 6

Система пуска

1. Цели

- 1) освоить методику экспериментально-аналитического определения электромеханических характеристик стартера;
- 2) определить оценочные параметры стартера.

2. Формируемые компетенции

ПК-1,5,6.

3. Теоретическая часть

Электромеханическими характеристиками называется зависимость напряжения на стартере, мощности на валу стартера, крутящего момента, частоты вращения вала и КПД в функции от тока, потребляемого стартером [1]. Напряжение на стартере определяется вольт - амперной характеристикой аккумуляторной батареи с учетом падения напряжения в стартерной цепи. Так же задающими свойствами стартера являются характеристики крутящего момента и частоты вращения вала. Чтобы экспериментально исследовать эти и другие зависимости, необходимо проводить испытания стартера на тормозном стенде с изменяемым моментом сопротивления и при этом измерять крутящий момент на вращающемся валу. В данной работе используется другой, экспериментально - аналитический метод определения характеристик, при разработке которого использована особенность электродвигателя постоянного тока с последовательным возбуждением, заключающаяся в том, что его крутящий момент определяется силой тока и не зависит от приложенного напряжения [1, 2, 3, 10]. При этом крутящий момент измеряется только в режимах полного торможения при различных токах, задаваемых за счет varia-

ции электрических сопротивлений стартерной цепи, а значения частоты вращения вала для искомой характеристики при соответствующих токах рассчитываются по формуле:

$$n_i = f_n \cdot (U_{\delta i} - U_{ci}) / (1 - \exp(-b \cdot I_{ci})), \quad \text{мин}^{-1}, \quad (1)$$

где
$$f_n = 30 \cdot I_c / (\pi \cdot M_{\max});$$

I_{ct} – ток в режиме номинального полного торможения (без дополнительного сопротивления в стартерной цепи);

$M_{\max}$ – крутящий момент на этом режиме;

$U_{\delta i}$, U_{ci} и I_{ci} – напряжение на батарее, напряжение на стартере и ток на стартере в i -х режимах «искусственных» полных торможений стартера (с дополнительными сопротивлениями в стартерной цепи);

$$b = -(\ln(1 - \lambda)) / I_{cx};$$

$$\lambda = 30 \cdot E_x \cdot I_{cx} / (\pi \cdot n_{xx} \cdot M_{\max});$$

$$E_x = U_{cx} - U_{ct} \cdot I_{cx} / I_{ct};$$

где I_{cx} , U_{cx} и n_{xx} – ток, напряжение на стартере и частота вращения на холостом ходу стартера.

По полученным экспериментально значениям крутящего момента в режимах «искусственных» полных торможений и определенных по формуле (1) значениям частоты вращения далее рассчитываются зависимости мощности и КПД стартера от тока.

4. Оборудование и материалы

Испытания проводятся на специальной установке, созданной на базе стенда КИ-968 [10]. Электрическая часть установки содержит испытуемый стартер, аккумуляторную батарею, магазин сопротивлений, коммутационную аппаратуру, измерительные приборы. Кроме того, используется нагружаю-

щий механизм с месдозой для измерения крутящего момента и механический тахометр часового типа. Давление p в месдозе, измеряемое манометром, пропорционально крутящему моменту на валу стартера:

$$M_c = \kappa \cdot p, \text{ Нм}, \quad (2)$$

где κ – коэффициент пропорциональности;

p – давление в единицах шкалы манометра.

5. Методика и порядок выполнения работы

5.1. Определить по технической характеристике [6] основные номинальные оценочные параметры испытываемого стартера и внести в таблицу 1.

Таблица 1 – Оценочные параметры стартера.....

№ параметра	Название параметра	Значение параметра	
		справочное	экспериментальное
1			
2			
3			
...			
m			

5.2. Испытать стартер в режиме холостого хода, зафиксировав по приборам ток холостого хода I_{cx} , напряжение на стартере U_{cx} и частоту вращения вала n_{xx} . Результаты в таблицу 2.

Таблица 2 – Параметры режима холостого хода

$I_{cx}, \text{ А}$	$U_{cx}, \text{ В}$	$n_{xx}, \text{ об/мин}$

5.3. Испытать стартер в режиме номинального полного торможения.

Результаты измерений – в таблицу 3.

Таблица 3 – Параметры режима номинального полного торможения

$I_{\text{ст}}, \text{А}$	$U_{\text{ст}}, \text{В}$	$p, \text{ед.}$	$M_{\text{max}}, \text{Нм}$

Примечание: M_{max} – рассчитывается по (2).

5.4. Испытать стартер в режимах «искусственных» полных торможений, для чего включать в цепь питания стартера дополнительные сопротивления из магазина сопротивлений. Результаты – в таблицу 4.

Таблица 4 – Параметры режимов «искусственных» полных торможений

Опыт	Ток стартера	Напряжение на батарее	Напряжение на стартера	Давление в месдозе	Момент стартера
	$I_c, \text{А}$	$U_b, \text{В}$	$U'_c, \text{В}$	$p, \text{ед.}$	$M_c, \text{Нм}$
1					
2					
...					
q					

Примечание: M_c – рассчитывается по (2).

5.5. Рассчитать по формуле (1) величины частот вращения вала стартера, используя данные таблицы 4 и с учетом значений из таблицы 2 и 3.

5.6. Для всего рабочего диапазона токов стартера ($I_c = I_{\text{сх}} \dots I_{\text{ст}}$) представить в таблице 5 значения U_c , n и M_c на основании значений таблиц 2, 3, 4 и п. 5.5., причем $U_c = U_b$, а общее количество точек равно сумме режимов испытаний по данным таблиц 2, 3 и 4.

Таблица 5 – Электромеханические характеристики

№ точек	I_c	U_c	n	M_c	N_c	$N_{эл}$	η
	А	В	Об/мин.	Нм	Вт	Вт	-
1							
2							
3							
.....							
(q+2)							

5.7. Для каждого значения тока в таблице 5 рассчитать:

1) мощность на валу $N_c = M_c \cdot n / 9.55$, Вт;

2) мощность тока $N_{эл} = I_c \cdot U_c$, Вт;

3) КПД стартера $\eta = N_c / N_{эл}$.

Примечание: Обработка результатов испытаний и расчет электромеханических характеристик могут быть выполнены с использованием ПЭВМ по программе START [12].

5.8. Построить графики электромеханических характеристик:

$$U_c = f(I_c); \quad n = f(I_c); \quad M_c = f(I_c);$$

$$N_c = f(I_c); \quad N_{эл} = f(I_c); \quad \eta = f(I_c).$$

5.9. Определить оценочные параметры стартера (на основании результатов испытаний и графиков) и внести их в таблицу 1.

6. Содержание отчета

В отчете приводятся:

- 1) название работы, цели;
- 2) названия и марки объектов испытаний, испытательного оборудования, измерительных приборов;
- 3) схема экспериментальной установки;

- 4) расчетные формулы;
- 5) таблицы 1,.....,5 с исходными, расчетными и экспериментальными данными;
- 6) графики электромеханических характеристик.

7. Вопросы для защиты работы

1. Назовите основные классификационные признаки и соответствующие разновидности стартеров.
2. Какие эксплуатационные требования предъявляются к стартерам?
3. Объясните устройство стартера и нарисуйте его принципиальную электрическую схему.
4. Каковы особенности конструкции стартерного двигателя по сравнению с электродвигателями общего назначения?
5. Для чего на некоторых стартерах имеется дополнительная параллельная обмотка возбуждения?
6. Каково назначение тягового реле стартера?
7. Зависимости каких величин называются электромеханическими характеристиками стартера?
8. Как изменится вид электромеханических характеристик стартера:
а) при увеличении электрического сопротивления стартерной цепи (вследствие, например, окисления контактов); б) при уменьшении температуры внешней среды; в) при увеличении степени разряженности батареи?
9. Каковы основные положения используемого в работе метода определения электромеханических характеристик стартера?

8. Список рекомендуемой литературы

[1-3, 6, 10].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 7

Генератор

1. Цели и содержание

- 2) изучение конструктивных особенностей системы электроснабжения;
- 3) приобретение навыков получения оценочных характеристик и параметров генератора;
- 4) оценка влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на рабочий процесс генератора.

2. Формируемые компетенции

ПК-1,5,6.

3. Теоретическое обоснование

Энергетические свойства генератора представляются совокупностью оценочных характеристик: внешней, токоскоростной (нагрузочной), регулировочной.

Внешняя характеристика – это зависимость напряжения генератора от силы тока генератора при постоянной частоте вращения. Аналитически представляется соотношением:

$$U_{\Gamma} = k_{\Gamma} \cdot c_e \cdot n \cdot \phi - z \cdot I_{\Gamma}, \quad (1)$$

где k_{Γ} – коэффициент, зависящий от схемы соединения фазных обмоток («звезда», «треугольник») и количества фаз;

c_e – постоянная генератора [1];

n – частота вращения ротора;

ϕ – магнитный поток, зависящий от силы тока возбуждения;

z – полное электрическое сопротивление генератора;

I_{Γ} – ток генератора (среднее значение выпрямленного тока).

Это соотношение определяет «падающий» характер внешней характеристики. Основные факторы этой связи при увеличении нагрузки: падения напряжения в активном и реактивном (индуктивном) сопротивлении обмоток статора, размагничивающее действие «реакции якоря» [2], падение напряжения в цепи выпрямителя. Кроме того, влияет способ питания обмотки возбуждения: независимое (внешнее) питание и самовозбуждение. При самовозбуждении снижение напряжения генератора уменьшает ток возбуждения и магнитный поток, а это приводит к падению и тока генератора.

Напряжение генератора при изменении нагрузки варьируется в широких пределах. Для обеспечения нормальной работы потребителей при стремлении напряжения превысить номинальное значение используется регулятор напряжения (вернее – ограничитель напряжения).

При изменении скоростного режима внешняя характеристика смещается вправо в системе координат «ток-напряжение».

По внешней характеристике определяется максимальная сила тока генератора, вырабатываемого при заданном напряжении и частоте вращения ротора.

Регулировочная (скоростная) характеристика – это зависимость тока возбуждения генератора в функции от частоты вращения ротора при постоянном напряжении и нагрузке. Совокупность характеристик, полученных на холостом ходу ($I_{\Gamma}=0$) и при номинальной нагрузке, дает общий диапазон изменения тока возбуждения I_B , выдерживание которого должен обеспечивать регулятор напряжения. Для определения зависимости $I_B = f(n_r)$ используем формулу (1) для напряжения генератора из раздела 2 лабораторной работы 4, где магнитный поток представим эмпирической функцией:

$$\Phi = I_B / (a + b \cdot I_B) \quad (2)$$

где a, b – константы.

Тогда

$$U_{\Gamma} = k_{\Gamma} \cdot c_e \cdot n_{\Gamma} (I_B / (a + b \cdot I_B)) - Z \cdot I_{\Gamma} \quad (3)$$

откуда

$$I_B = \frac{(U_{\Gamma} + Z \cdot I_{\Gamma}) \cdot a}{k_{\Gamma} \cdot C_e \cdot n_{\Gamma} - (U_{\Gamma} + Z \cdot I_{\Gamma}) \cdot b}, \quad (4)$$

где $U_{\Gamma} = \text{const}$. При реальных значениях параметров при увеличении частоты вращения ток возбуждения снижается. В системе электроснабжения такую взаимосвязь обеспечивает регулятор напряжения [1,2].

Нагрузочной (токоскоростной) характеристикой является зависимость тока генератора от частоты вращения ротора при постоянном напряжении генератора: $I_{\Gamma} = f(n_{\Gamma})$. В формуле (2) представим в левой части напряжение генератора через падение напряжения на нагрузке:

$$U_{\Gamma} = R_H \cdot I_H \quad (5)$$

где I_H – ток нагрузки (ток на потребители, включая аккумуляторную батарею), причем допустим $I_H = I_{\Gamma}$

Кроме того, учтем, что $Z = \sqrt{R_0^2 + X_L^2}$, R_0 где – активное сопротивление обмоток статора, X_L – реактивное (индуктивное) сопротивление обмоток статора:

$$X_L^2 = C_x \cdot n_{\Gamma}^2, \quad (6)$$

где C_x – константа.

С учетом (4) и (5) получим

$$R_H \cdot I_{\Gamma} = k_{\Gamma} \cdot C_e \cdot n_{\Gamma} \cdot \Phi - \sqrt{R_0^2 + C_x \cdot n_{\Gamma}^2} \cdot I_{\Gamma} \quad (7)$$

откуда

$$I_{\Gamma} = \frac{k_{\Gamma} \cdot C_e \cdot n_{\Gamma} \cdot \Phi}{R_{\text{н}} + \sqrt{R_0^2 + C_x^2 \cdot n_{\Gamma}^2}}, \quad (8)$$

что и представляет собой нагрузочную характеристику. Особенности ее изменения:

1) при малой частоте вращения индуктивное сопротивление мало, получаем $Z \approx R_0$ и тогда

$$I_{\Gamma} = A \cdot n_{\Gamma}, \quad (9)$$

где $A \approx \text{const}$;

2) при большой частоте вращения ($n_{\Gamma} \rightarrow n_{\text{max}}$) индуктивное сопротивление преобладает: $Z = X_L$ получаем

$$I_{\Gamma} = \frac{k_{\Gamma} \cdot C_e \cdot n_{\Gamma} \cdot \Phi}{C_x \cdot n_{\Gamma}} = \frac{k_{\Gamma} \cdot C_e \cdot \Phi}{C_x} \approx \text{const}, \quad (10)$$

т.е. при увеличении частоты вращения происходит самоограничение тока генератора за счет увеличения потерь на индуктивном сопротивлении статорной обмотки.

Нагрузочная характеристика с достаточной точностью может быть аппроксимирована экспоненциальной зависимостью

$$I_{\Gamma} = I_{\Gamma \text{max}} \left(1 - \exp(n_0 - n_{\Gamma}) / n_0 \right), n \geq n_0, \quad (11)$$

где n_0 – «начальная» частота вращения ротора [2].

По токоскоростной характеристики определяется несколько оценочных параметров генератора по частоте вращения и по току [2].

4. Оборудование и материалы

Испытанию подлежит генератор переменного тока с электромагнитным возбуждением. Работа проводится на установке, обеспечивающей изменение нагрузки, частоты вращения, способа питания обмотки возбуждения, работу с регулятором напряжения и без него, измерение параметров процессов.

5. Методика и порядок выполнения работы

5.1. Характеристика снимается для нескольких режимов, отличающихся частотой вращения вала, способом питания обмотки возбуждения, подключением регулятора напряжения (задаются преподавателем). На каждом режиме изменять нагрузку потребителей от минимальной до максимально возможной путем изменения сопротивления нагрузочного реостата установки, поддерживая при этом заданную частоту вращения вала постоянной с помощью регулятора частоты вращения на установке. Приращения тока генератора должны быть (2-4) А. Результаты измерений занести в таблицу 1.

Таблица 1 – Внешние характеристики генератора

№ ре- жи- ма	n, об/ мин	Наличие регуля- тора напря- жения	Способ пита- ния ОВ	Измеренные значения											
				$I_{\Gamma},$ А											
				$U_{\Gamma},$ В											

5.2. Построить графики внешних характеристик $U_{\Gamma} = f(I_{\Gamma})$ в одной системе координат с наложением.

5.3. Выполнить анализ характеристик:

а) констатировать характер влияния нагрузки на напряжение (напряжение падает, возрастает, не изменяется);

- б) пояснить механизм влияния;
- в) сравнивая характеристики на разных режимах, оценить влияние на свойства генератора:
 - частоты вращения ротора;
 - регулятора напряжения;
 - способа питания обмотки возбуждения.

6. Содержание отчета, форма и правила составления отчета

В отчете приводятся:

- 1) название и цели работы;
- 2) модель генератора, аккумуляторной батареи, регулятора напряжения;
- 3) схема экспериментальной установки;
- 4) таблицы с результатами измерений;
- 5) графики внешних характеристик;
- 6) анализ внешних характеристик;

Форма представления – рукописный текст и конструктивные схемы агрегатов на листах формата А4. Отчет представляется преподавателю на проверку к концу занятия или к началу следующей работы.

7. Контрольные вопросы по теме работы

1. Поясните принцип действия генератора переменного тока.
2. Какие элементы конструкции генератора образуют магнитную цепь?
3. Чем определяется разница между ЭДС и напряжением генератора?
4. Каковы конструктивные отличия генераторов с независимым возбуждением и с самовозбуждением?
5. На внешних характеристиках имеются участки с $U_r = const$: чем это объяснить?
6. Чем объяснить наличие участков с падающим напряжением?

7. Как влияет частота вращения ротора на напряжение и ток генератора?
8. Как влияет тип трансмиссии (например, с механической ступенчатой передачей или с автоматическим вариаторным преобразователем крутящего момента) на режим работы генератора?
9. Каково назначение муфты свободного хода в приводе генератора, которая устанавливается на некоторых моделях автомобилей?

8.Список рекомендуемой литературы

[1-3], [7].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 8

Система зажигания

1. Цели

- 1) изучение конструкции и рабочего процесса систем зажигания различных типов;
- 2) приобретение навыков получения оценочных характеристик и параметров;

2. Формируемые компетенции

ПК-1,5,6.

3. Теоретическая часть

Система зажигания предназначена для воспламенения топливовоздушной смеси в необходимый момент времени. Это достигается за счет электроискрового разряда между электродами свечи. Для надежного зажигания в широком диапазоне режимов работы двигателя необходимо создание высокого напряжения на электродах свечи (6-30) кВ и энергии разряда (0,2-0,3) МДж. Для получения таких показателей система зажигания осуществляет

- 1) накопление энергии;
- 2) преобразование низкого напряжения источника питания в высокое напряжение на электродах свечи.

В качестве накопителей энергии чаще используются катушки индуктивности (первичные обмотки катушек зажигания), несущие энергию магнитного поля, а также конденсаторы, накапливающие энергию в электрическом поле. Кроме того, системы различают по способу управления (синхронизации), по способу регулирования момента зажигания, по типу силового реле (коммутатора), по способу распределения импульсов высокого напряжения, по способу подавления радиопомех и др. [1, 2].

При всем многообразии конструкций системы зажигания должны соответствовать следующим функциональным требованиям:

- 1) создаваемые вторичное напряжение и энергия искрового разряда должны обеспечивать устойчивое искрообразование на всех режимах работы двигателя, особенно:

- при пуске холодного двигателя;
- на неустановившихся режимах;
- при работе на обедненных смесях;
- при регулировании угла опережения зажигания;

а также при воздействии внешних эксплуатационных факторов (загрязнение элементов, колебания напряжения питания, перепады температуры и т. д.);

- 2) характеристики изменения момента зажигания должны соответствовать особенностям рабочего процесса двигателя и обеспечивать наилучшие динамические, топливно-экономические и токсические показатели двигателя;

- 3) легкость диагностирования;
- 4) малая трудоемкость обслуживания;

- 5) низкий уровень радиопомех;
- 6) малая стоимость.

Для оценки систем зажигания используют оценочные параметры [1]:

- максимальное вторичное напряжение;
- коэффициент запаса по вторичному напряжению;
- пробивное напряжение;
- максимальный ток разрыва;
- скорость нарастания вторичного напряжения;
- энергия и длительность индуктивной составляющей искрового разряда;
- зазор между электродами свечи;
- начальный угол опережения зажигания,

а также зависимости этих параметров от различных конструктивных и эксплуатационных факторов.

В настоящее время находят применение системы с бесконтактным способом синхронизации, с механическими и электронными регуляторами опережения зажигания, с низковольтным и высоковольтным распределением энергии по цилиндрам. Наиболее совершенными являются электронные микропроцессорные системы с индивидуальными катушками зажигания, обеспечивающие оптимизацию углов опережения зажигания для каждого цилиндра с учетом сигналов многих датчиков рабочего процесса двигателя, в том числе с обратной связью по детонации [1, 2, 4]. Разрабатываются лазерные системы зажигания.

4. Оборудование и материалы

Объектом исследований в работе является микропроцессорная система зажигания с четырехвыводной катушками зажигания. Для ее испытаний используются:

- 1) моторный стенд с двигателем ВАЗ-21114 с микропроцессорной системой управления двигателем;
- 2) микропроцессорный сканер-тестер ДСТ-2.

5. Методика и порядок выполнения работы

5.1. Составить схему системы зажигания.

5.2. Изучить устройство и принцип действия датчиков и исполнительных устройств, входящих в данную систему.

5.3. Подключить сканер к диагностическому разъему системы, включить зажигание, идентифицировать на сканере систему управления двигателем.

5.4. Проверить наличие кодов неисправностей системе управления.

5.5. Запустить двигатель.

5.6. Наблюдать с помощью сканера и фиксировать изменение угла опережения зажигания по мере прогрева двигателя. Данные – в таблицу 1.

Таблица 1. Изменение угла опережения зажигания при прогреве двигателя

Температура двигателя, град.С						
Угол опережения зажигания, град. поворота колен. вала						

5.7. Задавая разные установившиеся частоты вращения вала двигателя, наблюдать с помощью сканера изменение угла опережения зажигания на холостом ходу. Данные – в таблицу 2.

Таблица 2. Изменение угла опережения зажигания при увеличении частоты вращения вала двигателя

Частота вращения вала, об/мин.						
Угол опережения зажигания, град. поворота колен. вала						

5.8. Создать на дисплее сканера группу параметров: частота вращения вала двигателя, угол опережения зажигания, угол поворота дроссельной заслонки. Включить режим «График».

5.9. Резко нажав на педаль акселератора до упора (на 3-4 сек.), наблюдать по графикам на дисплее процесс изменения угла опережения зажигания. Зафиксировать минимальное и максимальное значения угла опережения зажигания:

$$\alpha_{\min} = \dots\dots \text{град}; \quad \alpha_{\max} = \dots\dots \text{град.}$$

6 . Содержание отчета, форма и правила оформления отчета

В отчете приводится:

- 1) название работы, цели;
- 2) типы испытуемой системы зажигания, ее схема;
- 3) испытательное оборудование и приборы;
- 4) результаты испытаний;
- 5) графики исследуемых зависимостей и их анализ.

Форма представления – рукописный текст и конструктивные схемы агрегатов на листах формата А4. Отчет представляется преподавателю на проверку к концу занятия или к началу следующей работы.

7. Контрольные вопросы по теме работы

1. Каково назначение отдельных элементов системы зажигания?
2. Из каких этапов состоит рабочий процесс системы зажигания?
3. Каков характер изменения первичного тока?
4. От каких параметров зависит ЭДС самоиндукции, наводимая в первичной обмотке катушки зажигания?
5. Понятие о максимальном вторичном напряжении и о пробивном напряжении.
6. Какие различают фазы искрового разряда между электродами свечи и чем они характерны?
7. Какие последствия вызывает образование нагара на электродах свечи?
8. Понятие об угле опережения зажигания.
9. Поясните механизм явления, называемого «калильным зажиганием». Его отличие от механизма «детонации».
10. Какие свечи зажигания называются холодными, какие – горячими? Приведите пример маркировки отечественных свечей зажигания и поясните все символы в маркировке.
11. За счет каких факторов может быть увеличено вторичное напряжение в электронной системе?
12. Какого типа датчики импульсов используются в системах зажигания?
13. Каковы достоинства бесконтактных электронных систем зажигания по сравнению с контактными системами и их влияние на потребительские свойства автомобиля?
14. Достоинства микропроцессорных систем зажигания.

15. Особенности конструкции микропроцессорных систем.
16. В каких системах используется «метод холодной искры», каковы его достоинства?

8. Список рекомендуемой литературы

[1-3], [7].

Лабораторная работа 9

КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ СТУПЕНЧАТЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ

1 Цель и содержание работы

Целью выполнения лабораторной работы является изучение следующих вопросов:

- 1) изучение устройства и принципа работы механических ступенчатых коробок передач;
- 2) изучение методики и получение практических навыков чтения, составления и описания кинематических схем механических ступенчатых коробок передач автомобилей;
- 3) изучение экспериментального и аналитического методов определения величины передаточных чисел и моментов на валах коробки передач.

2 Формирование компетенций. Целью и задачей выполнения лабораторной работы является формирование набора компетенций ПК-1, 5, 7.

3 Теоретическое обоснование

Коробка передач предназначена для изменения сил тяги на ведущих колёсах и скоростей движения автомобиля путем увеличения или уменьше-

ния передаточного числа. Кроме того, коробка передач позволяет осуществить движение автомобиля задним ходом и разобщить коленчатый вал двигателя от ведущих колёс на продолжительное время, необходимое при работе двигателя на стоянке или при движении накатом.

Передаточное число коробки передач равно отношению частот вращения её ведущего и ведомого валов. Необходимость изменения передаточного числа определяется тем, что сопротивление движению автомобиля, зависящее от дорожных условий, меняется в широком диапазоне, а крутящий момент поршневого двигателя при максимальной подаче топлива – всего на $10\div 30\%$. Для быстрого разгона при трогании автомобиля с места и для преодоления значительных сил сопротивления движению, например при движении на подъёме, нужно увеличить силу тяги в несколько раз по сравнению с тем значением, которое соответствует максимальному моменту двигателя. Такое увеличение силы тяги обеспечивают изменением передаточного числа в коробке передач.

Рассмотрим схему (рисунок 9.1) трёхвальной соосной пятиступенчатой коробки передач с неподвижными осями зубчатых колёс. Ведущий 1, ведомый 11 и промежуточный 12 валы установлены в картере коробки передач на подшипниках, причем ведомый и ведущий валы соосны. На ведущем валу жёстко закреплена шестерня 2, находящаяся в зацеплении с колесом 13 промежуточного вала. Эту пару шестерён называют шестернями постоянного зацепления.

Шестерни 13, 14 (четвертая передача), 15 (третья передача), 16 (вторая передача), 18 (задний ход), 19 (первая передача) также жёстко закреплены на промежуточном валу. Возможно перемещение вдоль вала зубчатых муфт 3, 6, 9 установленных на ведомом валу. Колеса 4, 5, 7, 8 10, установлены на этом валу свободно.

Для включения первой передачи зубчатую муфту 9 смещают вилкой вдоль вала и вводят в зацепление с зубчатым венцом шестерни 10. Крутящий

момент с ведущего вала передается на ведомый последовательно через зубчатые колёса 2, 13, 19 и 10. Если обозначить число зубьев через z , то передаточное число этой передачи будет рассчитываться по формуле

$$u_1 = \frac{z_{13}}{z_2} \cdot \frac{z_{10}}{z_{19}} \quad (9.1)$$

Вторую передачу включают перемещением зубчатой муфты 6 вилкой вправо до соединения зубьев муфты с зубчатым венцом, выполненным как одно целое с колесом 7.

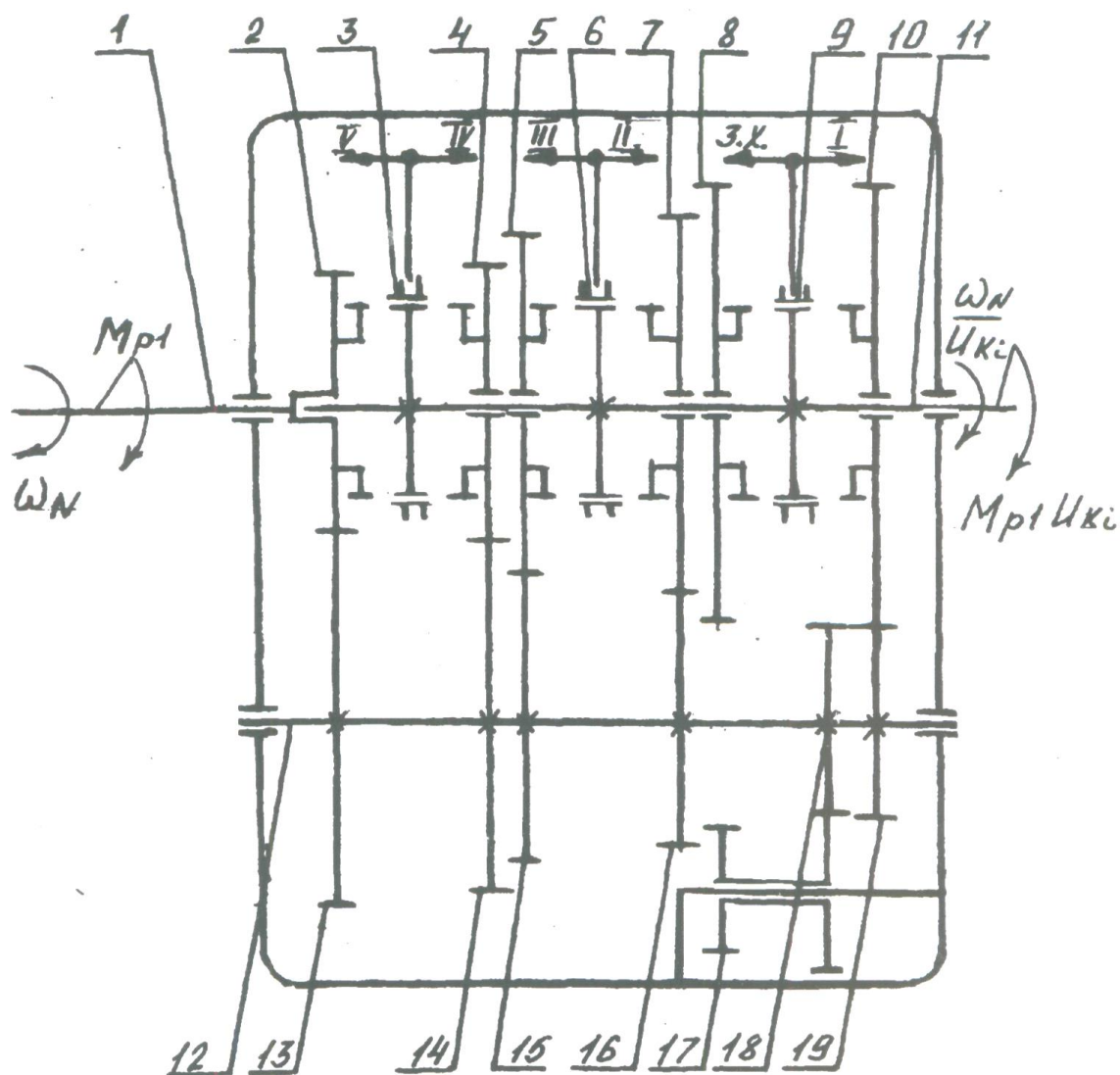


Рисунок 9.1 – Кинематическая схема трёхвальной пятиступенчатой коробки передач

I, II, III, IV, V – номера передач переднего хода; $З.Х.$ – задний ход;

1 – ведущий вал; 2 – ведущая шестерня постоянного зацепления; 3 – синхронизатор 4-й и 5-й передач; 4, 5, 7, 10 – зубчатые колеса 4-й, 3-й, 2-й, 1-й передач вторичного вала, соответственно; 6 – синхронизатор 2-й и 3-й передач; 8 – зубчатое колесо заднего хода вторичного вала; 9 – зубчатая муфта включения передачи заднего хода и 1-й передачи; 11 – ведомый вал; 12 – промежуточный вал; 13 – ведомое зубчатое колесо постоянного зацепления; 14, 15, 16, 19 – шестерни 4-й, 3-й, 2-й, 1-й передач промежуточного вала, соответственно; 17 – блок шестерен заднего хода; 18 – шестерня заднего хода

При этом колесо 7 жёстко соединяется с ведомым валом, крутящий момент на который последовательно передается от ведущего вала через зубчатые колёса 2, 13, 16 и 7. Передаточное число второй передачи меньше, чем первой передачи.

$$u_2 = \frac{z_{13}}{z_2} \cdot \frac{z_7}{z_{16}} \quad (9.2)$$

Третья и четвёртая передачи включаются аналогичным способом.

Пятую передачу включают перемещением зубчатой муфты 3 влево для соединения её зубьев с зубчатым венцом шестерни 2. Крутящий момент с ведущего вала передается непосредственно на ведомый. В этом случае крутящий момент в коробке передач не изменяется. Такая передача называется прямой. Её передаточное число равно 1. Наличие прямой передачи является характерной особенностью коробки передач, выполненной по трёхвальной схеме. Движение автомобиля происходит в основном на прямой передаче. Низшие передачи служат для разгона автомобиля или движения в тяжелых дорожных условиях, требующих преодоления больших сил сопротивления движению.

В коробках передач выполненных по двухвальной схеме (переднеприводные легковые автомобили) прямая передача отсутствует.

Передача заднего хода включается перемещением зубчатой муфты 9 вилкой влево до соединения зубьев муфты 9 с зубчатым венцом, выполненным как одно целое с колесом 7. Момент от ведущего вала на ведомый передается последовательно через зубчатые колёса 2, 13, 18, 17 и 8. Ведомый вал вращается в противоположном направлении по отношению к ведущему валу.

Зубчатые колёса-каретки и каретки зубчатых муфт перемещают с помощью механизма переключения передвижением рычага переключения, который обычно расположен на полу, а иногда на рулевой колонке или на щитке приборов. Каждое переключение передач происходит при выключенном сцеплении. В это время крутящий момент от двигателя не передается на ведущие колёса, то есть переключение происходит с разрывом силового потока. Время переключения обычно составляет 1÷2 сек, но и за столь малое время при большом сопротивлении движению скорость автомобиля может существенно уменьшиться.

Максимальный момент на ведущем валу коробки передач равен моменту на коленчатом валу двигателя.

$$M_{p1} = M_{e\max}. \quad (9.3)$$

где $M_{e\max}$ – максимальный момент на коленчатом валу двигателя.

Максимальный момент на ведомом (вторичном) валу коробки передач

$$M_{p2} = M_{p1} u_{ki}, \quad (9.4)$$

где u_{ki} – передаточное число коробки передач на 1, 2, ..., i передачах.

Угловая скорость ведущего вала

$$\omega_{\text{ВВ}} = \omega_N \quad (9.5)$$

где ω_N – угловая скорость коленчатого вала при номинальной мощности.

Угловая скорость вторичного (ведомого) вала.

$$\omega_{\text{Вi}} = \frac{\omega_N}{u_{ki}}, \quad (9.6)$$

П р и м е р: в качестве примера рассмотрим коробку передач КАМАЗ-14.

Исходные данные:

– максимальный крутящий момент на коленчатом валу двигателя –
 $M_{e\max} = 637,4 \text{ Н}\cdot\text{м};$

– передаточные числа коробки передач – $u_{к1} = 7,82; \quad u_{к2} = 4,03$
 $u_{к3} = 2,5; \quad u_{к4} = 1,53; \quad u_{к5} = 1,0; \quad u_{з.х.} = 7,38.$

– угловая скорость коленчатого вала при максимальной мощности –
 $\omega_N = 272 \text{ рад/с}.$

Решение:

1) Максимальный момент на ведущем валу коробки передач

$$M_{p1} = M_{e\max} = 637,4 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

2) Максимальные моменты на ведомом валу на различных передачах.

$$M_1 = M_{p1} u_1 = 637,4 \cdot 7,82 = 4984,5 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$M_2 = M_{p1} u_2 = 637,4 \cdot 4,03 = 2568,7 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$M_3 = M_{p1} u_3 = 637,4 \cdot 2,5 = 1593,5 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$M_4 = M_{p1} u_4 = 637,4 \cdot 1,53 = 975,2 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$M_5 = M_{p1} u_5 = 637,4 \cdot 1,0 = 637,4 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$M_{з.х.} = M_{p1} u_{з.х.} = 637,4 \cdot 7,38 = 4704,0 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

3) Угловая скорость ведущего вала

$$\omega_{ВВ} = \omega_N = 272 \text{ рад/с}.$$

4) Угловые скорости ведомого вала

$$\omega_{В1} = 272 / 7,82 = 34,8 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{В2} = 272 / 4,03 = 67,5 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{В3} = 272 / 2,5 = 108,8 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{в4} = 272/1,53 = 177,8 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{в5} = 272/1,0 = 272,0 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{вз.х.} = 272/7,38 = 36,9 \text{ рад/с}.$$

4 Аппаратура, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) макеты механических ступенчатых коробок передач автомобилей ВАЗ-2110; АЗЛК-2141; ГАЗ-3102; ЗИЛ-130; ЗИЛ-4331; КАМАЗ-5410.
- 2) шестерни, валы, синхронизаторы механических ступенчатых коробок передач;
- 3) комплект плакатов «Трансмиссия автомобиля»;
- 4) коробка разноцветных мелков.

5 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы 11, в ауд. 407-11 обязательным является выполнение следующих мер безопасности:

- 1) при изучении механической части макетов агрегатов и механизмов автомобилей разрешается прикасаться к вращающимся деталям только в присутствии преподавателя;
- 2) включение приборов электрического освещения и электропитания производить только с разрешения ведущего преподавателя;
- 3) работу выполнять только в присутствии преподавателя.

6 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) изучить устройство и работу двухвальных и трёхвальных механических ступенчатых коробок передач;
- 2) изучить теоретические положения (пункт 11.3);
- 3) вычертить кинематическую схему коробки передач (модель коробки передач задаётся преподавателем);
- 4) определить число зубьев шестерён заданной коробки передач, используя метод «меловых отпечатков»;
- 5) рассчитать передаточные числа коробки передач;
- 6) рассчитать моменты и угловые скорости валов коробки передач;
- 7) сравнить результаты расчётов с параметрами технической характеристики автомобиля сделать выводы и оформить отчёт по работе.

7 Содержание отчёта и его форма

Отчёт по лабораторной работе 11 должен содержать следующее:

- 1) кинематическую схему и описание устройства механизма ступенчатой коробки передач;
- 2) результаты расчётов числа зубьев шестерён коробки передач;
- 3) расчёт передаточных чисел коробки передач;
- 4) расчёт моментов и угловых скоростей валов коробки передач;
- 5) анализ результатов расчётов и краткие выводы;
- 6) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчёт оформляется в тетради для лабораторных работ по дисциплине «Устройство автомобилей» или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4. Отчёт по лабораторной работе представляется студентом к защите на следующем после проведения лабораторной работы занятии. Защита отчёта осуществляется после допуска к защите на занятии.

8 Контрольные вопросы

Для оценки уровня освоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

- 1) По каким признакам классифицируют коробки передач?
- 2) Для чего предназначена коробка передач автомобиля?
- 3) С использованием каких аналитических зависимостей рассчитываются передаточные числа в механических ступенчатых коробках передач?
- 4) Чем принципиально отличаются кинематические схемы двухвальных и трёхвальных коробок передач?
- 5) По какой методике производится расчёт угловых скоростей и моментов в механических ступенчатых коробках передач?

9 Список рекомендуемой литературы

Основная литература [1,2,3]

Дополнительная литература [7].

Лабораторная работа 10

АВТОМАТИЧЕСКИЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ. ВАРИАТОРЫ. РОБОТИЗИРОВАННЫЕ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ

1 Цель и содержание работы

Целью выполнения лабораторной работы является изучение следующих вопросов:

- 1) изучение устройства и принципа работы автоматических коробок передач;
- 2) изучение методики и получение практических навыков чтения, составления и описания кинематических автоматических коробок передач;
- 3) изучение устройства и принципа работы вариаторов;
- 4) изучение устройства и принципа работы роботизированных коробок передач.

2 Формирование компетенций. Целью и задачей выполнения лабораторной работы является формирование набора общекультурных компетенций ОК-5, а также профессиональных компетенций ПК-17.

3 Теоретическое обоснование

На современных автомобилях широкое применение нашли автоматические коробки передач. Наиболее распространены классические гидромеханические коробки передач. Они состоят из гидротрансформатора, планетарной коробки передач и блока управления.

На рисунке 10.1 представлена схема **двухступенчатой планетарной коробки передач**. Вал 1 – первичный, 6 – вторичный. Коробка имеет два трёххвальных планетарных механизма, обеспечивающих большие передаточные числа при малых габаритах и массе. Передачи включаются фрикционными устройствами путем блокирования между собой или торможения относительно корпуса отдельных элементов планетарного механизма (солнечная шестерня, водило с сателлитами, коронная шестерня). Для обеспечения 1-й передачи включается фрикцион 4, который останавливает солнечную шестерню левого планетарного ряда. Вторая передача (прямая) включается при блокировании дисков 2 и 3 гидравлическим механизмом 7. Передача заднего хода обеспечивается при остановленных водилах обоих планетарных рядов с помощью фрикциона 5.

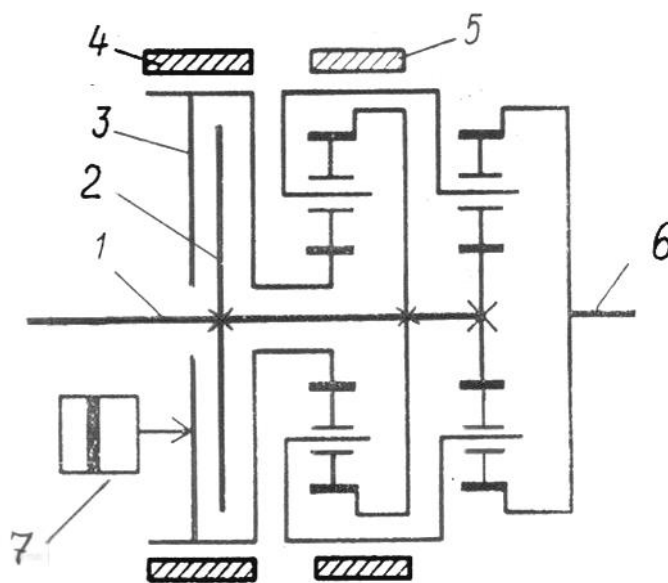


Рисунок 10.1 – Схема двухступенчатой планетарной коробки передач:

1 – первичный вал; 2 – ведущие диски фрикционного включения прямой передачи; 3 – ведомые диски фрикциона; 4 – фрикцион включения 1-й передачи; 5 – фрикцион включения передачи заднего хода; 6 – вторичный вал; 7 – гидравлический механизм включения фрикциона прямой передачи.

На рисунке 10.2 показана схема гидротрансформатора, основными элементами которого являются: лопастное насосное колесо 3 (насос), турбинное колесо 2 (турбина) и реакторное колесо 4 (реактор). Насос 3 жёстко соединен с первичным валом 1, турбина 2 – с вторичным валом 6, а реактор 4 – с корпусом через механизм свободного хода 5. Передача мощности от насоса к турбине осуществляется посредством циркулирующей в них рабочей жидкости (АТФ). Насосное колесо при вращении преобразует механическую энергию, получаемую от двигателя, в гидравлическую энергию рабочей жидкости, а обратное преобразование в механическую энергию происходит на лопастях турбинного колеса. Конфигурация лопастей колёс и соответствующее воздействие жидкости таковы, что приводят к обеспечению суммы крутящих моментов на турбине (от действия насоса и реактора), превышающей момент на насосе, что и является основным преобразующим свойством гидротрансформатора. Соотношение моментов на насосе и турбине зависит от соотношения их кинематических параметров. Максимальное увеличение достигается при неподвижной турбине (режим трогания автомобиля). По мере разгона автомобиля уменьшается скольжение насоса относительно турбины и, следовательно, разность между моментами насоса и турбины. При приближении соотношения моментов 1:1 механизм 5 свободного хода реактора обеспечивает свободное вращение реактора относительно корпуса, тем самым переводя трансформатор в режим гидромукты (не изменяет момент), что повышает его КПД с сохранением демпфирующих свойств гидродинамической передачи. Ещё большее увеличение КПД (до 1) обеспечивается при механической блокировке насоса и турбины (механизм на рисунке не пока-

зан), что производится системой управления при достижении средних частот вращения вала.

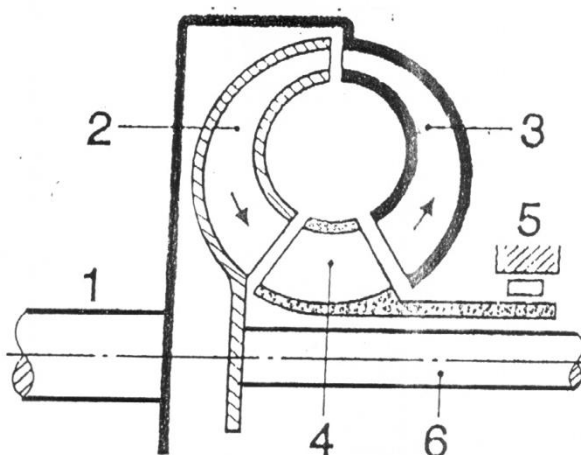
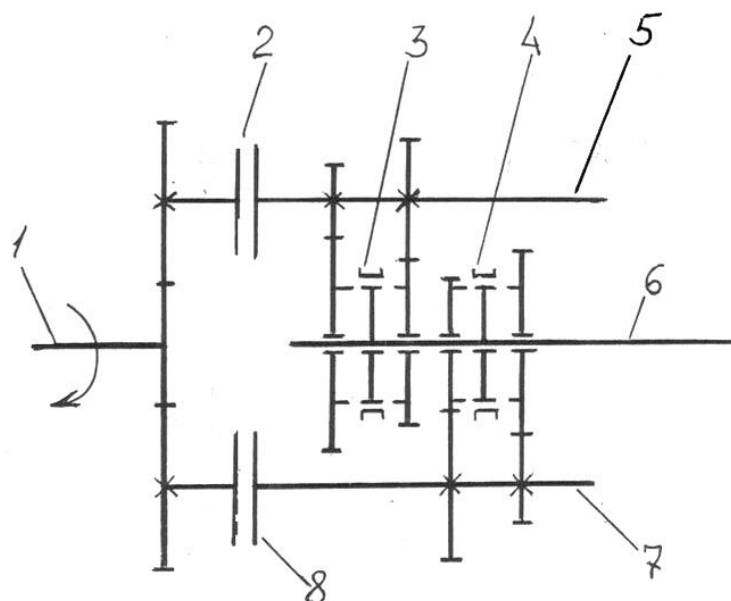


Рисунок 10.2 – Схема гидротрансформатора:

1 – ведущий вал; 2 – турбинное колесо; 3 – насосное колесо; 4 – реакторное колесо; 5 – механизм свободного хода; 6 – ведомый вал.

В коробке передач с двумя сцеплениями (рисунок 10.3) переключение передач не сопровождается разрывом потока мощности. Первичный вал 1 передаёт вращение на ведущие диски обоих сцеплений 2 и 8, которые при движении автомобиля включаются одновременно. В начале разгона муфтой 3 включаются шестерни 1-й передачи (влево) и затем сцепление 2. Крутящий момент передается через сцепление 2, вал 5, шестерни 1-й передачи на ступицу муфты 3 и далее на вторичный вал 6. Ещё до окончания разгона на этой передаче муфтой 4, перемещая её вправо, соединяют вал 6 и 7 через соответствующую пару шестерён 2-й передачи. Но крутящий момент эта пара будет передавать с вала 7 на вал 6 только после включения сцепления 8, что произойдет синхронно с выключением сцепления 2. Темп включения–выключения сцеплений задаётся системой постоянства крутящего момента на вторичном валу 6.



Муфта 3 включает нечетные передачи (1 и 3), муфта 4 — четные (2 и 4).

Рис. 10.3 — Принципиальная схема коробки передач с двумя сцеплениями:

1 — первичный вал; 2, 8 — сцепления; 3, 4 — муфты включения передач (с синхронизаторами); 5, 7 — ведущие валы, 6 — ведомый вал.

На рисунке 10.4 представлена схема трансмиссии с вариатором. Трансмиссия состоит из гидротрансформатора 1, сцепления 3, планетарной передачи 4, вариатора фрикционного типа, содержащего раздвижные шкивы 6 и 7 и пластинчатый стальной ремень 5, двойной главной передачи с промежуточным валом 10, дифференциала 9 и приводных валов 8. Крутящий момент бесступенчато изменяется как в гидротрансформаторе 1, так и в вариаторе, шкивы 6 и 7 которого имеют раздвижные тарелки (на ведущем — правая, на ведомом — левая).

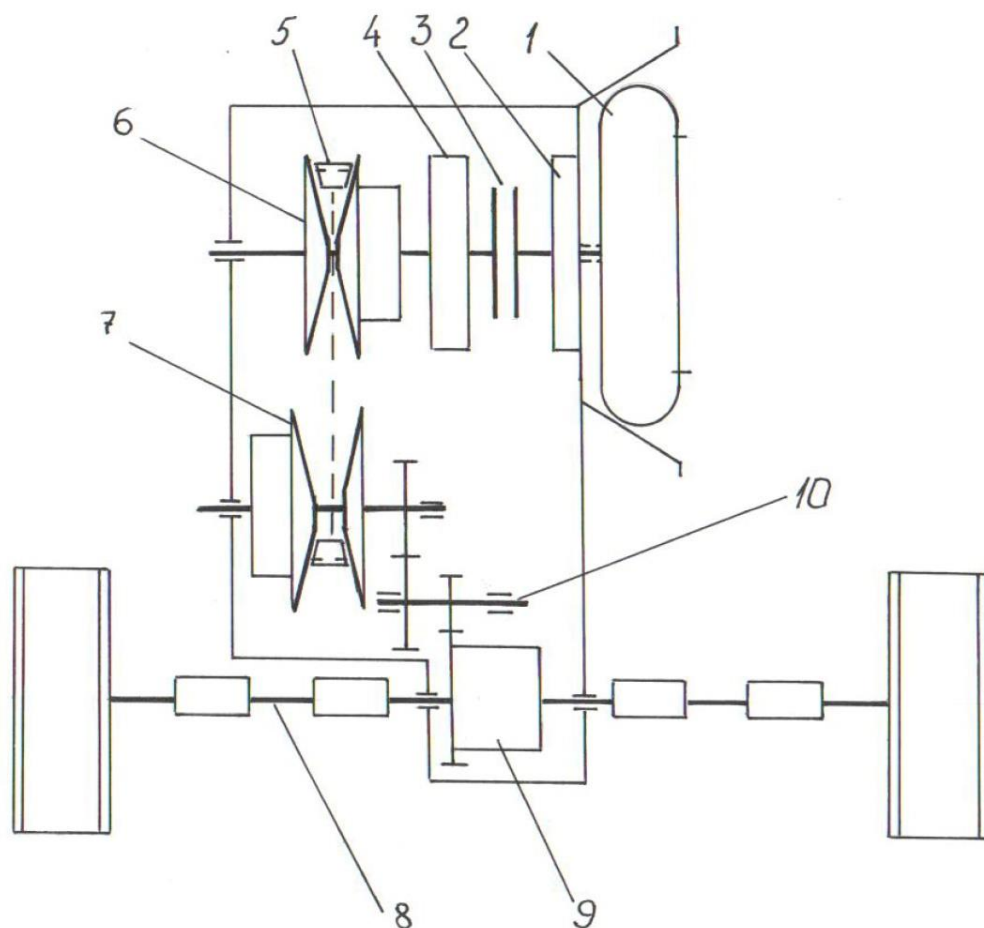


Рисунок 10.4 – Схема трансмиссии с вариатором

Перемещение тарелок выполняется поршневым гидравлическим приводом, питаемым от насоса 2. Сцепление 3 при положении селектора управления в «N – нейтрالي» и «Р – парковка» разомкнуто для разгрузки двигателя и трансформатора. Планетарная передача 4 при включении фрикциона управления (не показан) обеспечивает движение задним ходом.

На рисунке 10.5 приведена схема трансмиссии полноприводного автомобиля с электронноуправляемой фрикционной муфтой 5 подключения задней оси без межосевого дифференциала. Коробка передач совмещена в одном корпусе 1 с главной передачей и дифференциалом 2 привода передних колес. Но, корпус дифференциала 2 совместно с угловым редуктором 6 выполняет роль и раздаточной коробки, так как с корпуса дифференциала мощность передается и на палец сателлитов дифференциала 2, и на ведущую шестерню редуктора 6.

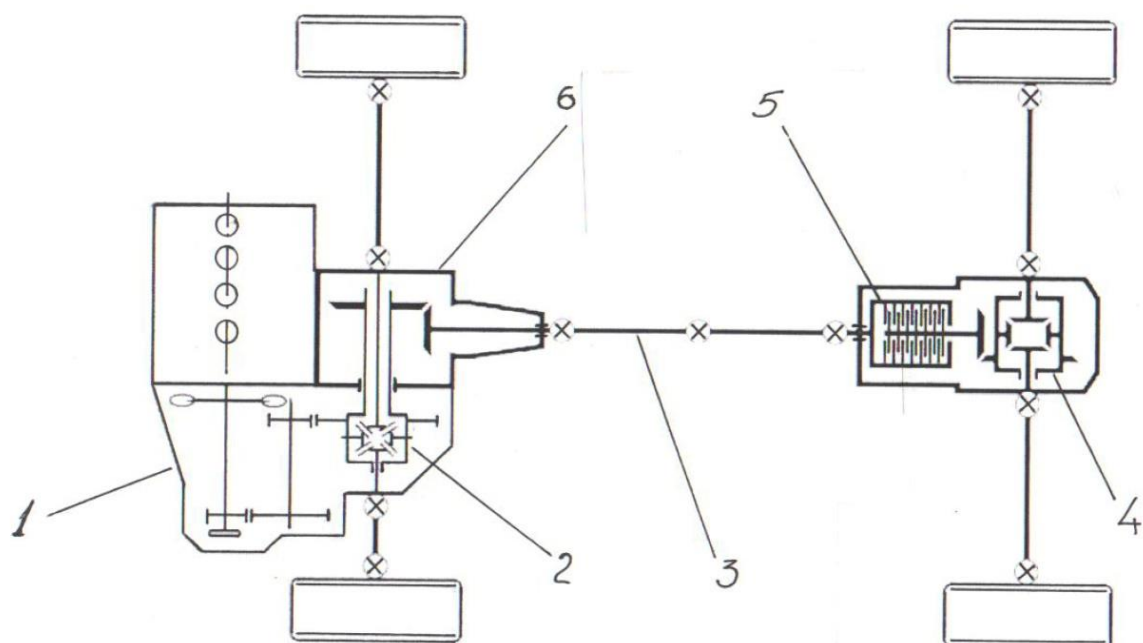


Рисунок 10.5 – Схема трансмиссии полноприводного автомобиля с электронноуправляемой муфтой подключения задней оси.

Выходной вал редуктора 6 постоянно вращает карданную передачу 3 и ведущие диски муфты 5. При движении передних колёс без проскальзывания муфта 5 выключена, и вся мощность передается на передние колёса. Степень проскальзывания дисков муфты обратно пропорциональна степени пробуксовки колёс передней оси: при существенной пробуксовке колёс до 45 % мощности двигателя передается на колёса задней оси.

На рисунке 10.6 схема трансмиссии полноприводного автомобиля отличается от схемы на рисунке 10.5 тем, что в ней используется межосевой дифференциал 3, агрегатированный в корпус силового агрегата 1, и отсутствует фрикционная управляемая муфта. Правая выходная шестерня межосевого дифференциала 3 передает мощность на угловой редуктор 6 привода задних колёс, а левая – на корпус межколёсного дифференциала 2 привода передних колёс.

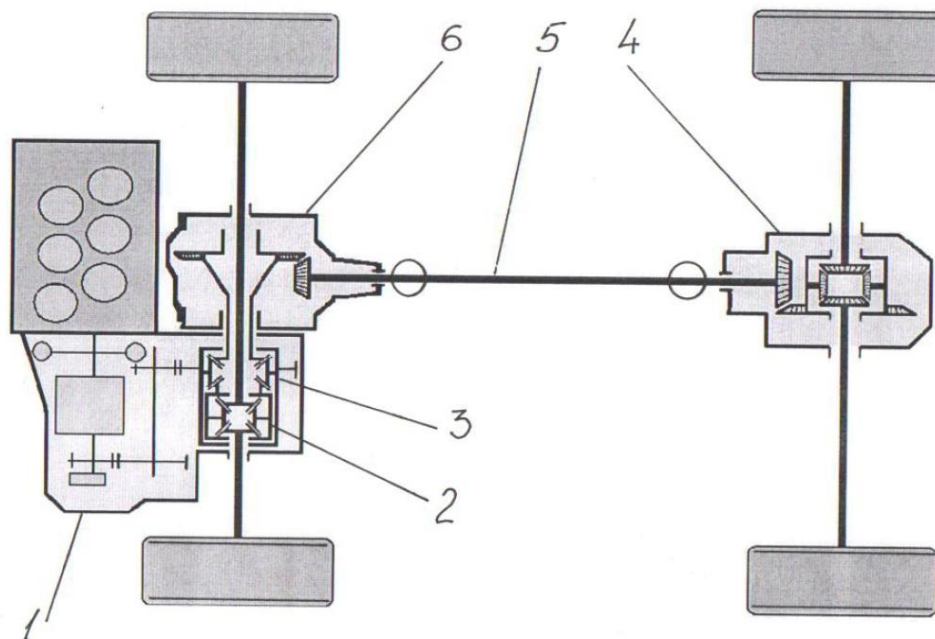


Рисунок 10.6 – Схема трансмиссии полноприводного автомобиля с поперечно расположенным двигателем

4 Аппаратура, оборудование и материалы

Для выполнения лабораторной работы требуется следующее материальное обеспечение:

- 1) макеты автоматических коробок передач автомобилей;
- 2) макеты-разрезы сцепления, механической коробки передач с ручным переключением, классической автоматической коробки, коробки DSG с двумя сцеплениями;
- 3) узлы и детали автоматических коробок передач;
- 4) комплект плакатов «Трансмиссия автомобиля».

5 Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы 12, в ауд. 407-11 обязательным является выполнение следующих мер безопасности:

- 1) включение приборов электрического освещения и электропитания производить только с разрешения ведущего преподавателя;

2) при изучении механической части макетов агрегатов и механизмов автомобилей разрешается прикасаться к вращающимся деталям только в присутствии преподавателя;

3) работу выполнять только в присутствии преподавателя.

6 Методика и порядок выполнения работы

Лабораторную работу рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- 1) изучить устройство и работу автоматических коробок передач;
- 2) изучить теоретические положения (пункт 12.3);
- 3) вычертить кинематическую схему автоматической коробки передач (модель коробки передач задаётся преподавателем);
- 4) сравнить результаты расчётов с параметрами технической характеристики автомобиля сделать выводы и оформить отчёт по работе.

7 Содержание отчёта и его форма

Отчёт по лабораторной работе 12 должен содержать следующее:

- 1) кинематическую схему и описание устройства механизма автоматической коробки передач;
- 2) анализ результатов работы и краткие выводы;
- 6) дату выполнения работы и подпись студента.

Отчёт оформляется в тетради для лабораторных работ по дисциплине «Устройство автомобилей» или в виде отдельного документа, выполненного на листах формата А4. Отчёт по лабораторной работе представляется студентом к защите на следующем после проведения лабораторной работы занятии. Защита отчёта осуществляется после допуска к защите на занятии.

8 Контрольные вопросы

Для оценки уровня освоения материала лабораторной работы рекомендуется следующий перечень контрольных вопросов:

- 1) По каким признакам классифицируют коробки передач?

- 2) Для чего предназначена коробка передач автомобиля?
- 3) Чем принципиально отличаются кинематические схемы двух-
вальных и трёхвальных коробок передач?
- 4) Какие преимущества и недостатки у автоматических коробок пере-
дач?
- 5) Как устроена гидромеханическая коробка передач? Принцип работы.
- 6) Как устроена роботизированная коробка передач? Принцип работы.
- 7) Как устроен вариатор? Принцип работы.
- 8) Как устроена гидротрансформатор? Принцип работы.
- 9) Как устроена планетарная коробка передач? Принцип работы.
- 10) Приведите сравнительные преимущества и недостатки механиче-
ской коробки передач, гидромеханической коробки передач, роботизирова-
ной коробки передач, вариатора.
- 11) Каковы достоинства гидромеханической коробки передач?

9 Список рекомендуемой литературы

Основная литература [1,2,3]

Дополнительная литература [9].

ОБЩИЙ СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная:

1. Волков, В. С. Электроника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических комплексов [Текст]: учебник для вузов. – М.: «Академия», 2011.

Дополнительная:

2. Ютт, В. Е. Электрооборудование автомобилей [Текст] / В. Е. Ютт – М. : Горячая линия – Телеком, 2009.
3. Акимов, А. В, Электрооборудование автомобилей [Текст] : учебник для вузов / А. В. Акимов, Ю. П. Чижков. – М.: За рулем, 2007.
4. Чижков, Ю. П. Электрооборудование автомобилей и тракторов [Текст] / Ю. П. Чижков. – М.: Машиностроение, 2007.
5. Соснин, Д. А. Автотроника [Текст] : учебное пособие / Д. А. Соснин. – М.: Солон - П, 2005.
6. Краткий автомобильный справочник НИИАТ [Текст] / А. Н. Поздников [и др.]. – М.: Трансконсалтинг, НИИАТ, 1994 – 2010.
7. Автомобильный справочник BOSCH [Текст]/ Вед. ред. В. Маслов. – М.: «За рулем», 2012.
8. Журнал «Автомобиль и сервис» - www.abs.msk.ru.
9. www.systemsauto.ru.
10. Савватеев, И. Г. Метод определения электромеханических характеристик стартеров [Текст]. –Рукопись депон. в НИИНавтопром, №996 ап-Д84, 1984.
11. Иванов, А. М. Основы конструкции современного автомобиля [Текст]: учебник для вузов / А. М. Иванов, А. Н. Солнцев, В. В. Гаевский и др. – М. ООО Издательство «За рулем», 2012.