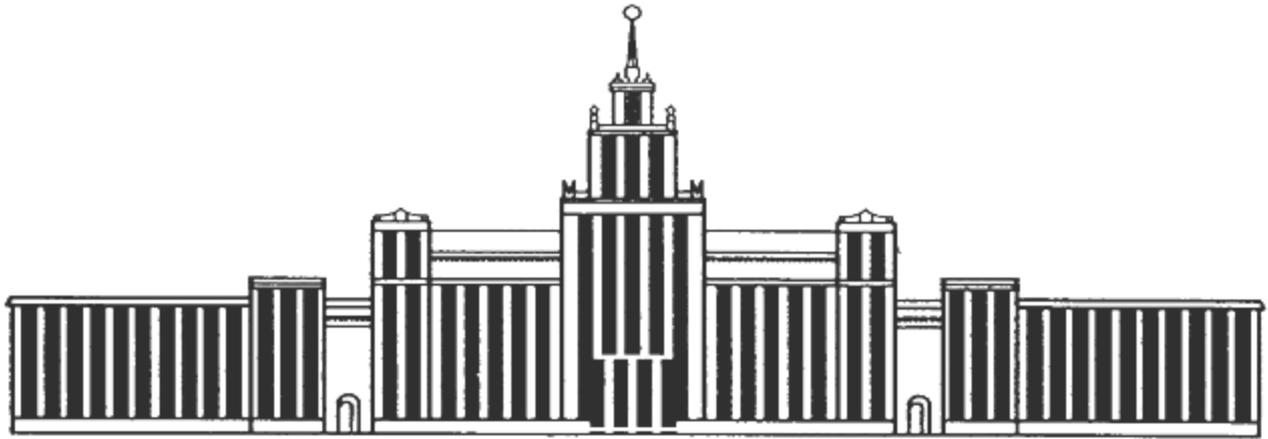


---

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---



---

---

ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

---

КОНСТРУКЦИЯ, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, ХАРАКТЕРИСТИКИ  
АВТОМОБИЛЬНОГО СТАРТЕРА  
Лабораторный практикум

---

Челябинск  
2015

---

Лабораторный практикум «Конструкция, принцип действия, характеристики Автомобильного стартера» / авторы: А.Г. Возмилова, Р.Ю. Илимбетова, А.С. Мартянова, под ред. В.А. Калмаков, А.А. Андреев – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – 19 с.

Предназначена для студентов специальностей Автотракторного факультета по разделу «Электрооборудование автомобилей и тракторов».

**Цель работы:** изучить принцип действия автомобильного стартера, конструкции и назначения его основных узлов. Ознакомиться с методикой стендовых испытаний автомобильных стартеров. Снять основные характеристики стартера.

### **Программа работы:**

1. Используя учебники и учебные пособия, методические указания к настоящей лабораторной работе, а также доступный справочный материал:

- ознакомиться с назначением и принципом действия автомобильного стартера;
- изучить устройство, назначение узлов и элементов автомобильных стартеров;
- ознакомиться с основными техническими характеристиками;

2. В процессе подготовки к работе в лаборатории ответить на контрольные вопросы методических указаний.

3. Выполнить лабораторную работу следуя методическим указаниям.

4. Оформить отчёт согласно образцу.

## **Методический материал к лабораторной работе**

### **Классификация**

Электродвигатели классифицируются по способу подключения обмотки возбуждения (рис. 1). Наиболее распространенным видом электродвигателей являются двигатели с последовательным возбуждением. Двигатели со смешанным возбуждением также часто используются для работы в тяжелых условиях.

В электродвигателе с последовательным возбуждением обмотка возбуждения включена последовательно с обмоткой якоря. Это самый распространенный тип двигателя для легковых автомобилей, такой двигатель дает высокий пусковой момент, падающий при повышении скорости вращения. Такая характеристика идеальна для преодоления большого сопротивления при вращении коленчатого вала с места.

Наряду с двигателями, имеющими электрическое возбуждение, в эксплуатации есть и двигатели с возбуждением от постоянных магнитов, имеющие неплохие весовые показатели.

Двигатели с постоянным магнитом имеют малые габариты и просты по конструкции. Поскольку у них нет обмотки возбуждения, падение напряжения в них определяется только сопротивлением обмотки якоря. Для съема высокой мощности с вала такие двигатели могут иметь встроенную механическую передачу от якоря к выходному валу.

Двигатели со смешанным возбуждением используются в тех случаях, когда нужна большая мощность. Двигатели этого типа имеют как последовательную, так и параллельную обмотки, которые включаются в два этапа:

а) При включении двигателя сначала параллельная обмотка включается последовательно с якорем и выполняет роль балластного сопротивления. Благодаря этому, ток якоря ограничен и двигатель развивает небольшой момент, необходимый для плавного ввода в зацепление шестерни стартера.

б) На втором этапе обмотки соответствуют своему названию: параллельная

обмотка включается параллельно якорю, а последовательная - последовательно.

После запуска двигателя шестерня стартера выходит из зацепления с маховиком, и стартер отключается от источника питания. В это время вращающийся по инерции якорь начинает генерировать ток, который рассеивается в параллельной обмотке возбуждения. Благодаря этому якорь стартера быстро останавливается - эффект электротормоза.

### **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 (рисунки 2 и 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 60...90 об/мин, а для дизельных двигателей и систем с впрыском бензина соответственно – 100...200 и 300...400 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.

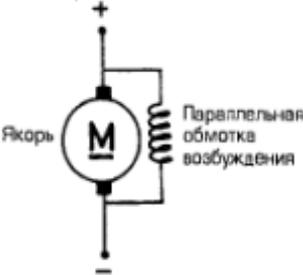
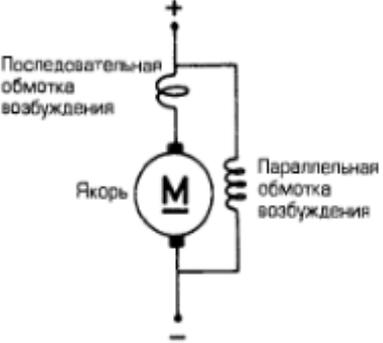
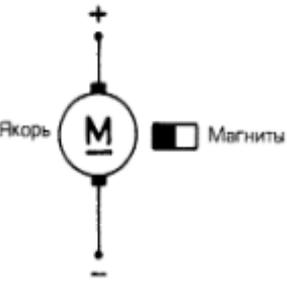
<p>Двигатель с параллельным возбуждением</p>		<p>Электродвигатель общего назначения. В качестве стартера не используется. Обмотка возбуждения имеет много витков и значительное сопротивление.</p>
<p>Двигатель с последовательным возбуждением</p>		<p>Большой пусковой момент, идеален для проворачивания поршневого двигателя. Обмотка возбуждения имеет небольшое число витков из толстого провода или металлических полос с малым сопротивлением.</p>
<p>Двигатель со смешанным возбуждением</p>		<p>Иногда используется для стартеров большой мощности. Включается в две стадии:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Параллельная обмотка включается последовательно с якорем для получения небольшого момента, необходимого для входа шестерни стартера в зацепление с маховиком двигателя. Последовательная обмотка отключена.</li> <li>2 Включается, как показано на рисунке - полный ток якоря.</li> </ol>
<p>Двигатель с постоянным магнитом</p>		<p>Используется в качестве стартеров благодаря достижениям в области постоянных магнитов, позволяющим создать эффективный электродвигатель с хорошими весовыми показателями.</p>

Рис. 1 Классификация электродвигателей постоянного тока

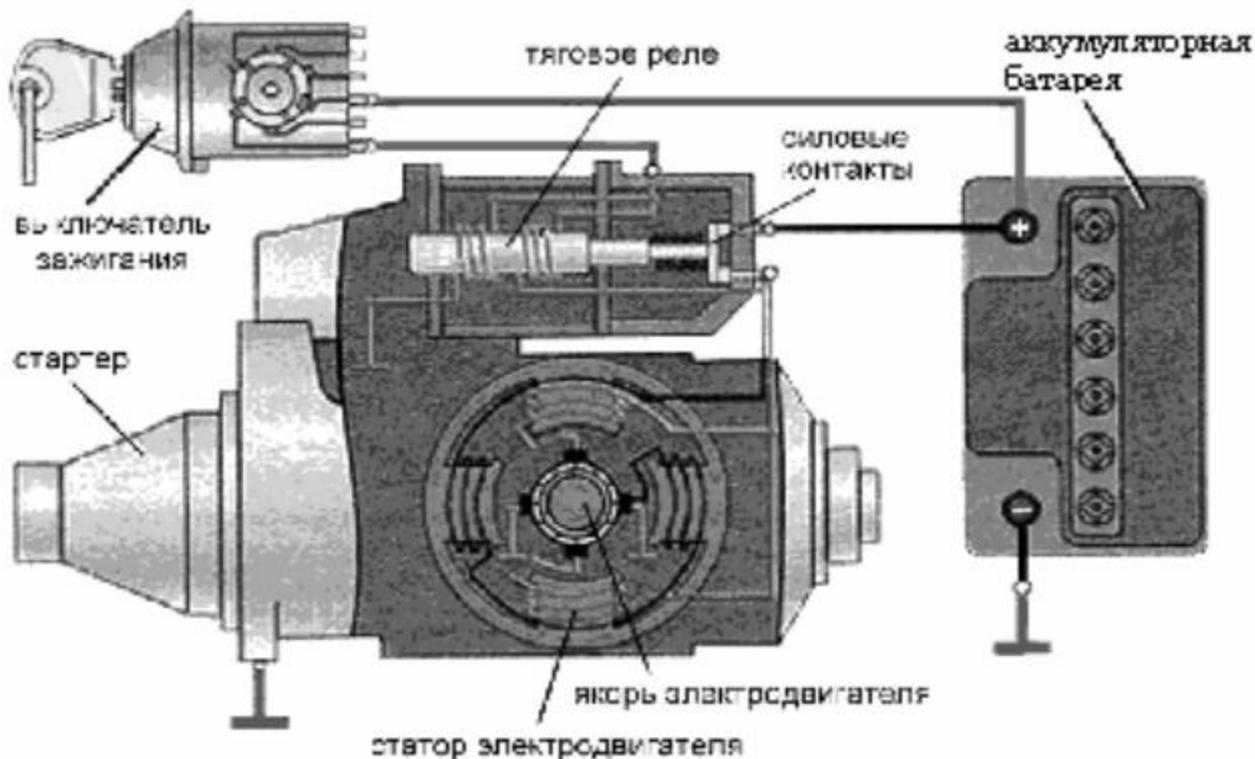


Рис.2 Электрическая схема включения стартера

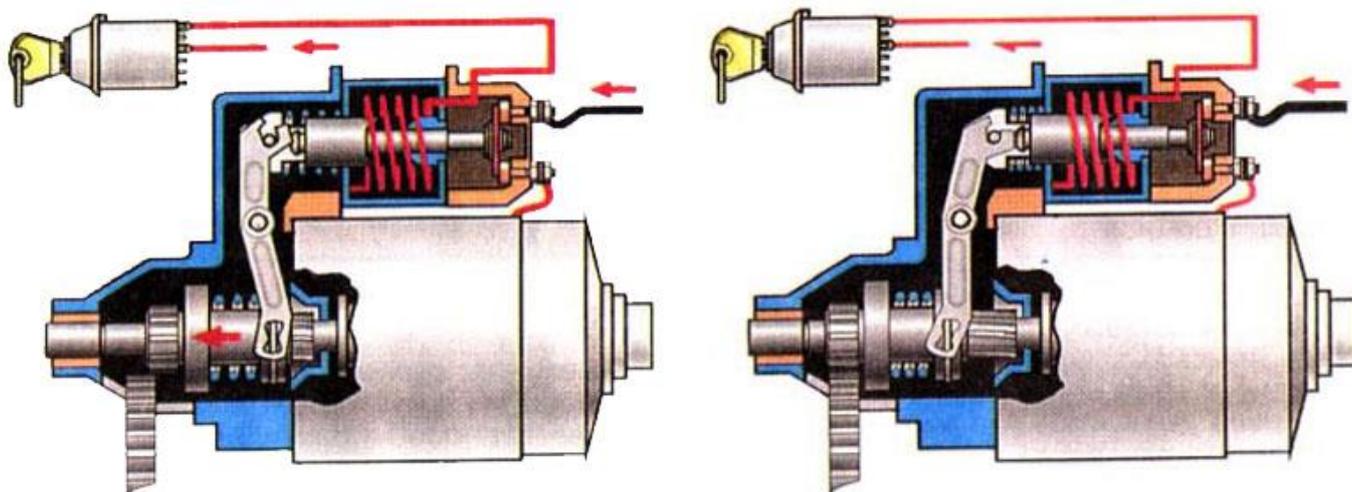


Рис.3 Зацепление шестерни привода с венцом маховика двигателя

### 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 (рис.4).

*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).

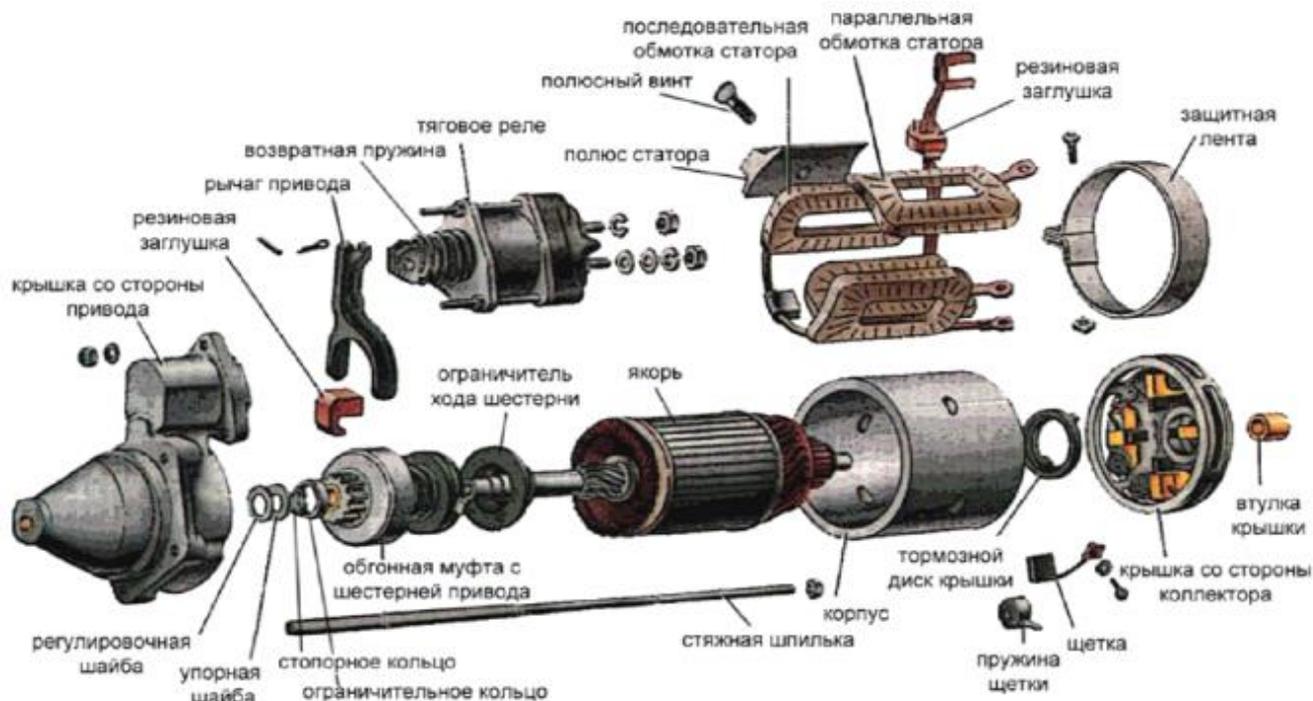


Рис.4 Устройство стартера

К корпусу винтами крепят полюсы с катушками обмотки возбуждения. Все автомобильные стартеры выполняют четырехполюсными. Катушки последовательных (серийных) 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.

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

изоляционный материал лобовых частей обмотки якоря.

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/см<sup>2</sup>.

*Тяговое реле* обеспечивает ввод шестерни в зацепление с венцом маховика и подключает стартерный электродвигатель к аккумуляторной батарее (рис. 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.

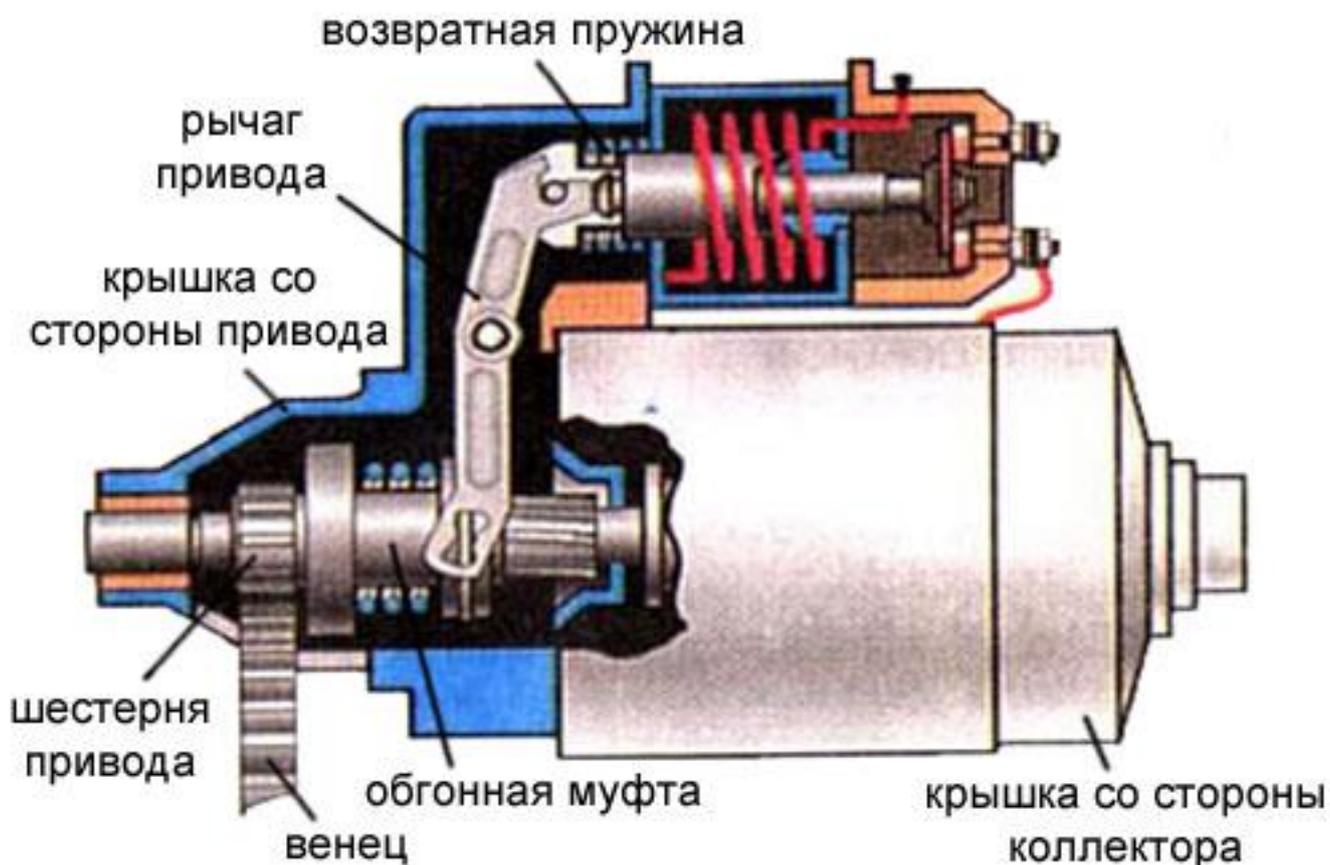


Рис.5 Устройство тягового реле стартера

Реле может иметь одну или две обмотки, намотанные на латунную втулку, в которой свободно перемещается стальной якорь, воздействующий на шток с подвижным контактным диском (рис. 6). Два неподвижных контакта в виде контактных болтов закрепляют в пластмассовой крышке.

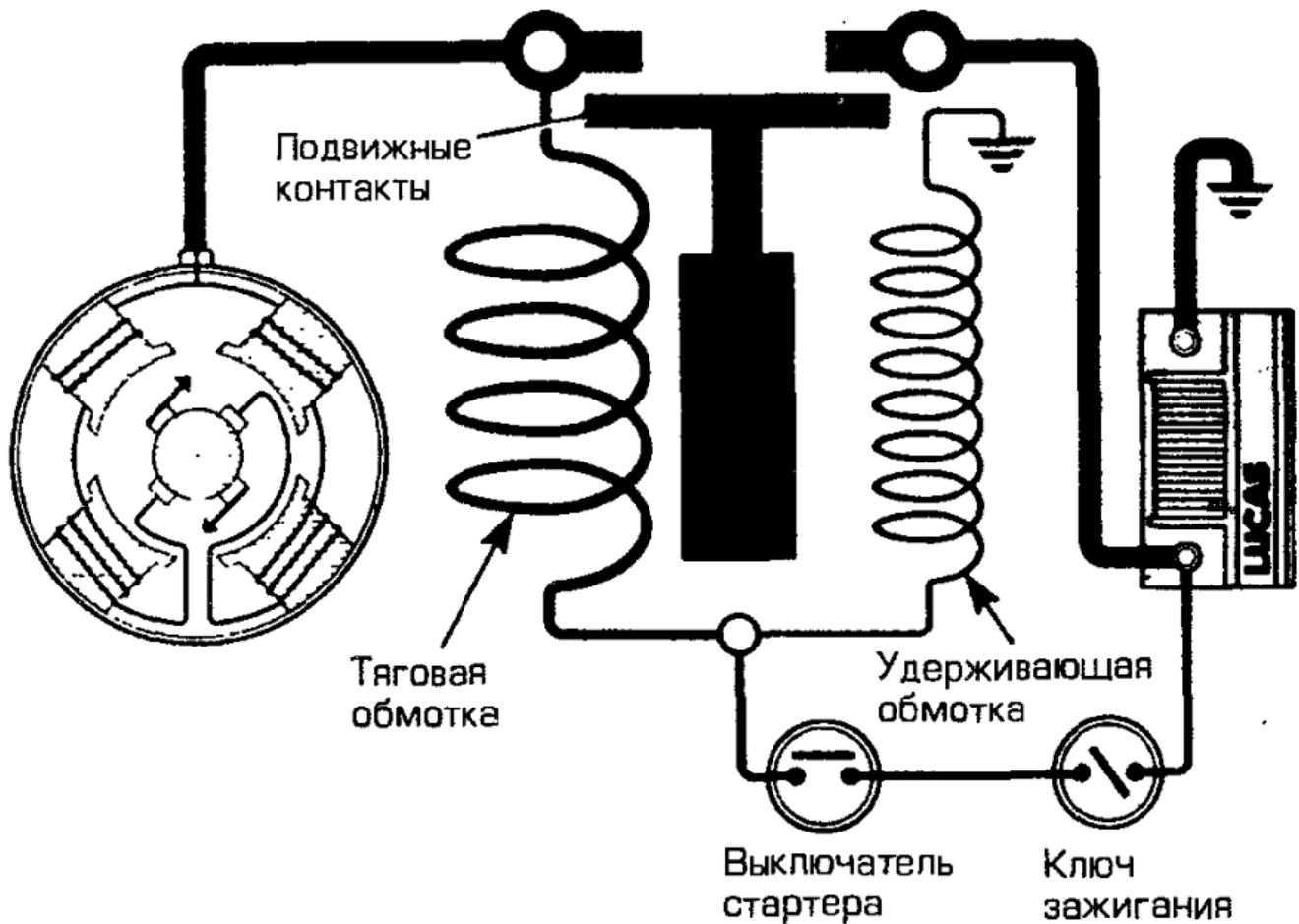


Рис.6 Электрическая схема тягового реле стартера

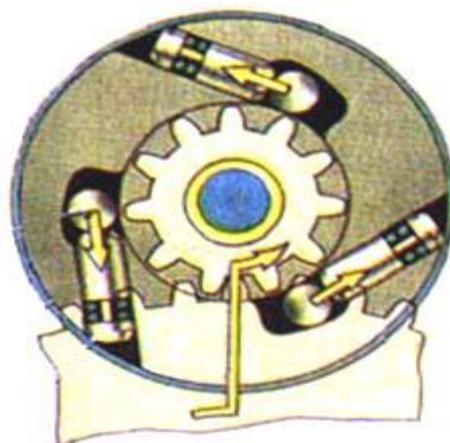
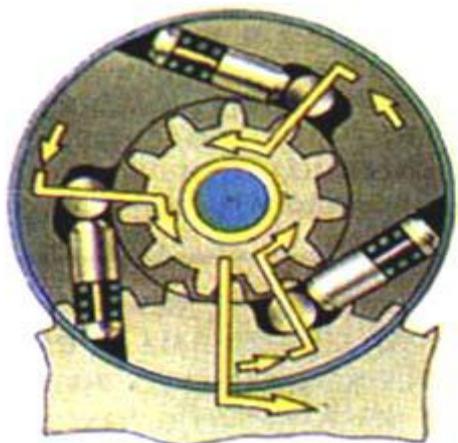
В двухобмоточном реле удерживающая обмотка, рассчитанная только на удержание якоря реле в притянутом к сердечнику состоянии, намотана проводом меньшего сечения и имеет прямой выход на «массу». Втягивающая обмотка подключена параллельно контактам реле. При включении реле она действует согласно с удерживающей 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.

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 распространение 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 (рис. 7).



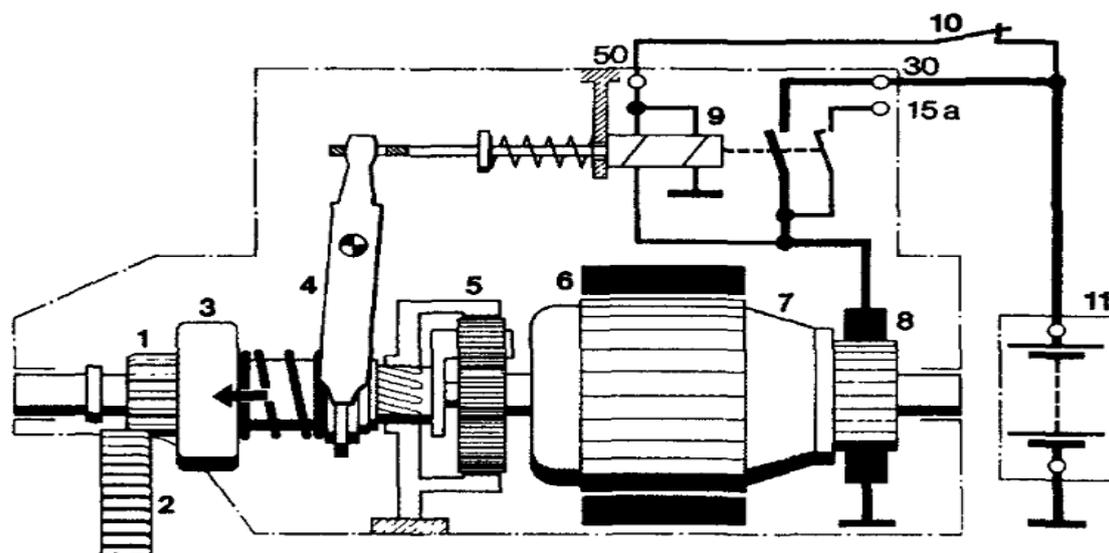
а)

б)

при пуске (а) и после пуска (б) двигателя автомобиля

Рис.7 Схема работы роликовой обгонной муфты

При включении стартерного электродвигателя наружная ведущая обойма обгонной 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 (рис.7,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 (рис.7,б).



- |                        |  |
|------------------------|--|
| 1 Шестерня             | 8 Коллектор с графитовыми щетками                            |
| 2 Венец маховика       | 9 Электромагнитный привод с тяговой и удерживающей обмотками |
| 3 Обгонная муфта       | 10 Ключ стартера   |
| 4 Управляющий рычаг    | 11 Аккумулятор   |
| 5 Планетарная передача |  |
| 6 Постоянный магнит    |  |
| 7 Якорь                |  |

Рис.8 Схема стартера BoshDW с постоянными магнитами и понижающей передачей

### Стартер с постоянными магнитами и понижающей передачей

Работы в области совершенствования электродвигателей позволили создать простую и достаточно легкую конструкцию стартера с возбуждением постоянными магнитами и с понижающей передачей (рис. 8).

Понижающая передача представляет собой планетарный ряд, солнечная (центральная) шестерня которого закреплена на валу якоря, а выходная мощность снимается с водила, на осях которого установлены свободно вращающиеся сателлиты. Шестерни планетарной передачи с наружными зубьями изготовлены из стали, а эпициклическая шестерня (с внутренними зубьями) из полиамидного компаунда с минеральными добавками для повышения износостойкости.

Такой стартер на 40% легче стартера обычного исполнения и рассчитан на применение с двигателями объемом до 5 литров.

## Описание лабораторного стенда

Таблица 1 Основные технические данные стенда

Основные технические данные лабораторного стенда:	
Тип изучаемой системы пуска ДВС	ВАЗ 2101
Электропитание от сети переменного тока, В	220±20
частота, Гц	50-60
Потребляемая мощность, В·А	не более 20
Дополнительный источник питания стенда должен обеспечивать:	
Стабилизированное напряжение, В	12,0 (±0,5)
Ток нагрузки, А	не менее 400
Рекомендуемый тип источника: стартерная аккумуляторная батарея	6СТ-50

Общий вид лабораторного стенда приведен на рис. 9. Система электростартерного пуска ДВС автомобиля включает в себя: аккумуляторную батарею, электрический стартер 1; выключатель замка зажигания 6. На панель нанесена электрическая схема соединений элементов системы. Графическое изображение стартера автомобиля в точности соответствует его электрической схеме, включая схемы подключения втягивающего и удерживающего тягового реле, схему соединения последовательной и параллельной обмоток и самого якоря.

Основные органы управления стендом: клавиша «СЕТЬ» 8, замок зажигания 6.

Контрольно-измерительные приборы расположены по центру лицевой панели. Расположение вольтметра 2; амперметра (150А) 3 и амперметра (750А) 4 - соответствует схеме подключения этих приборов для выполнения работ по проверке и испытанию стартера, нанесенной на передней панели стенда. Это позволяет обучаемым, лучше уяснить суть выполнения лабораторной работы.

Конструкция измерительного устройства крутящего момента, развиваемого стартером показана на рис. 10. Тензометрическая балка крепится к подставке болтами М12х60, таким образом, что стопор закрепленный на конце балки входит в зацепление с шестерней обгонной муфты стартера.

Таким образом осуществляется жесткая блокировка вала якоря стартера.

Крутящий момент, развиваемый стартером в режиме полного торможения, регистрируется соответствующим прибором на передней панели стенда.

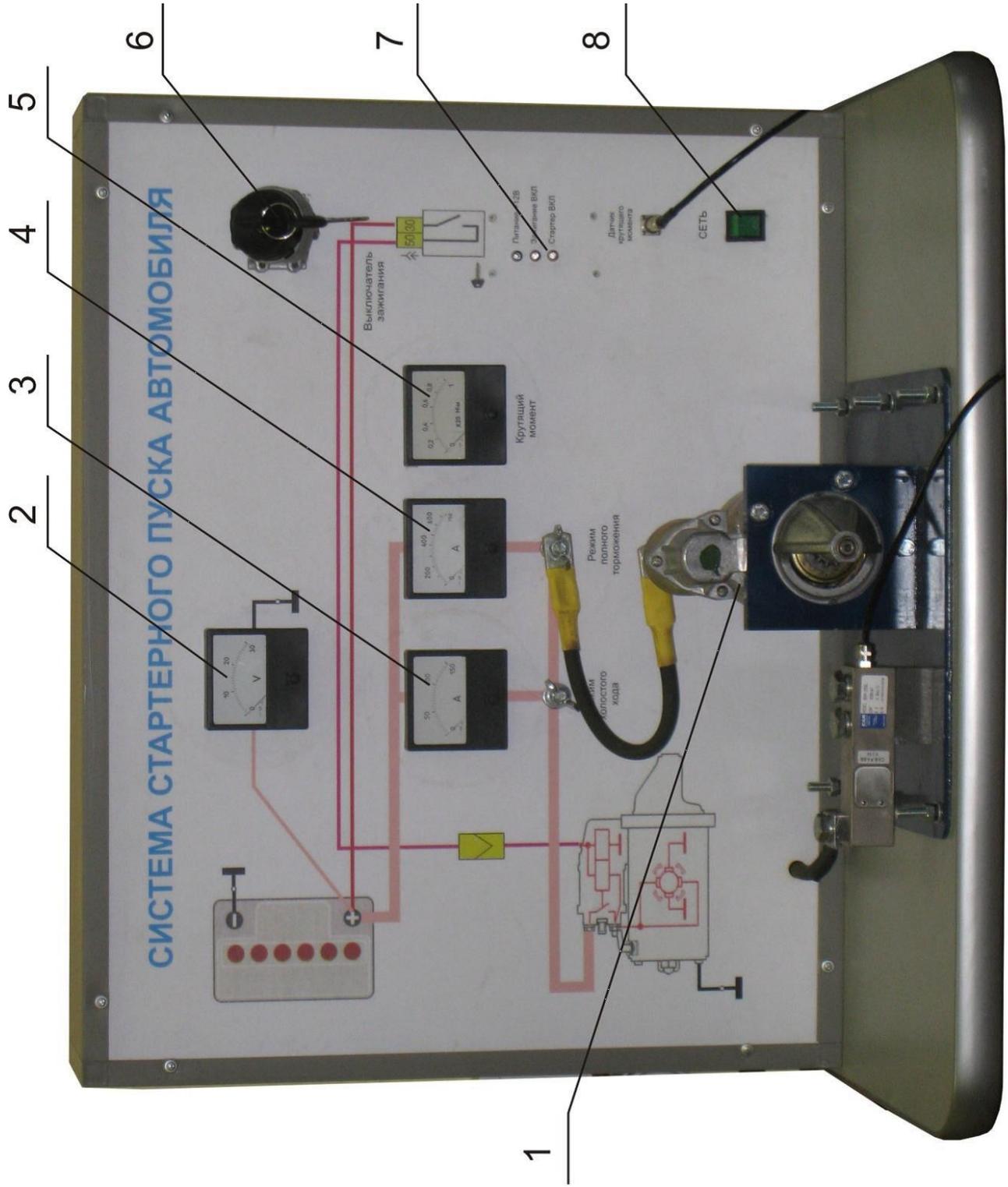


Рис.9 Система электростартерного пуска двигателя автомобиля. Вид общий.  
 1 - электростартер, 2 - вольтметр, 3 - амперметр 150А, 4 - амперметр 750А,  
 5 - индикатор момента, 6 - замок зажигания, 7 - контрольные лампы, 8 - клавиша "Сеть"

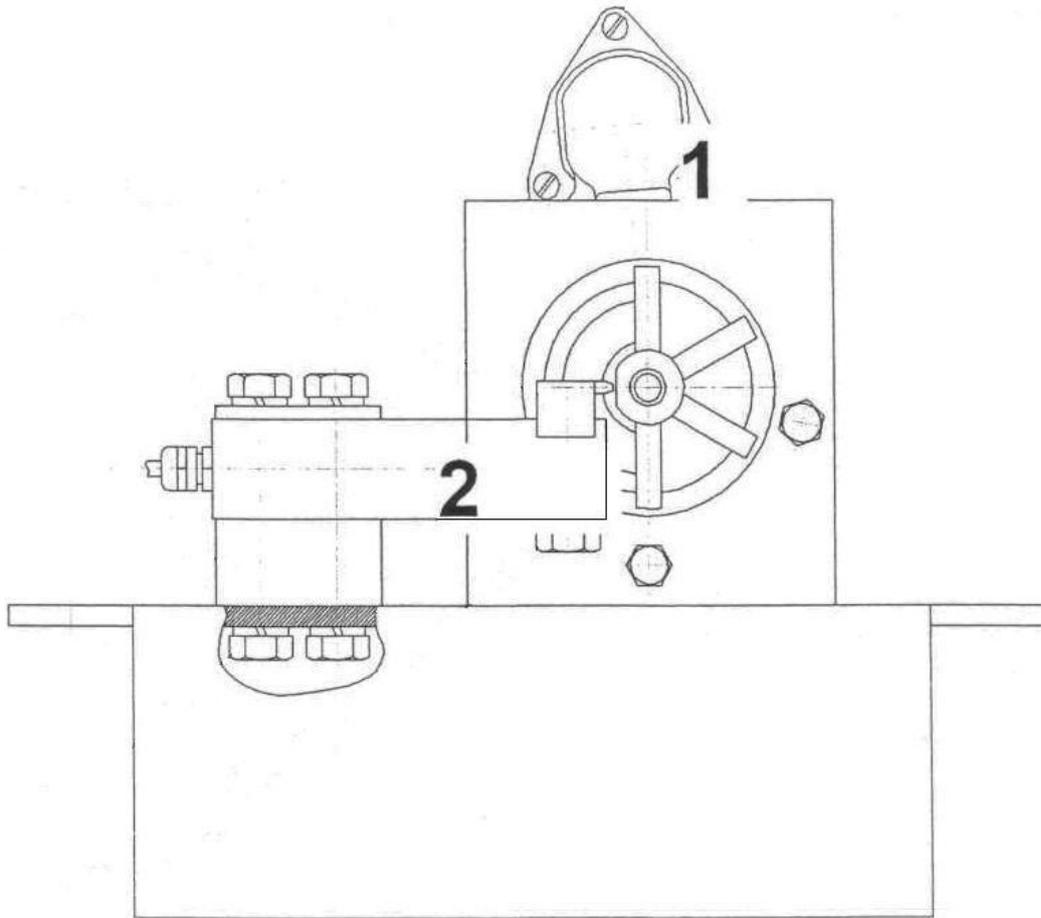


Рис.10 Конструкция измерительного устройства. 1-испытываемый стартер; 2-измерительное устройство крутящего момента.

Для замеров частоты вращения якоря стартера в режиме холостого хода используется тахометр, ручного типа.

Замер частоты вращения якоря стартера осуществляется через отверстие в корпусе носка стартера. На задней стороне стенда расположен разъем подключения сетевого шнура, колодка предохранителя.

## **Методические указания по выполнению лабораторной работы**

### **Общие сведения**

Автомобильный стартер представляет собой электродвигатель постоянного тока последовательного или смешанного возбуждения. Особенностью таких электродвигателей является возрастание создаваемого ими крутящего момента при увеличении тормозного момента на валу якоря.

Автомобильный стартер достаточно полно характеризуется такими параметрами, как потребляемый ток, частота вращения якоря, развиваемый максимальный крутящий момент и максимальная мощность. Зависимости частоты вращения якоря, крутящего момента, мощности и напряжения на клеммах стартера от силы потребляемого стартером тока называются электромеханическими характеристиками стартера, которые отражают его техническое состояние.

Техническое состояние стартера и его электромеханические характеристики определяются на специальных испытательных стендах.

При проверке на стенде стартер подключается к электрической схеме, приведенной на рис 11.

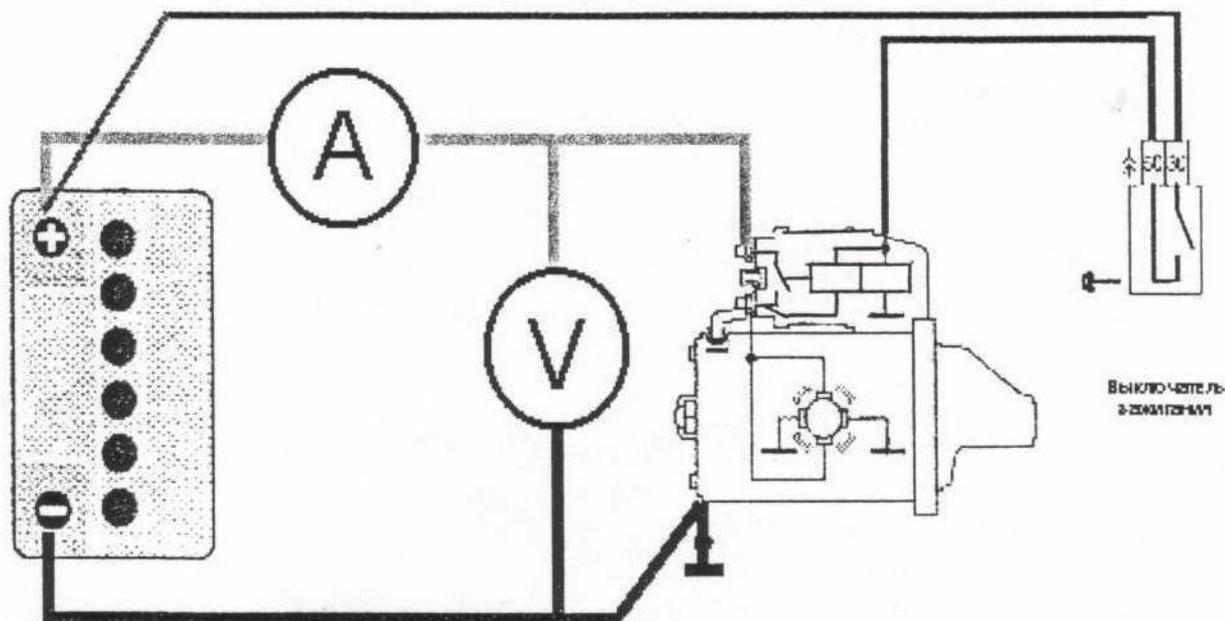


Рис.11 Схема проверки стартера.

Схема включает в себя аккумуляторную батарею, вольтметр и амперметр, измеряющие соответственно напряжение на зажимах стартера и потребляемый им ток. Частота вращения якоря стартера в режиме холостого хода измеряется ручным тахометром. При проверке стартера в режиме полного торможения создаваемый им максимальный крутящий момент измеряется специальным динамометром (измерителем крутящего момента).

Замер частоты вращения якоря стартера осуществляется через отверстие в корпусе носка стартера.

### **Подготовка к выполнению работы**

Произведите внешний осмотр стенда и убедитесь в надежном креплении крепежных винтов, отсутствии отключенных разъемов датчиков, оторванных проводов в монтаже, механических повреждений.

Ознакомьтесь с назначением органов управления стендом, расположенных на передней панели (рис. 9) и общими сведениями по выполнению лабораторной работы. Перед подключением к сети убедитесь, что клавиша «Сеть» находится в положении выключено, положение ключа замка зажигания соответствует положению «О» (все выключено).

Подключите стенд к внешней сети 220 В, 50 Гц с помощью сетевого шнура. Включите клавишу «Сеть». По свечению клавиши убедитесь, что питание подано. Проверьте степень зарядки аккумуляторной батареи используемой на стенде. Аккумуляторная батарея должна быть заряжена не менее, чем 75% ее номинальной емкости. Подключите аккумуляторную батарею к клеммам «+» и «-» стенда. Проверьте надежность крепления клемм и токовых выводов АКБ. Плохой контакт в

месте соединения приводит к отгоранию соединяемых клемм. По показаниям вольтметра, убедитесь, что напряжение АКБ подключенной к стенду соответствует номинальному. Подсоедините питающий силовой кабель стартера к соответствующей клемме выбранного типа испытаний: холостой ход или режим полного торможения. При выборе испытаний в режиме полного торможения установите дополнительно измеритель крутящего момента стартера (рис 1). Для крепления используйте детали (болты и прокладку) входящие в комплект стенда. Затяжку болтов крепления датчиков осуществите открытым ключом на 19 моментом 10-15Н·м. Датчик должен быть установлен таким образом, что бы стрелка на торце датчика была направлена вниз.

При выборе испытаний в режиме холостого хода дополнительно подготовьте к выполнению замеров частоты вращения якоря стартера тахометр ручного типа.

Повернуть ключ замка зажигания по часовой стрелке в положение 1, «Зажигание включено». Кратковременно, на 2-3сек, выключатель замка зажигания переводится в положение 2 «Стартер» и выполняются необходимые замеры. Отключение стенда рекомендуется выполнить в следующем порядке: повернуть замок зажигания против часовой стрелки, отключить клавишу «сеть», вынуть шнур из сети питания. Отключить клеммы «+» и «-» АКБ.

### **Содержание работы**

1. Используя стенд для проверки стартеров, испытать стартер в режиме холостого хода и в режиме полного торможения. Определить потребляемый стартером ток, частоту вращения якоря, напряжение на зажимах стартера в режиме холостого хода. Определить ток, напряжение и крутящий момент, развиваемый стартером в режиме полного торможения. Результаты измерений занести в табл. 2.

2. На основании данных, полученных при испытании стартера на стенде, построить электромеханические характеристики стартера.

3. Используя электромеханические характеристики стартера и пересчитав значения частоты вращения якоря и крутящего момента с учётом передаточного числа между зубчатым венцом маховика и ведущей шестерней стартера, найти точки пересечения кривой момента стартера с кривыми момента сопротивления автомобильного двигателя при разных температурах.

Таблица 2 Результаты испытаний стартера

Основные параметры	Должно быть по техническим условиям	Результаты испытаний
Ток в режиме холостого хода $I_{xx}$ , А	Не более 75	
Напряжение на зажимах стартера в режиме холостого хода $U_{xx}$ , В	Не более 12 Не менее 10	
Частота вращения якоря в режиме холостого хода $n_{xx}$ , об/мин.	Не менее 5000	
Ток в режиме полного торможения $I_{тор}$ , А	Не более 600	
Напряжение на зажимах стартера в режиме полного торможения $U_{торм}$ , В	Не более 8	
Развиваемый стартером крутящий момент, Н · м	Не менее 7,5	

### Построение электромеханических характеристик стартера.

1. Кривая мощности  $N_{ст} = f(I_{ст})$  строится по трем точкам: при  $I_{ст} = I_{xx}$ , когда  $N_{ст} = 0$ , при  $I_{ст} = I_{торм}$  когда  $N_{ст} = 0$ , и при  $I_{ст} = 0.5I_{торм}$  когда  $N_{ст} = N_{ст. max}$ , причем

$$N_{ст. max} = \frac{U_{торм} \cdot I_{торм}}{4 \cdot 736}, \text{ л. с.} \quad (1)$$

2. Кривая момента  $M_{ст} = f(I_{ст})$  строится, как и  $N_{ст}$ , трем точкам: при  $I_{ст} = I_{xx}$ , когда  $M_{ст} = 0$ , при  $I_{ст} = I_{торм}$ , когда  $M_{ст} = M_{ст. max}$ , и при  $I_{ст} = 0.5I_{торм}$ , когда  $M_{ст} = 0.4M_{ст. max}$ .

3. Кривая оборотов якоря также строится по трем точкам: при  $I_{ст} = I_{xx}$  ( $n_{ст} = n_{xx}$ ), при  $I_{ст} = I_{торм}$  ( $n_{ст} = 0$ ) и при  $I_{ст} = 0.5I_{торм}$ , когда

$$n_{ст} = \frac{N_{ст. max} \cdot 736}{M_{ст. max}}, \text{ об/мин} \quad (2)$$

4. Напряжение на зажимах стартера изменяется линейно, поэтому график  $U_{ст} = f(I_{ст})$  представляет собой прямую и строится по двум точкам  $U_{xx}$  и  $U_{торм}$ .

Рабочие электромеханические характеристики стартера имеют вид, приведенный на рис. 3.

### Определение возможных частот прокручивания коленчатого вала двигателя с известными моментами сопротивления (рис. 13).

1. Используя построенные электромеханические характеристики стартера, определить значения частоты вращения якоря  $n_{ст}$  и вращающего момента  $M_{ст}$  для

трех-четырёх значений потребляемого тока в интервале от  $I_{хх}$  до  $I_{торм}$  исключая точки  $I_{хх}$  и  $I_{торм}$ .

2. Привести полученные значения  $n_{ст}$  и  $M_{ст}$  к коленчатому валу двигателя, пользуясь формулами:

$$n'_{ст} = \frac{n_{ст}}{i}, \text{ об/мин} \quad (3)$$

$$M'_{ст} = M_{ст} i n_z, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (4)$$

где  $i$  - передаточное число между зубчатым венцом маховика и ведущей шестерней стартера. Принять  $i=15$ .

$n_z$  - к.п.д. зубчатой передачи, равный 0,85.

3. Перерисовать в масштабе график (рис. 13) и построить кривую  $M_{ст} = f(n_{ст})$ . Точки пересечения этой кривой с кривыми момента сопротивления двигателя дадут значения частот прокручивания коленчатого вала испытываемым стартером при различных температурах.

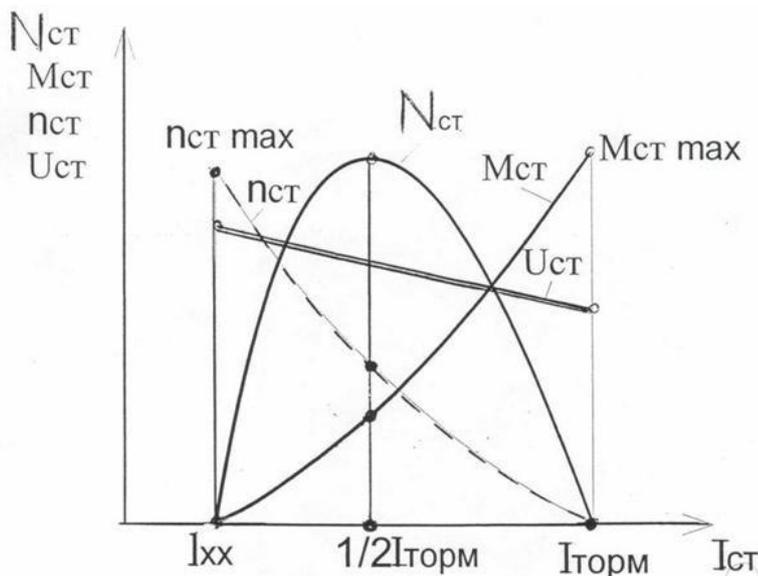


Рис.12 Рабочие электромеханические характеристики стартера.

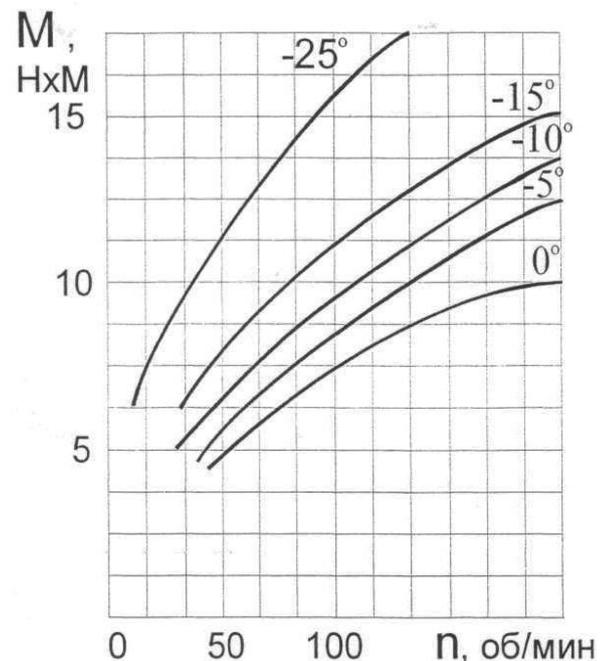


Рис.13 Моменты сопротивления ДВС.

По заданию преподавателя заполнить таблицу 3.

№ п/п	Тип стартера	Техническое состояние элементов генератора					
		Статор	Якорь	Тяговое реле	Щетки	Прочее	Заключение
1							
2							
3							

## Содержание отчёта:

1. Титульный лист
2. Описание цели и хода работы.
3. Таблица результатов измерений
4. Обработка результатов измерений.
5. Графики электромеханические характеристик
6. Расчёты возможных частот прокручивания коленчатого вала двигателя и график момента сопротивления ДВС с кривой  $M_{ст} = f(n_{ст})$
7. Вывод

## Контрольные вопросы:

1. Каково назначение стартера?
2. По каким конструктивным характеристикам различают стартеры?
3. Каковы основные элементы стартера и выполняемые ими функции?
4. Какой вид включения обмоток имеют стартера и их назначение?
5. Сколько обмоток в стартере? Что это за обмотки, и каково их назначение?
6. Каково назначение и принцип действия роликовой муфты?
7. Конструктивные особенности стартера с постоянными магнитами и понижающей передачей.
8. Как изменяется минимальная пусковая частота и момент сопротивления двигателя от температуры?
9. 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.