

Лабораторная работа № 2

КОНСТРУКЦИЯ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТАРТЕРА

Цель работы: изучение принципа действия автомобильного стартера, конструкции и назначение его основных узлов, технологии разборки и сборки стартера СТ221, оценка его технического состояния.

Основные этапы работы:

1. Внеаудиторная подготовка к работе в лаборатории.
2. Работа в лаборатории, связанная с разборкой стартера СТ221, оценкой технического состояния его узлов и элементов, и сборкой стартера.
3. Обработка и анализ полученной в лаборатории информации, оформление отчета по проделанной работе.
4. Защита лабораторной работы.

Программа работы:

- 1 Внеаудиторная подготовка к работе в лаборатории
 - 1.1 Используя конспекты лекций, учебники и учебные пособия, настоящие методические указания, а также доступный справочный материал:
 - ознакомиться с назначением стартеров и принципом их действия;
 - изучить устройство автомобильных стартеров и назначение их узлов и элементов;
 - ознакомиться с основными техническими характеристиками стартеров;
 - изучить технологию разборки и сборки стартера.
 - 1.2 В процессе предварительной подготовки к работе в лаборатории найти ответы на контрольные вопросы методических указаний
 - 1.3 Подготовить таблицу оценки технического состояния элементов и узлов стартера по образцу, приведенному в руководстве выполнения лабораторной работы
- 2 Работа в лаборатории
 - 2.1 Для более детального изучения конструкции стартера и его узлов

ознакомиться с демонстрационным стендом и плакатами

2.2 Получить набор инструментов, необходимых для разборки и сборки стартера типа СТ221

2.3 Разобрать стартер СТ221 в следующем порядке:

2.3.1. Накидным ключом №13 отвернуть гайку на нижнем контактном болте тягового реле и отсоединить от него гибкий провод обмотки стартера.

2.3.2. Ключом №8 отвернуть три гайки крепления тягового реле и снять его.

2.3.3. Отверткой ослабить винт крепления стяжной защитной ленты, которая находится на крышке со стороны коллектора, и снять ее вместе с прокладкой.

2.3.4. С помощью отвертки вывернуть четыре винта крепления клемм щеток и вынуть щетки крючком из щеткодержателей после освобождения их от нажатия щеточных пружин.

2.3.5. Ключом №10 отвернуть две гайки стяжных шпилек и отсоединить корпус с крышкой со стороны привода от крышки со стороны коллектора с якорем.

2.3.6. Плоскогубцами вывернуть из крышки стяжные шпильки.

2.3.7. Отсоединить крышку со стороны коллектора от корпуса.

2.3.8. Вынуть резиновую заглушку рычага из крышки со стороны привода.

2.3.9. Расшплинтовать и с помощью выколотки вынуть из крышки ось рычага привода стартера.

2.3.10. Вынуть рычаг и якорь с приводом из крышки, а затем отсоединить рычаг от привода.

2.3.11. Снять с вала якоря регулировочную и упорную шайбы.

2.3.12. Используя трубкообразную выколотку сбить ограничительное кольцо хода шестерни.

2.3.13. Снять стопорное и ограничительное кольца.

2.3.14. Снять с вала якоря обгонную муфту.

2.3.15. Для разборки тягового реле ключом №8 отвернуть три гайки стяжных болтов и отпаять выводы обмоток от штекера "50" и от наконечника, закрепленного на нижнем контактном болту тягового реле.

Основные детали разобранного стартера показаны на рисунке 2.1

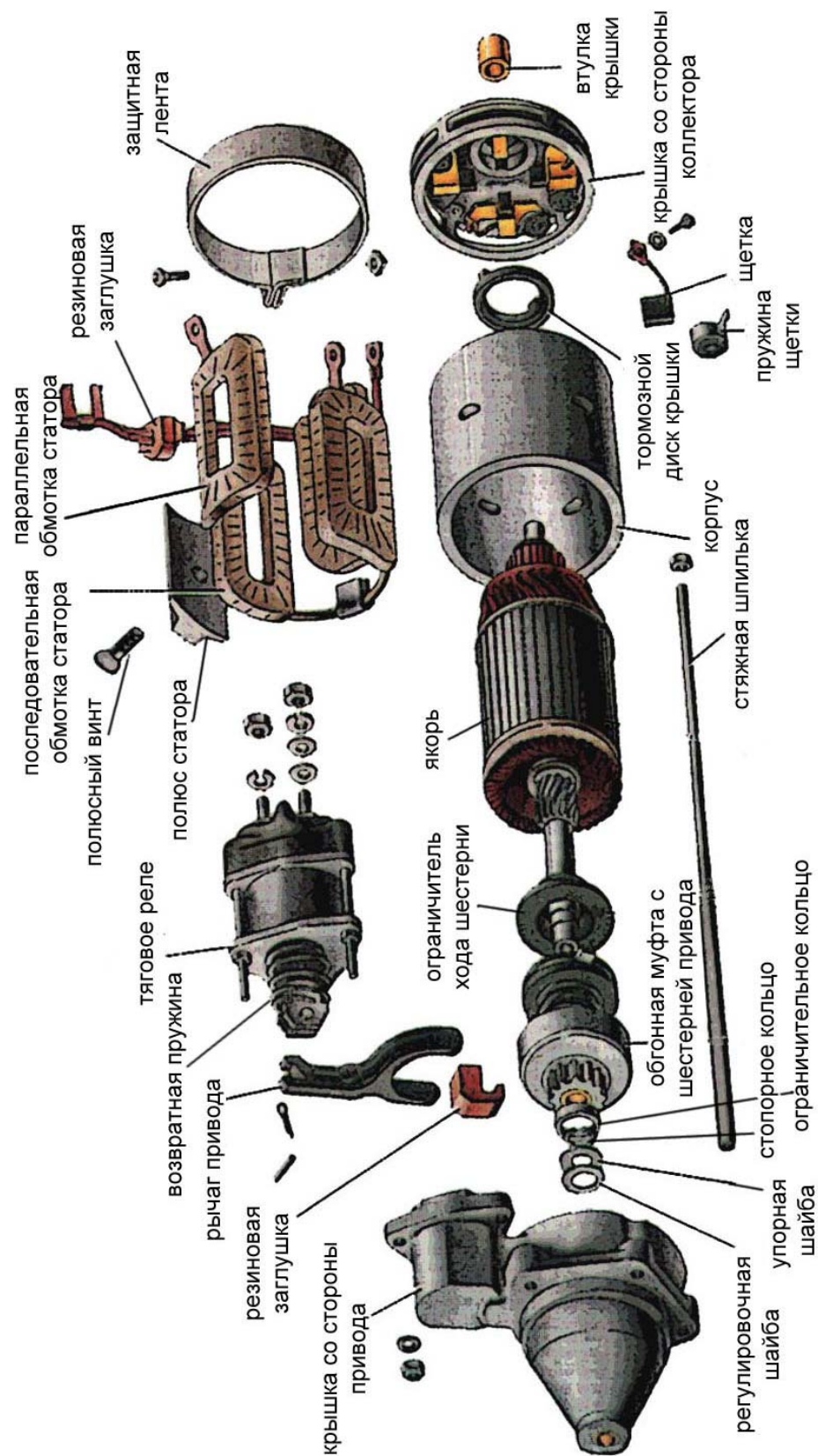


Рисунок 2.1 Основные сборочные детали стартера СТ221

2.4.1 Оценить техническое состояние якоря

- Проверить обмотку якоря на замыкание с корпусом ("массой"). Для этого измерить омметром сопротивление между коллекторной пластиной и сердечником якоря. Оно должно быть не менее 10 кОм. *При наличии замыкания с корпусом якорь выбраковывается и заменяется новым.* **Примечание:** действия, выделенные курсивом, выполняются только при проведении технического обслуживания стартера.

- Проверить состояние коллектора. Рабочая поверхность коллектора должна быть гладкой (без следов износа) и не должна иметь следов подгорания (почернения), вызываемых искрением и механическим износом щеток. *Загрязненную, окисленную или подгоревшую поверхность коллектора протирают чистой ветошью, смоченной бензином или зачищают мелкозернистой шлифовальной шкуркой. Сильно подгоревший и изношенный коллектор протачивается на токарном станке (минимально допустимый диаметр для СТ221 – 36 мм).*

- Проверить качество пайки выводов секций обмотки якоря в гребешки коллектора. Пайка не должна иметь пустоты и окисленные поверхности. *При необходимости соединения пропаивают припоем с канифолью паяльником мощностью не менее 100 Вт при предварительно прогретом якоре. После пайки коллектор нужно прочистить, продуть, а места пайки покрыть лаком.*

- Проверить состояние шлицов и цапф вала якоря. На поверхности шлицов и цапф вала не должно быть задиров, забоин и износа, так как они могут стать причиной заедания шестерни на валу. *Если на поверхности вала появились следы желтого цвета от втулки шестерни, они удаляются мелкозернистой шлифовальной шкуркой.*

- Проверить состояние бандажа якоря. Он не должен иметь механических повреждений.

2.4.2. Оценить техническое состояние статора с обмотками.

- Проверить обмотку статора на обрыв, для чего измерить омметром сопротивление катушек.

- Проверить обмотку статора на замыкание с корпусом, для чего измерить омметром сопротивление между выводом обмотки и корпусом статора. Прибор должен показывать сопротивление не менее 10 кОм.

- Осмотреть обмотку статора на наличие перегрева. На поверхности изолятора катушек статора не должно быть следов почернения.

При наличии обрыва, замыкания на корпус или перегрева корпус с обмотками выбраковывается и заменяется новым.

2.4.3. Оценить техническое состояние крышек стартера.

- Проверить механизм привода на легкость перемещения по направлению к подшипнику крышки со стороны привода и возврат в исходное положение силой пружины. *Если перемещение привода затруднено, вал очищают от грязи и покрывают пластичной смазкой типа ЦИАТИМ. В случае заедания муфты привода после смазывания или ее пробуксовывания муфту следует заменить.*

- Проверить, свободно ли проворачиваться шестерня привода относительно вала якоря в направлении вращения якоря, при этом в обратном направлении шестерня вращаться не должна.

- Проверить степень износа шестерни привода. На ее зубьях не должно быть сколов и выкрашиваний. *Если на заходной части зубьев шестерни имеются забоины, то их нужно подшлифовать мелкозернистым наждачным кругом малого диаметра. Если детали привода повреждены или значительно изношены, привод заменяется новым.*

- С помощью измерительного щупа, имеющего нормированную толщину, проверить осевой люфт якоря. Он не должен быть более 0,7 мм. *Изменение величины свободного хода достигается подбором количества или толщины регулировочных шайб, устанавливаемых между крышкой со стороны привода и упорным кольцом на валу якоря.*

2.4.4. Оценить техническое состояние привода.

- Проверить каково состояние крышек и их втулок. *Если на крышке имеются трещины или втулки изношены, то данные детали заменяются новыми.*

- Проверить, нет ли у щеткодержателей положительных щеток замыкания на корпус, для чего измерить омметром сопротивление между соответствующей щеткой и крышкой стартера.

- Проверить легкость перемещения щеток в щеткодержателях и усилие пружин. Перемещение должно быть свободным, без заеданий. Усилие пружин на щетках можно определить динамометром. Для этого под щетку нужно положить полоску бумаги, и динамометром оттягивать щеточную пружину, одновременно стараясь вытянуть бумагу из-под щетки. Давление пружины на щетку определяется в момент освобождения бумаги щеткой, оно должно составлять порядка $9,8 \pm 0,98$ Н ($1 \pm 0,1$ кгс). *В случае уменьшения усилия щеточных пружин более чем на 25% номинального значения необходимо заменить пружину.*

- Проверить состояние щеток, обратив внимание на степень их износа и качество поверхности. Длина щетки должна быть не менее 12 мм. Степень прилегания щетки к коллектору можно оценить визуально, при-

ложив ее рабочей поверхностью к коллектору. Если щетки изношены, то они заменяются новыми, предварительно притертыми к коллектору.

2.4.5. Оценить техническое состояние тягового реле.

- Проверить легкость перемещения якоря тягового реле. При его затрудненном ходе реле следует разобрать и смазать скользящие части.

- С помощью омметра проверить, замыкаются ли контактные болты реле контактной пластиной, и нет ли обрыва в обмотке реле. Если контактные болты не замыкаются, то нужно разобрать реле и зачистить контактные болты и пластину мелкозернистой шкуркой или плоским бархатным напильником. Реле с поврежденной обмоткой заменяется новым.

- Для разобранного реле проверить, нет ли следов перегрева обмотки (почернения), а также надежность соединения выводов обмотки реле со штекером "50" и "массой".

2.5. Результаты оценки технического состояния узлов и элементов стартера занести в таблицу Э1 (согласно приведенному образцу), и сделать заключение.

Таблица Э2.1

№	Наименование	Описание технического состояния узла или элемента стартера	Заключение
1.	Щетки	Рабочая поверхность ровная, края рабочей поверхности частично подвержены эл. коррозии. Гибкие выводы не имеют оборванных проводов. Наконечники подвержены загрязнению и коррозии. Длина щеток в допустимых пределах. ...и т.д.	Пригодны к дальнейшей эксплуатации после проведения технического обслуживания.
2.			

2.6. Собрать стартер в порядке, обратном разборке, обратив внимание на приведенные ниже рекомендации.

- При установке щеток необходимо предварительно отвести концы щеточных пружин в стороны, концы пружин должны нажимать на середину щетки.

- Предварительно собрав вместе крышки, корпус и якорь и затянув гайки стяжных шпилек, нужно проверить осевой свободный ход вала якоря. При этом якорь может быть без привода, а крышка со стороны привода

без рычага.

- После сборки необходимо проверить, что якорь свободно вращается (тугое вращение якоря может быть вызвано перекосом при сборке стартера, его загрязнении, отсутствием смазочного материала или ослабленным креплением полюсов и задеванием за них якоря).

3. Оформить отчет, проведя анализ технического состояния стартера. Сформулировать заключение о пригодности стартера к эксплуатации.

Методический материал к лабораторной работе

Система электростартерного пуска

Стартер предназначен для дистанционного пуска двигателя автомобиля. Он представляет собой электродвигатель постоянного тока с электромагнитным тяговым реле и механизмом привода.

При включении замка зажигания срабатывает тяговое реле (рисунок 2.2 и 2.3), в результате чего шестерня привода входит в зацепление с венцом маховика двигателя, и замыкаются силовые контакты в цепи питания электродвигателя. Якорь стартера через механизм привода приводит во вращение коленчатый вал и сообщает ему обороты, необходимые для начала самостоятельной работы двигателя. Минимальное пусковое число оборотов, при котором двигатель может начать работу, для карбюраторных систем составляет 70...90 об/мин, а для дизельных двигателей и систем с впрыском бензина – 100...200 об/мин.

При пуске стартера ток разряда АКБ составляет 100...1500 А, поэтому время работы стартера ограничено. По существующим нормативам продолжительность попытки пуска бензинового двигателя составляет 10 с, дизеля – 15 с, интервал между попытками – 60 с, а после 3 попыток – 3 мин.

После запуска двигателя автомобиля отпускается ключ зажигания, размыкаются силовые контакты, тяговое реле и электродвигатель отключаются от аккумуляторной батареи и привод стартера выводится из зацепления с венцом маховика.

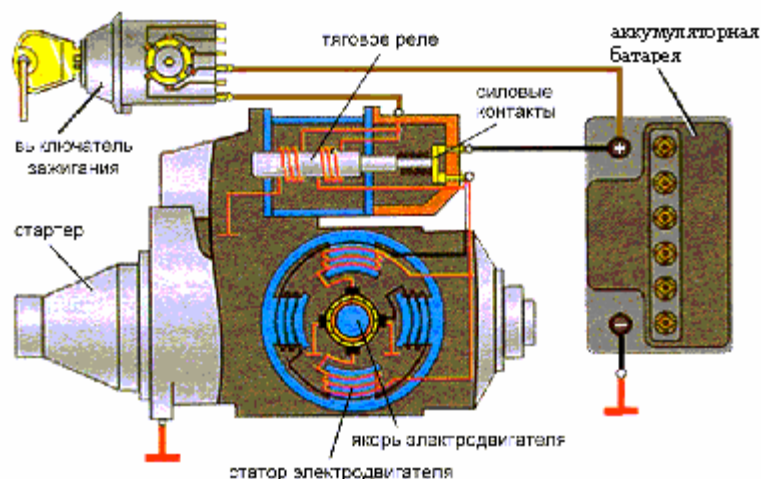


Рисунок 2.2 - Электрическая схема включения стартера

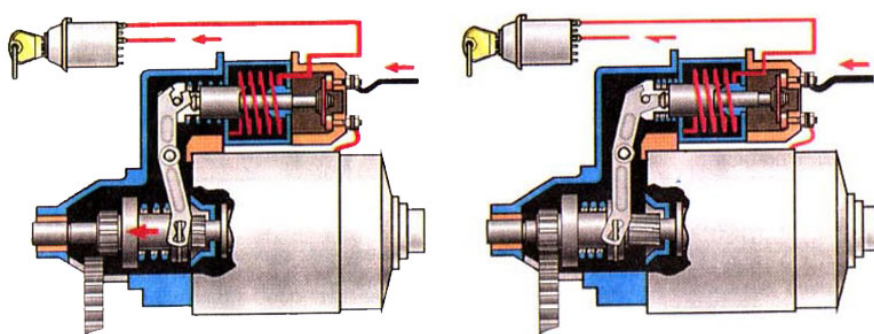


Рисунок 2.3 - Зацепление шестерни привода с венцом маховика двигателя

Обозначение стартера

Ранее стартер обозначался буквами «СТ», номером модели и ее модификацией. Например, СТ221. В настоящее время используется цифровое обозначение вида ХХХХ.3708, где первые две цифры соответствуют номеру модели, третья цифра – модификации, а четвертая – исполнению (в некоторых случаях третья и четвертая цифры могут отсутствовать). Так 5702.3708 – это стартер 57 модели, общеклиматического исполнения.

Устройство стартеров

Стартер состоит из *корпуса*, в котором смонтированы *катушки возбуждения* с полюсами; *якоря* с обмоткой и коллектором; *крышек* (со стороны коллектора и со стороны привода); *привода*, состоящего из рычага приводной шестерни и муфты свободного хода; и *тягового реле*, состоящего из катушки, ярма, якоря, штока с контактной пластиной, крышки с контактными болтами.

Корпус электростартера изготавливают из трубы или стальной полосы (сталь Ст10 или Ст2) с последующей сваркой стыка. В корпусе предусмотрено отверстие для выводного болта обмотки возбуждения, но не имеется окон для доступа к щеткам (с целью улучшения герметизации).

К корпусу винтами крепят полюсы с *катушками обмотки возбуждения* (рисунок 2.4). Все автомобильные стартеры выполняют четырехполюсными. Катушки последовательных (сериесных) и параллельных (шунтовых) обмоток возбуждения устанавливают на отдельных полюсах, поэтому число катушек равно числу полюсов. Катушки последовательной обмотки имеют небольшое число витков неизолированного медного провода прямоугольного сечения марки ПММ. Между витками катушки прокладывают электроизоляционный картон толщиной 0,2...0,4 мм. Катушки параллельной обмотки возбуждения наматывают изолированным круглым проводом марок ПЭВ-2 или ПЭТВ. Снаружи катушки изолируют лентой из изоляционного материала (хлопчатобумажная тафтяная лента, батистовая лента Б-13). Внешняя изоляция после пропитывания лаком и просушивания имеет толщину 1...1,5 мм. Перспективно применение полимерных материалов при изолировании катушек, с помощью которых можно получить покрытия, равномерные по толщине, стойкие к воздействию агрессивной среды и повышенной температуры.

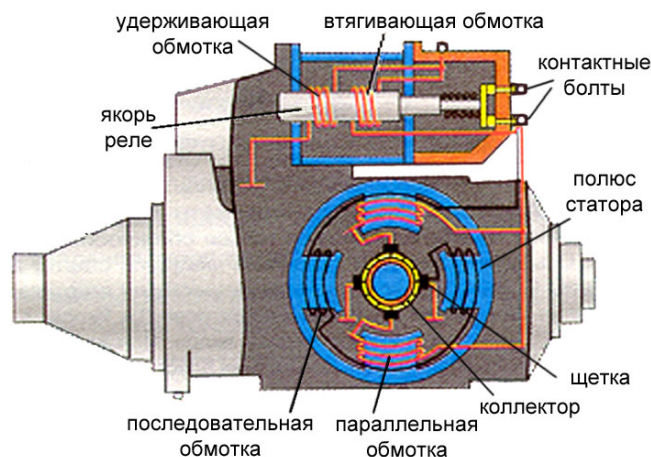


Рисунок 2.4 - Устройство стартера

Якорь стартера представляет собой шихтованный сердечник, в пазы которого укладываются секции обмотки. В шихтованном сердечнике меньше потери на вихревые токи. Пакет якоря напрессован на вал, вращающийся в двух или трех опорах с бронзографитовыми подшипниками, подшипниками из другого порошкового материала, либо с подшипниками качения. Пакет якоря набирают из стальных пластин (СТ 0,8 КП или СТ 10) толщиной 1...1,2 мм. Крайние пластины пакета из электроизоляционного картона ЭВ толщиной 2,5 мм предохраняют от повреждения изоляци-

онный материал лобовых частей обмотки якоря.

В стартерных электродвигателях применяют простые волновые обмотки с одно- и двухвитковыми секциями. Одновитковые секции выполняют из неизолированного прямоугольного провода марки ПММ. В этом случае проводники в пазы укладывают в два слоя и изолируют друг от друга и пакета якоря гильзами S-образной формы из электрокартона толщины 0,2...0,4 мм или полимерной пленки. Обмотки с двухвитковыми секциями наматывают круглыми изолированными проводами ПЭВ-2 и ПЭТВ.

Концы секций обмотки якоря укладывают в прорези «петушков» коллектных пластин. Конец одной секции и начало следующей по ходу обмотки присоединяют к одной коллекторной пластине. На лобовые части обмотки якоря накладывают бандажи, состоящие из нескольких витков проволоки, хлопчатобумажного шнура или стекловолоконного материала, намотанных на прокладку из электроизоляционного картона. Бандаж из стекловолокна менее дорогостоящий, для него можно не применять крепежные скобы. Бандаж может быть изготовлен в виде алюминиевого кольца с изоляционной кольцевой прокладкой из гетинакса или текстолита. Лобовые части секций изолируют друг от друга электроизоляционным картоном.

В электростартерах применяют сборные цилиндрические *коллекторы* на металлической втулке, а также цилиндрические и торцовые коллекторы с пластмассовым корпусом.

Сборные цилиндрические коллекторы, применяемые на стартерах большой мощности, составляют из медных пластин и изолирующих прокладок из миканита, слюдинита или слюдопласта. Пластины в коллекторе закрепляются с помощью металлических нажимных колец и изоляционных корпусов по боковым опорным поверхностям. От металлической втулки, которую напрессовывают на вал якоря, медные пластины изолируют цилиндрической втулкой из миканита. Рабочая поверхность коллектора должна иметь строго цилиндрическую форму.

В цилиндрических коллекторах с пластмассовым корпусом пластмасса является формирующим элементом коллектора. Она плотно охватывает сопрягаемые поверхности независимо от конфигурации и точности изготовления коллекторных пластин, изолирует коллекторные пластины от вала и воспринимает нагрузки. В качестве пресс-материала чаще всего используется пластмасса АГ-4С. Для повышения прочности коллектора применяют армировочные кольца из металла и пресс-материала. При небольших размерах коллектор может быть изготовлен из цельной цилиндрической заготовки, разрезаемой после опрессовки пластмассой на отдельные

ламели.

Торцевой коллектор выполнен в виде пластмассового диска с залитыми в нем медными пластинами. Рабочая поверхность торцевого коллектора находится в плоскости, перпендикулярной к оси вращения якоря. Такой коллектор способствует более стабильной и длительной работе щеточного контакта.

В стартерах с цилиндрическими коллекторами *щет*ки устанавливают в четырех коробчатых щеткодержателях радиального типа, закрепленных на крышке со стороны коллектора. Необходимое давление (30...120 кПа) на щетки обеспечивают спиральные пружины. Щеткодержатели изолированы от крышки прокладками из текстолита или другого изоляционного материала. В стартерах большой мощности в каждом из радиальных щеткодержателей устанавливают по две щетки.

В электростартерах с торцевыми коллекторами щетки размещают в пластмассовой или металлической траверсе и прижимают к рабочей поверхности коллектора витыми цилиндрическими пружинами.

Щетки имеют канатики и присоединяются к щеткодержателям с помощью винтов. Обычно щетки устанавливают на геометрической нейтрали, но на некоторых стартерах для улучшения коммутации щетки смещают с геометрической нейтрали на небольшой угол против направления вращения. Щетки в щеткодержателях должны перемещаться свободно, но без сильного бокового люфта.

В электростартерах применяют меднографитные щетки с добавками свинца и олова. Графита больше в щетках для мощных стартеров и стартеров для тяжелых условий эксплуатации. Размеры щеток и падение напряжения под ними зависят от допустимой плотности тока. Обычно плотность тока в щетках электростартеров находится в пределах 40...100 А/см².

Тяговое реле обеспечивает ввод шестерни в зацепление с венцом маховика и подключает стартерный электродвигатель к аккумуляторной батарее (см. рисунок 2.4 и 2.5). На большинстве стартеров тяговое реле располагают на приливе крышки со стороны привода. С фланцем прилива крышки реле соединяют непосредственно или через дополнительные крепежные элементы.

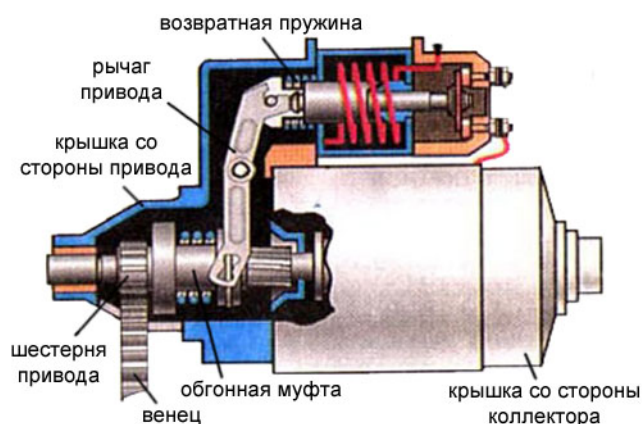


Рис. 2.5 - Устройство тягового реле стартера

Реле может иметь одну или две обмотки, намотанные на латунную втулку, в которой свободно перемещается стальной якорь, воздействующий на шток с подвижным контактным диском. Два неподвижных контакта в виде контактных болтов закрепляют в пластмассовой крышке.

В двухобмоточном реле удерживающая обмотка, рассчитанная только на удержание якоря реле в притянутом к сердечнику состоянии, намотана проводом меньшего сечения и имеет прямой выход на «массу». Втягивающая обмотка подключена параллельно контактам реле. При включении реле она действует согласно с удерживающей обмоткой и создает необходимую силу притяжения, когда зазор между якорем и сердечником максимален. Во время работы стартерного электродвигателя замкнутые контакты тягового реле шунтируют втягивающую обмотку и выключают ее из работы. При неразделенной контактной системе подвижный контакт снабжен пружиной. Перемещение подвижного контактного диска в исходное нерабочее положение обеспечивает возвратная пружина. В разделенной контактной системе подвижный контактный диск не связан жестко с якорем реле.

Тяговое реле рычагом связано с механизмом привода, расположенным на шлицевой части вала. Рычаг воздействует на привод через поводковую муфту. Его отливают из полимерного материала или выполняют составным из двух штампованных стальных частей, которые соединяют заклепками или сваркой.

Для передачи вращающего момента от вала якоря коленчатому валу используется специальный *механизм привода*. По типу и принципу работы приводных механизмов выделяют стартеры с электромеханическим перемещением шестерни привода, с инерционным или комбинированным приводом. Для предотвращения разноса якоря после пуска двигателя в автомобильные электростартеры устанавливают роликовые, храповые или фрикционно-храповые муфты свободного хода. Наибольшее распростра-

нение в электростартерах получили электромеханический привод шестерни и роликовые муфты свободного хода.

Роликовые муфты свободного хода технологичны в изготовлении, бесшумны в работе и способны при небольших размерах передавать большие крутящие моменты. Они малочувствительны к загрязнению, не требуют ухода и регулирования в эксплуатации. Работает такая муфта следующим образом (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 Схема работы роликовой муфты свободного хода при пуске (а) и после пуска (б) двигателя автомобиля

При включении стартерного электродвигателя наружная ведущая обойма муфты свободного хода вместе с якорем поворачивается относительно неподвижной еще ведомой обоймы. Ролики под действием прижимных пружин и сил трения между обоймами и роликами перемещаются в узкую часть клиновидного пространства, и муфта заклинивается (рисунок 2.6,а). Вращение от вала якоря ведущей обойме муфты передается шлицевой втулкой. После пуска двигателя частота вращения ведомой обоймы с шестерней превышает частоту вращения ведущей обоймы, ролики переходят в широкую часть клиновидного пространства между обоймами, поэтому вращение от венца маховика к якорю стартера не передается — муфта проскальзывает (рисунок 2.6,б).

Крышки со стороны коллектора изготавливают методом литья из чугуна, стали, алюминиевого или цинкового сплава, а также штампуют из стали. Крышки могут иметь дисковую или колоколообразную форму.

Крышки со стороны привода изготавливают методом литья из алюминиевого сплава или чугуна. Конструкция крышки зависит от материала, из которого она изготовлена, типа механизма привода, способа крепления стартера на двигателе и тягового реле на стартере. Установочные фланцы крышки имеют два или большее число отверстий под болты крепления стартера. Фланцевое крепление стартера к картеру сцепления дает возможность сохранить постоянство межосевого расстояния в зубчатом зацеплении при снятии и повторной установке стартера. В крышке предусмотрено отверстие, которое позволяет шестерне привода входить в зацепления

с венцом маховика.

В крышках и промежуточной опоре устанавливают *подшипники скольжения*. Промежуточную опору предусматривают в стартерах с диаметром корпуса 115 мм и более. Подшипники смазывают в процессе производства и при необходимости во время технического обслуживания в процессе эксплуатации. В стартерах большой мощности бобышки подшипников имеют масленки с резервуарами для смазочного материала и смазочными фильцами.

На автомобилях ВАЗ моделей 2108 и 2109 установлен стартер 29.3708, имеющий только одну опору в крышке со стороны коллектора. Вторая опора со стороны привода предусмотрена в картере сцепления.

В эксплуатации стартеры подвержены воздействию влаги, масла, грязи, поэтому конструкция стартера предусматривает защиту от них. Лучше защищены стартеры грузовых автомобилей. Герметизация обеспечивается установкой в места разъема резиновых колец и шайб, применением втулок и уплотнительных прокладок, а также мягких пластических материалов.

Устройство стартера СТ221.

На рисунке 2.7 показана в разрезе конструкция стартера СТ221.

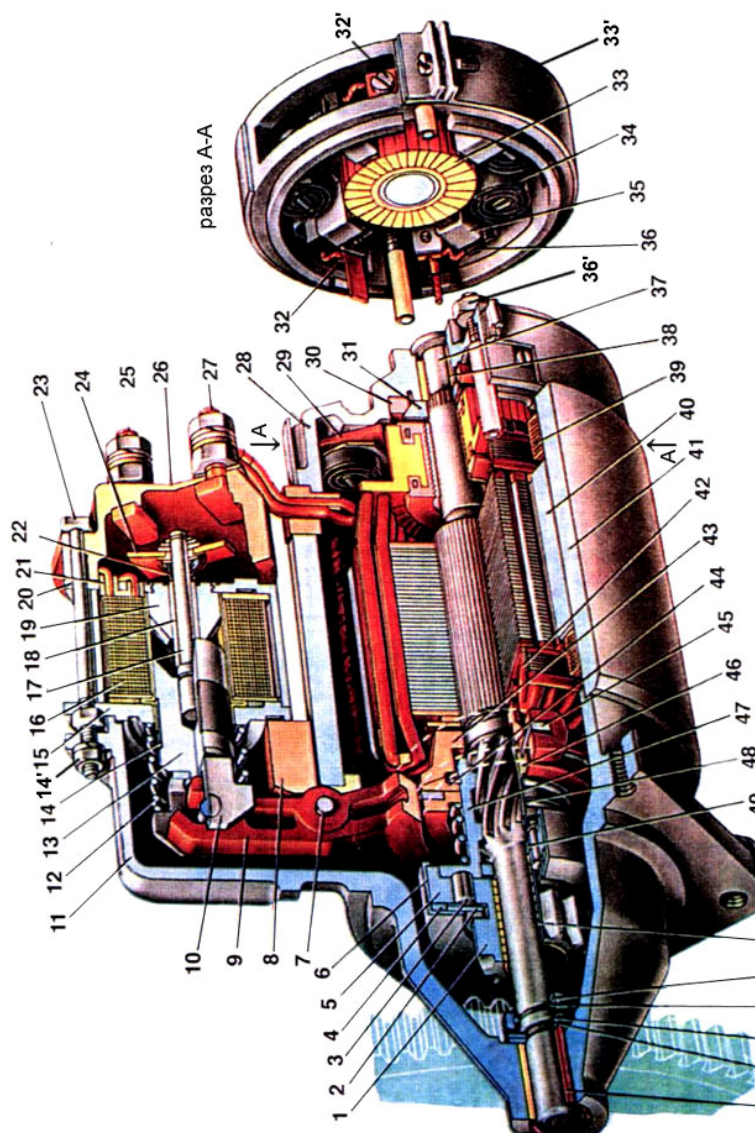


Рисунок 2.7 -Конструкция стартера СТ221

1 – шестерня привода, 2 – упорное полукольцо обгонной муфты, 3 – ролик обгонной муфты, 4 – центрирующее кольцо обгонной муфты, 5 – наружное кольцо обгонной муфты, 6 – кожух обгонной муфты, 7 – ось рычага привода включения шестерни стартера, 8 – уплотнительная заглушка крышки стартера, 9 – рычаг привода включения шестерни стартера, 10 – тяга якоря реле, 11 – крышка стартера со стороны привода, 12 – возвратная пружина якоря реле, 13 – якорь реле стартера, 14 – скользящая втулка, 14' – гайка крепления тягового реле, 15 – передний фланец реле, 16 – обмотка реле, 17 – стержень якоря, 18 – скользящая втулка стержня якоря, 19 – сердечник реле, 20 – фланец сердечника, 21 – щека каркаса обмотки реле, 22 – пружина стержня якоря, 23 – стяжной болт реле стартера, 24 – контактная пластина, 25 – верхний контактный болт, 26 – крышка реле, 27 – нижний контактный болт, 28 – крышка стартера со стороны коллектора, 29 – внутренняя изолирующая пластина положительного щеткодержателя, 30 – тормозной диск крышки, 31 – тормозной диск вала якоря, 32 – клемма щетки стартера, 32' – винт крепления клемм щеток, 33' – защитная лента, 33 – коллектор, 34 –

пружина щетки, 35 – щеткодержатель, 36 – щетка стартера, 36' – стяжная шпилька с гайкой, 37 – вал якоря, 38 – втулка крышки стартера, 39 – шунтовая катушка обмотки статора, 40 – полюс статора, 41 – корпус стартера, 42 – обмотка якоря, 43 – ограничитель хода выключения шестерни, 44 – ограничительный диск хода шестерни, 45 – поводковое кольцо, 46 – центрирующий диск, 47 – ступица обгонной муфты, 48 – буферная пружина, 49 – вкладыш ступицы обгонной муфты, 50 – втулка шестерни привода, 51 – ограничительное кольцо хода шестерни, 52 – стопорное кольцо, 53 – упорная шайба вала якоря, 54 – регулировочная шайба осевого свободного хода.

Стартер СТ221 представляет собой четырехполюсный электродвигатель постоянного тока со смешанным возбуждением и состоит из корпуса 41 с обмотками возбуждения, якоря с приводом, двух крышек 11 и 28 и тягового электромагнитного реле. Крышки и корпус стянуты в единое целое двумя шпильками 36', ввернутыми в крышку 11. Внутри стального корпуса закреплены винтами четыре полюса 40. На полюсы надеты катушки обмотки. Корпус вместе с полюсами и катушками образует статор стартера. Две катушки обмотки статора являются последовательными, а две другие параллельными обмотке якоря.

Якорь стартера состоит из вала 37, сердечника с обмоткой 42 из медной ленты и коллектора 33, выполненного в виде пластмассовой втулки с залитыми в ней медными пластинами. Вал якоря вращается в двух металлокерамических втулках 38, запрессованных в крышки стартера и пропитанных маслом. Осевой свободный ход вала якоря регулируется подбором шайб 54 и должен быть в пределах $0,07 \div 0,7$ мм.

На переднем конце вала якоря установлен привод стартера, состоящий из роликовой обгонной муфты и шестерни 1. Обгонная муфта состоит из наружного кольца 5 с роликами 3 и внутреннего кольца, объединенного с шестерней 1 привода. Наружное кольцо имеет три паза с отверстиями, в которых находятся стальные ролики с пружинами, плунжерами и направляющими стержнями. Лазь для роликов – с переменной шириной. В широкой части паза ролики могут свободно вращаться, а в узкой – заклиниваются между наружным и внутренним кольцами.

Электромагнитное тяговое реле стартера служит для ввода шестерни привода в зацепление с венцом маховика и для замыкания цепи питания обмоток якоря и статора. Магнитную систему реле образуют фланцы 15 и 20, ярмо (окружающее обмотку) и сердечник 19, запрессованный во фланец 20. На каркасе из латунной трубки и пластмассовых щек намотана катушка реле. На стартерах выпуска до 1981г. имеются две обмотки: удерживающая и втягивающая. Обе обмотки намотаны в одну сторону. Начала обмоток припаяны к штекеру "50". Конец удерживающей обмотки приварен к фланцу 20 реле (т.е. соединен с "массой"), а конец втягивающей обмотки соединен с нижним контактным болтом 27 реле.

Принцип работы стартера СТ221

При повороте ключа в положение II ("Стартер") замыкаются контакты "30" и "50" выключателя зажигания, и через обмотки тягового реле начинает протекать ток. Под действием этого тока возникает магнитное усилие, которое втягивает якорь реле до соприкосновения с сердечником 19. При этом контактная пластина замыкает контакты 25 и 27. У стартера с двухобмоточным тяговым реле при замыкании контактных болтов втягивающая обмотка обесточивается, так как оба ее конца оказываются соединенными с "плюсом" аккумуляторной батареи. Поскольку якорь уже втянут в реле, то для удержания якоря в этом положении требуется сравнительно небольшой магнитный поток, который и обеспечивает одна удерживающая обмотка. Передвигаясь, якорь реле через рычаг 9 перемещает обгонную муфту с шестерней. Ступица обгонной муфты, проворачиваясь на винтовых шлицах вала якоря стартера, поворачивает также и шестерню 1, что облегчает ее ввод в зацепление с венцом маховика. Кроме того, фаски на боковых кромках зубьев шестерни и венца маховика, а также буферная пружина, передающая усилие от рычага 9 ступице 47 муфты, облегчают ввод шестерни в зацепление и смягчают удар шестерни в венец маховика. Через замкнутые силовые контакты реле идет ток питания обмоток статора и якоря. Якорь стартера начинает вращаться вместе со ступицей 47 и наружным кольцом обгонной муфты. Поскольку ролики муфты смещены пружинами в узкую часть паза наружного кольца, а шестерня тормозится венцом маховика, то ролики заклиниваются между кольцами обгонной муфты, и крутящий момент от вала якоря передается через муфту и шестерню к венцу маховика.

После запуска двигателя частота вращения шестерни начинает превышать частоту вращения якоря стартера. Внутреннее кольцо обгонной муфты (объединенное с шестерней) увлекает ролики в широкую часть паза наружного кольца 5, сжимая пружины плунжеров. В этой части паза ролики свободно вращаются, не заклиниваясь, и крутящий момент от маховика двигателя не передается на вал якоря стартера.

После возвращения ключа в положение I ("Зажигание") цепь питания обмоток тягового реле размыкается. Якорь реле под действием пружины 12 возвращается в исходное положение, размыкая контакты 25 и 27 и возвращая обгонную муфту с шестерней в исходное положение. Пружина 12 через рычаг, диск 44 и ограничитель 43 давит на якорь в сторону крышки 28. Стальной тормозной диск 31 вала якоря упирается в тормозной диск 30 крышки, и якорь быстро прекращает вращение.

Технические характеристики стартеров

В таблице 2.1 приведены в качестве примера основные характеристики стартеров СТ221, 35.3708, 29.3708 и 421.3708.

Таблица 2.1

№ п/ п	Наименование параметра	СТ221	35.3708	29.3708	421. 3708
1.	Номинальное напряжение, В	12	12	12	12
2.	Номинальная мощность, кВт (л.с.)	1,3 (1,77)	1,3 (1,77)	1,3 (1,77)	1,5 (2,04)
3.	Направление вра- щения (со стороны шестерни привода)	правое	правое	левое	левое
4.	Возбуждение (об- мотка)	смешанное	смешанное	смешанное	последова- тельное
5.	Привод	шестерней с роликовой муфтой свободного хода			
6.	Число зубьев шес- терни привода стар- тера	11	11	11	
7.	Модуль	2,116	2,116	2,116	
8.	Диаметр якоря, мм	66,9	66,95	66,95	65
9.	Длина пакета якоря, мм	59,5	49,5	49,5	68
10.	<i>Коллектор:</i>				
	тип	цилиндри- ческий	торцовый	торцовый	цилиндри- ческий
	диаметр, мм	39	65	65	40
	число пластин	31	31	31	31
11.	<i>Обмотка статора:</i>				
	число последова- тельных катушек	2	3	3	4
	число витков по- следовательной ка- тушки (каждой)	10	5	5	7
	размеры провода последовательной катушки, мм	1,1x5,3	2,24x5,3	2,24x5,3	1,5x5,6
	число параллель- ных катушек	2	1	1	—

	число витков параллельной катушки	170	170	170	—
	диаметр провода параллельной катушки, мм	0,6	0,6	0,6	—
12.	<i>Обмотка якоря:</i>				
	число секций	31	31	31	31
	число витков в секции (размеры провода, мм)	1 (1,65x3,4)	1 (1,65x3,4)	1 (1,65x3,4)	1 (1,8x4,0)
	число пазов в якоре	31	31	31	29
	шаг проводников секции по пазам якоря	1-8	1-8	1-8	1-8
	шаг проводников секции по коллектору	1-15	1-15	1-15	1-15
13.	<i>Щетки:</i>				
	тип	МГС20	МГС20	МГС20	МГСА
	число	4	4	4	4
	размеры, мм	7x16x20	7x16x20	7x16x20	8,8x19,2x14
	сила натяжения щеточной пружины, Н	0,9-1,1	0,9-1,1	0,9-1,1	1,0-1,4
14.	<i>Тяговое реле:</i>				
	напряжение включения, В	9	9	9	9
	ток, потребляемый втягивающей обмоткой, А	34,3	24,4	24,4	24,4
15.	<i>Режим номинал. мощности:</i>				
	крутящий момент на валу стартера, кгс-м	0,8	0,76	0,76	0,94
	частота вращения вала стартера, мин ⁻¹	1570	1650	1650	1700
	сила тока, А	270	280	280	315

16.	<i>Режим холостого хода:</i>				
	напряжение, В	11,5	11,5	11,5	11,5
	сила тока, А	35	75	75	75
	частота вращения вала стартера, мин ⁻¹	5000±500	5000±500	5000±500	5000±500
17.	<i>Режим полного торможения:</i>				
	крутящий момент на валу стартера, кгс-м	1,4	1,4	1,4	1,6
	сила тока, А	500	500	500	520
	напряжение не более, В	6,5	7	7	7
18.	Масса стартера, кг	8,5	7,5	6	7,2
19.	Применение	ВАЗ-2101, ...07	ВАЗ-2104, ... 07, 21	ВАЗ-2108, 09	М2140, ИЖ2715, АЗЛК2141

Контрольные вопросы:

1. Каково назначение стартера?
2. Как устроен стартер?
3. По каким конструктивным характеристикам различают стартеры?
4. Каково назначение ... (например, полюсов статора, якоря, коллектора, щеток, муфты свободного хода,), и какую функцию этот узел (элемент) стартера выполняет?
5. Какой вид возбуждения имеет исследованный стартер?
6. Сколько обмоток в стартере? Что это за обмотки, и каково их назначение?
7. Какие факторы обуславливают выбор стартера для конкретного двигателя?

Литература:

1. Ютт В. Е. Электрооборудование автомобилей. - М.: Транспорт, 2000.
2. Чижков Ю.П., Акимов А.В. Электрооборудование автомобилей. Учебник для вузов. - М.: Изд-во За рулем, 2000.
3. Пятков К.Б. Электрооборудование ВАЗ 2103, 2106: устройство и ремонт. - М.: Третий Рим, 1998.