

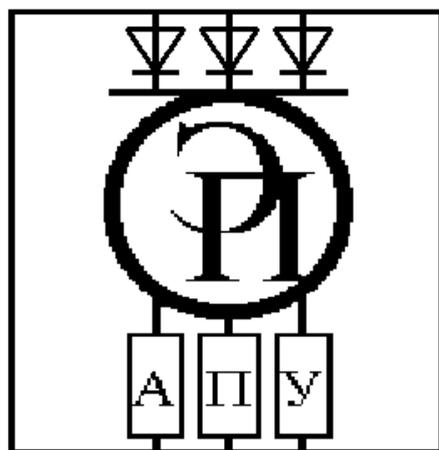
ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Электропривод и АПУ»

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОТРАКТОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

*Методические рекомендации к лабораторным работам
для студентов направления подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
дневной формы обучения*

Часть 3



Могилев 2018

УДК 629.114.2:621.3
ББК 39.34:32.85
Т 33

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Электропривод и АПУ» «06» февраля 2017 г.,
протокол № 7

Составитель ст. преподаватель Г. В. Бочкарев

Рецензент канд. техн. наук И. В. Лесковец

Методические рекомендации предназначены для студентов направления
подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» дневной формы
обучения.

Учебно-методическое издание

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АВТОТРАКТОРНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Часть 3

Ответственный за выпуск	Г. С. Леневский
Технический редактор	А. А. Подошевка
Компьютерная верстка	Е. С. Лустенкова

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 46 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.
Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2018



Содержание

18 Лабораторная работа № 18. Исследование характеристик магнетной системы зажигания.....	4
19 Лабораторная работа № 19. Устройство и конструктивные особенности фар головного освещения (ФГО) и фар специального назначения.....	10
20 Лабораторная работа № 20. Фотометрирование фар головного освещения.....	20
21 Лабораторная работа № 21. Устройство и конструктивные особенности светосигнальных фонарей автомобилей и тракторов.....	25
22 Лабораторная работа № 22. Исследование характеристик контрольно-измерительных приборов.....	30
23 Лабораторная работу № 23. Исследование характеристик электродвигателей малой мощности.....	34
24 Лабораторная работа № 24. Устройство и конструктивные особенности автотракторных стеклоочистителей.....	39
Список литературы.....	46



Часть 3

18 Лабораторная работа № 18. Исследование характеристик магнетной системы зажигания

Цель работы

1 Исследование характеристик максимального вторичного напряжения в функции частоты вращения ротора магнето $U_{2M} = (n_{pm})$.

2 Исследование зависимости ЭДС, индуцированной в первичной обмотке, и тока от угла поворота ротора.

Состав оборудования

- 1 Магнето.
- 2 Распределитель высокого напряжения.
- 3 Комплексный стенд исследования систем зажигания (КСИСЗ).
- 4 Осциллограф.
- 5 Генератор прямоугольных импульсов.

18.1 Краткие теоретические сведения

В магнето объединены генератор переменного тока низкого напряжения с возбуждением от постоянных магнитов, трансформатор и прерыватель с распределителем. Искровое зажигание от магнето не нуждается в постороннем источнике электрической энергии и поэтому находит преимущественное распространение там, где он отсутствует.

По конструкции и способу выполнения магнитной системы существующие магнето значительно различаются между собой, однако принцип действия всех магнето одинаков. Любой тип магнето высокого напряжения состоит из следующих основных частей:

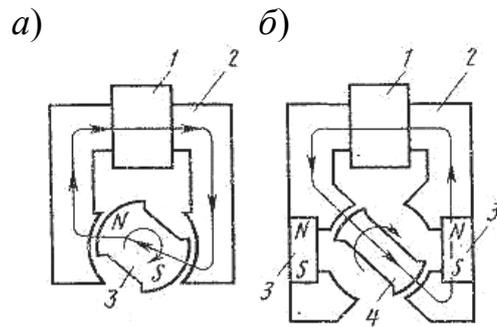
- магнитной системы, включающей магнит (двухполюсный или многополюсный) и магнитопровод;
- трансформатора с шихтованным сердечником и двумя намотанными на него обмотками (первичной и вторичной);
- прерывательного механизма;
- распределителя высокого напряжения.

Применяемые в настоящее время магнето по способу выполнения магнитной системы могут быть разделены на два основных типа: с вращающимся постоянным магнитом (рисунок 18.1, а); с вращающимся магнитным коммутатором (рисунок 18.1, б).

Первый тип магнето имеет неподвижный П-образный шихтованный магнитопровод, между полюсными наконечниками которого вращается двух- или много-



полюсный магнит. В магнето с вращающимся магнитом за один оборот ротора магнитный поток, проходящий через сердечник с обмотками, меняет направление столько раз, сколько полюсов у магнита. Столько же может быть получено и искр.



1 – трансформатор; 2 – магнитопровод; 3 – магнит; 4 – магнитный коммутатор

Рисунок 18.1 – Схемы магнитных цепей магнето

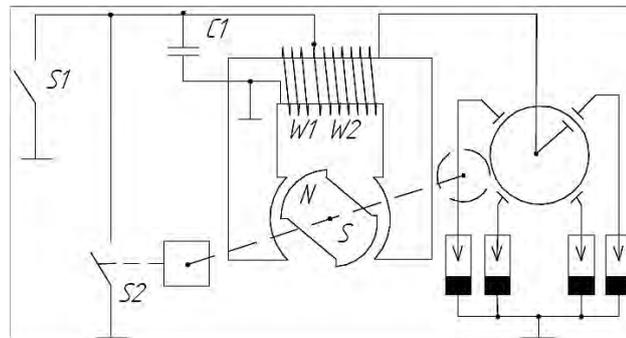


Рисунок 18.2 – Схема магнето с вращающимся магнитом

У магнето с вращающимся коммутатором постоянные магниты неподвижны. При вращении коммутатора, выполненного из листов электротехнической стали, изменяются величина и направление магнитного потока в сердечнике трансформатора. В магнитной цепи (см. рисунок 18.1, б) направление магнитного потока меняется через каждые 90° , что соответствует четырем искрам за один оборот. Изменяя форму магнитопровода и коммутатора, можно получить магнето с большим числом искр за один оборот якоря.

Схема магнето с вращающимся магнитом показана на рисунке 18.2. Ротор и первичная обмотка ω_1 статора вместе с магнитной системой представляют собой генератор переменного тока низкого напряжения. Один конец первичной обмотки соединен с массой (корпусом магнето), а второй – с подвижным контактом прерывателя. Неподвижный контакт соединен с массой, поэтому при замыкании контактов первичная обмотка закорачивается.

Параллельно контактам присоединен конденсатор C_1 емкостью $0,16...0,25$ мкФ. Обмотки ω_1 , ω_2 являются обмотками трансформатора. Вторичная обмотка одним концом соединена с первичной обмоткой, а вторым – с бегунком распределителя. Кулачок прерывателя насажен на одну ось с магнитом,

бегунок приводится во вращение через зубчатую передачу.

При вращении ротора магнето обмотка ω_1 статора генератора переменного тока (она же первичная обмотка трансформатора) находится в переменном магнитном поле и в ней индуцируется переменная ЭДС (10...20 В). Во вторичной обмотке ω_2 трансформатора также индуцируется относительно небольшая ЭДС (1000...1500 В), недостаточная для искрообразования в свече.

При замкнутых контактах прерывателя в первичной обмотке возникает ток короткого замыкания, сила которого достигает нескольких ампер. Под воздействием этого тока образуется магнитное поле якоря, взаимодействующее с магнитным потоком постоянных магнитов. По достижении максимального значения силы тока первичной обмотки контакты прерывателя размыкаются. При резком изменении силы тока и, следовательно, связанного с ним магнитного потока якоря (поток, созданный постоянным магнитом, остается тем же) в обеих обмотках индуцируется ЭДС. Напряжение первичной обмотки достигает 150...300 В, а вторичной обмотки – 10...20 кВ.

С помощью распределителя высокое напряжение распределяется по свечам. Конденсатор C_1 выполняет те же функции, что и в батарейной системе зажигания. Выключается зажигание закорачиванием прерывателя кнопочным выключателем S_1 зажигания, устанавливаемым на магнето.

Рабочий процесс магнето состоит из двух чередующихся режимов работы: холостого хода (разомкнутое состояние контактов) и короткого замыкания (замкнутое состояние контактов).

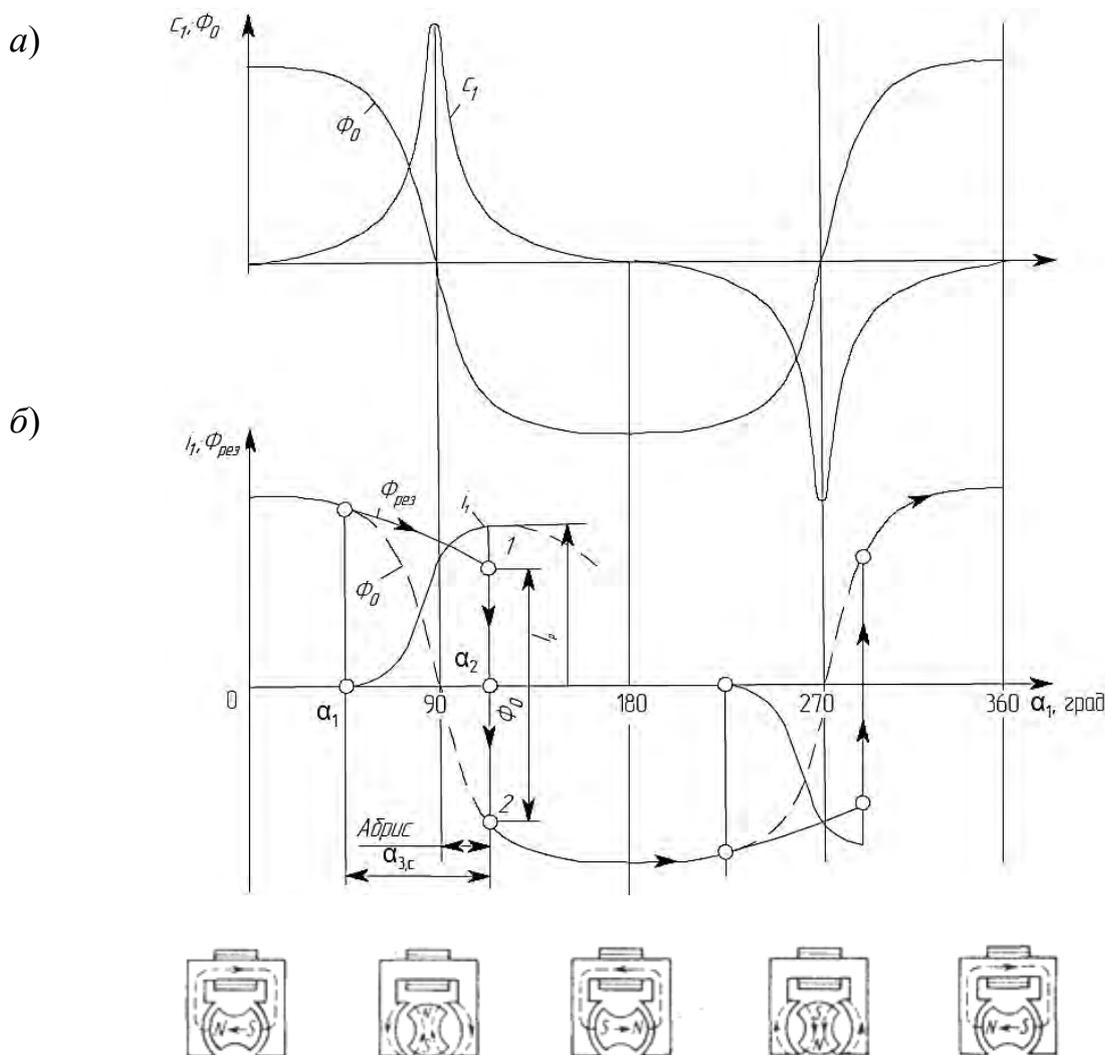
Изменение магнитного потока Φ_o , проходящего через сердечник с обмотками, и ЭДС первичной обмотки e_1 при вращении ротора магнето и разомкнутых контактах прерывателя показано на рисунке 18.3, а. При начальном положении ротора угол поворота $\alpha = 0$, магнитное сопротивление минимальное, а магнитный поток максимальный, ЭДС $e_1 = 0$. С поворотом ротора полюсы магнита выходят из полюсных наконечников, магнитное сопротивление увеличивается, а магнитный поток уменьшается. Когда ротор повернется на 90° , магнитный поток, проходящий через сердечник, станет равным нулю. Дальнейшее вращение ротора приводит к изменению направления потока и его увеличению. При повороте ротора на 180° поток становится максимальным, а на 360° – завершает полный цикл (период) изменения.

ЭДС, индуцируемая в первичной обмотке трансформатора магнето, в соответствии с законом электромагнитной индукции пропорциональна скорости изменения магнитного потока:

$$e_1 = -\omega_1 \frac{d\Phi}{d\tau}. \quad (18.1)$$

Скорость изменения потока будет максимальной при $\alpha = 90^\circ$ и $\alpha = 270^\circ$, поэтому и ЭДС при указанных положениях ротора будет также максимальна.





a – холостой ход; *б* – рабочий режим

Рисунок 18.3 – Зависимости магнитного потока в сердечнике магнето, ЭДС, индуцированной в первичной обмотке, от угла поворота ротора

Если первичная обмотка замкнута, то по ней будет протекать ток i_1 . Поскольку первичная обмотка, кроме активного сопротивления, имеет и индуктивность, то этот ток будет отставать по фазе от ЭДС. Максимум на кривой силы тока будет смещен относительно максимума ЭДС на определенный угол. Кроме того, кривые ЭДС и силы тока несинусоидальные.

В действительности электрическая цепь магнето не остается замкнутой, а периодически размыкается и замыкается накоротко. При очередном замыкании контактов индуцированная ЭДС вызывает в первичной обмотке силу тока, которая увеличивается по мере увеличения ЭДС (рисунок 18.3, б). Однако из-за наличия индуктивности обмотки сила тока достигает максимального значения несколько позже, чем ЭДС. Ток i_1 создает магнитный поток реакции якоря $\Phi_{\text{я}}$, который имеет такое направление, что при повороте ротора стремится сохранить первоначальный поток в сердечнике.

В момент, когда сила тока i_1 достигает максимального значения, прерыватель размыкает цепь и сила тока уменьшается до нуля, в результате происходит несколько затухающих колебаний, так же как в батарейной системе зажигания. Резкое уменьшение силы тока первичной обмотки вызывает такое же изменение результирующего магнитного потока $\Phi_{рез}$ (от точки 1) до Φ_0 (точка 2), что приводит к индуцированию высокого напряжения во вторичной обмотке.

Для получения в магнето максимального вторичного напряжения необходимо, чтобы первичная цепь разрывалась в момент достижения $i_{1 \max}$, что соответствует вполне определенному положению ротора относительно полюсов статора.

Угол, определяющий положение ротора магнето в момент размыкания контактов прерывателя, называют абрисом магнето. Абрис измеряют углом α (рисунок 18.4, а). Наивыгоднейшее значение абриса определяют опытным путем, и для магнето различных типов оно неодинаково. При неправильной установке абриса сила тока разрыва снижается (рисунок 18.4, б), а следовательно, уменьшается и U_{2M} . При большом отклонении абриса от наивыгоднейшего значения напряжение магнето может стать недостаточным для пробоя искрового промежутка свечи. В этом случае необходимо установить абрис в соответствии с требованиями завода-изготовителя.

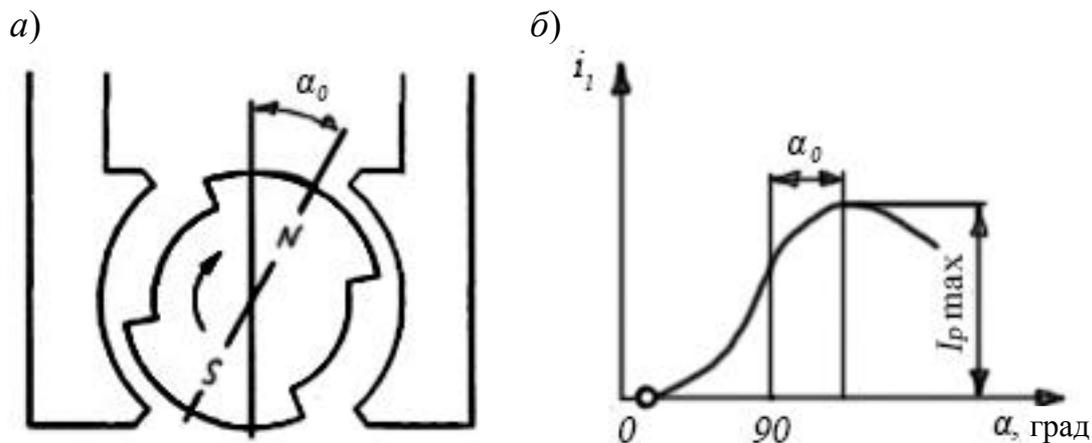


Рисунок 18.4 – Влияние абриса на силу тока разрыва

Формула (18.1) вторичного напряжения для батарейного зажигания справедлива и для магнето. Но если в батарейной системе зажигания сила тока разрыва I_p уменьшается с ростом частоты вращения ротора, то при зажигании от магнето I_p возрастает с увеличением частоты вращения ротора, т. к. повышается ЭДС. При большой круговой частоте ротора индуктивное сопротивление первичной обмотки ωL_1 сильно возрастает и ограничивает дальнейший рост силы тока разрыва.

Магнитный поток, который может быть создан в магнето, зависит от размеров и качества материала магнита, определяемого коэрцитивной силой и остаточной магнитной индукцией. Постоянные магниты магнето изготавливают из сплавов на основе железо – никель – алюминий с добавкой кобальта или титана.

Коэрцитивная сила таких магнитов составляет 400...600 А/см, а остаточная индукция – 0,5...0,9 Тл.

В настоящее время магнето на автомобильных двигателях не применяют. Их используют на пусковых тракторных двигателях, а также на некоторых стационарных малолитражных двигателях.

Характеристика магнето такова, что необходимое для пробоя искрового промежутка напряжение может быть получено лишь при достаточно высокой частоте вращения n_{pm} ротора магнето (рисунок 18.5). Чтобы облегчить пуск двигателя на магнето устанавливают специальное вспомогательное устройство – пусковой ускоритель, который состоит из двух полумуфт, связанных между собой пружиной. При малой частоте вращения вала двигателя ведомая полумуфта остается неподвижной до определенного момента, после чего собачка ее освобождает и ротор резко проворачивается на 45° , обеспечивая искрообразование. После пуска двигателя полумуфты блокируются центробежным устройством и вращаются как одно целое.

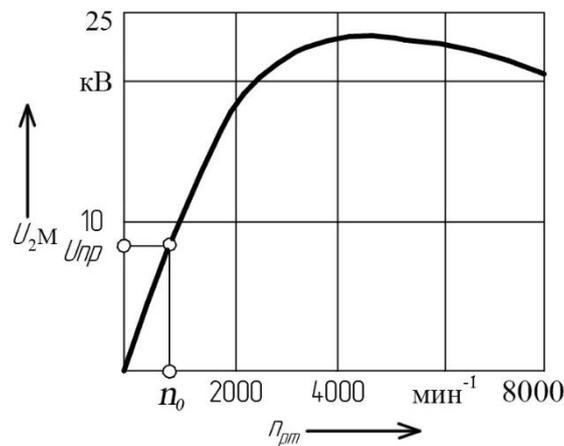


Рисунок 18.5 – Зависимость вторичного напряжения U_{2M} от частоты вращения ротора магнето

18.2 Порядок выполнения работы

- 1 Изучить схему СЭП КСИЗ.
- 2 Определить конфигурацию СЭП для проведения эксперимента.
- 3 Выполнить коммутацию магнето и распределителя высокого напряжения на стенде.
- 4 Выполнить исследование рабочих характеристик.

Содержание отчета

- 1 Название работы, цель и применяемое оборудование.
- 2 Необходимые краткие теоретические сведения.
- 3 СЭП для проведения эксперимента.
- 4 Таблицы результатов эксперимента.
- 5 Графики характеристик, построенные по экспериментальным данным.

Контрольные вопросы

- 1 Порядок выполнения эксперимента при снятии характеристик магнето.
- 2 Какие технические параметры магнето определяются по экспериментально полученным характеристикам?
- 3 Конструкция магнето.
- 4 Особенность формирования магнитного потока магнето.
- 5 Возможные схемы магнитных цепей магнето.

19 Лабораторная работа № 19. Устройство и конструктивные особенности фар головного освещения (ФГО) и фар специального назначения

Цель работы

- 1 Изучить конструктивные особенности ФГО, фар специального назначения, их элементов и узлов, структуры образования светового пучка оптическими системами.
- 2 Ознакомиться с методическими рекомендациями к работе.
- 3 Ознакомиться с конструкциями существующих ФГО и фар специального назначения и изучить их.
- 4 Выполнить эскизы отдельных узлов и элементов изучаемых конструкций фар.
- 5 Изучить требования, предъявляемые к ФГО и фарам специального назначения.

Состав оборудования

Для выполнения лабораторной работы бригада студентов обеспечивается плакатами, ФГО различных систем и конструкций, фарами специального назначения, необходимыми для разборки и сборки инструментами (отвертки, пассатижи и т. д.).

19.1 Краткие теоретические сведения

В соответствии с ГОСТ 8769–75 и требованиями международных правил автомобили, тракторы и другие транспортные средства оборудуются следующими приборами:

- фарами головного освещения;
- фарами противотуманными;
- фарами-прожекторами;
- фарами рабочего освещения.

Фары головного освещения работают в двух режимах:

- 1) *в режиме дальнего света* фары работают при отсутствии встречных транспортных средств и при езде вне населенных пунктов;



2) *в режиме ближнего света* фары работают при встречном разезде и при езде по населенным пунктам, где отсутствует стационарное освещение проезжей части.

Автомобиль может быть оборудован или двумя, или четырьмя ФГО.

При двухфарной системе ближний и дальний свет совмещаются в одном оптическом элементе благодаря установке в него двухнитевой лампы накаливания.

При четырехфарной системе ближний свет создается наружными фарами, а дальний – наружными и внутренними фарами.

Высота установки ФГО составляет не более 1200 мм и не менее 500 мм от дороги.

ФГО должны обеспечивать геометрическую видимость:

- при дальнем свете $\pm 5^\circ$ в вертикальной и горизонтальной плоскостях;
- при ближнем свете 15° вверх и 10° вниз от оптической оси в вертикальной плоскости, а в горизонтальной плоскости 45° во внешнюю и 10° во внутреннюю сторону от оптической оси.

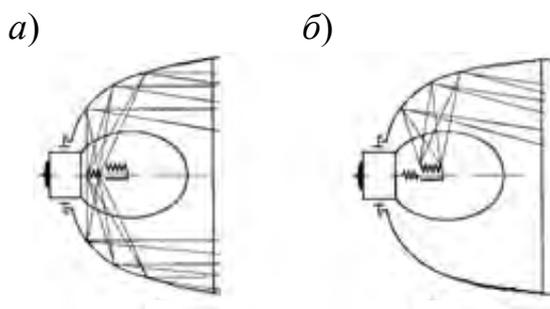
По структуре светового пучка ближнего света существующие ФГО подразделяются на фары с европейской асимметричной системой светораспределения и фары с американской системой светораспределения. Оптические элементы этих двух систем различаются формой и расположением нити накала ближнего света и структурой микроэлементов, выполненных на внутренней поверхности рассеивателя.

ФГО с европейской системой светораспределения.

Оптический элемент ФГО с европейской системой светораспределения включает в себя:

- параболоидный отражатель;
- лампу накаливания;
- ламподержатель;
- рассеиватель.

Лампа накаливания располагается в оптическом элементе таким образом, что нить накала дальнего света располагается в фокусе. Создаваемый ею световой поток после отражения от параболоида распространяется параллельно оптической оси с незначительным углом рассеивания (рисунок 19.1).



а – при работе тела накала дальнего света; *б* – при работе тела накала ближнего света

Рисунок 19.1 – Структура светового пучка оптического элемента с европейской системой светораспределения

Нить накала ближнего света нитевидной формы расположена впереди фокуса и несколько выше оптической оси. Под нитью ближнего света расположен непрозрачный экран специальной формы (рисунок 19.2). Левый бортик экрана выполнен горизонтальным, а правый – наклонным, вниз под углом 15° (если смотреть на оптический элемент). При включении ближнего света нижняя часть отражателя не участвует в образовании светового пучка, т. к. излучаемый нитью световой поток экранируется. Падающий же от нити накала световой поток на верхнюю часть параболоида отражается и распространяется по направлению вниз относительно оптической оси (см. рисунок 19.1, б).

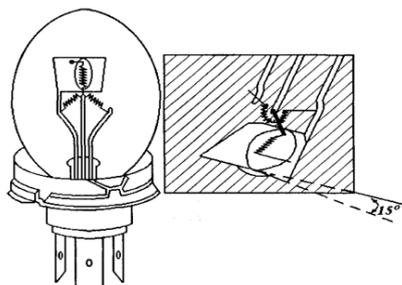


Рисунок 19.2 – Автомобильная лампа категории R2 двухнитевая с фланцевым цоколем P45t/41

Активная поверхность отражателя, открываемая 15-градусным наклоном левого бортика экрана, позволяет повысить эффективность использования параболоида, увеличить величину светового потока и улучшить освещение правой части дороги и обочины.

Рассеиватель оптического элемента фары выполняется, как правило, из стекла, на внутренней поверхности которого опрессованы микроэлементы в виде призм и линз.

Назначение рассеивателя – перераспределить отраженный световой поток и обеспечить требуемую освещенность в отдельных участках, зонах и точках проезжей части дороги.

ФГО с европейской системой светораспределения позволяют получить световой пучок с резкой светотеневой границей при ближнем свете.

Фары европейского типа имеют отличительный знак официального утверждения, который проставляется на поверхности рассеивателя.

Знак официального утверждения (рисунок 19.3) включает в себя следующие элементы:

- буква «Е», вписанная в круг означает, что эта система относится к европейской;
- буквы «CR» в квадрате над кругом указывают, что данный оптический элемент удовлетворяет по светораспределению ближнего и дальнего света требованиям международных Правил;
- буква «Н» в квадрате над кругом указывает, что оптический элемент рассчитан с учетом использования в нем галогенной лампы.

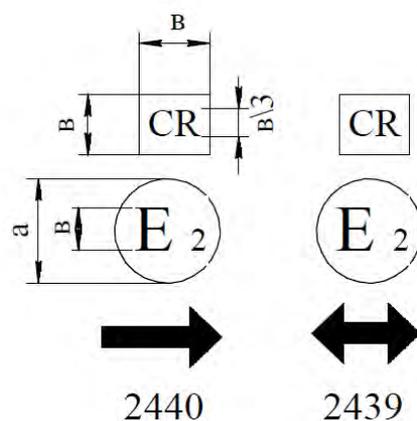
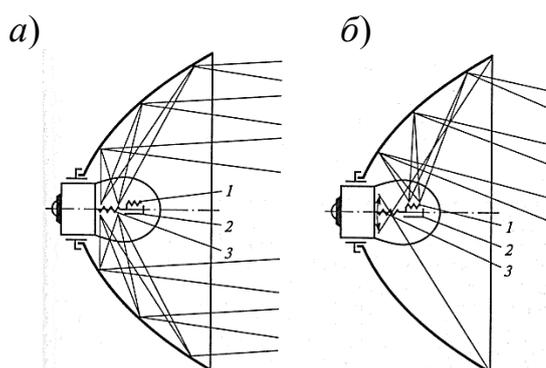


Рисунок 19.3 – Знак международного утверждения для оптических элементов на соответствие их Правилам ЕЭК

В оптических элементах ФГО с европейской системой светораспределения используется двухнитевая лампа типа А12-45+40 категории R2, имеющая специально разработанную конструкцию фланцевого цоколя типа Р45t/41 и соответственное расположение нитей накала дальнего и ближнего света.

ФГО с американской системой светораспределения.

Оптический элемент ФГО с американской системой светораспределения отличается тем, что нить накала ближнего света расфокусирована вверх и вправо (если смотреть на рассеиватель оптического элемента) относительно фокуса. Такое расположение нити накала позволяет получить специфический световой пучок (рисунок 19.4). Одна часть светового потока, отраженная активной поверхностью параболоида, расположенной от фокальной плоскости в сторону светового отверстия, имеет общее направление вверх относительно оптической оси, т. е. выше горизонта и в область расположения глаз водителей встречного транспорта.



а – при работе тела накала дальнего света; б – при работе тела накала ближнего света

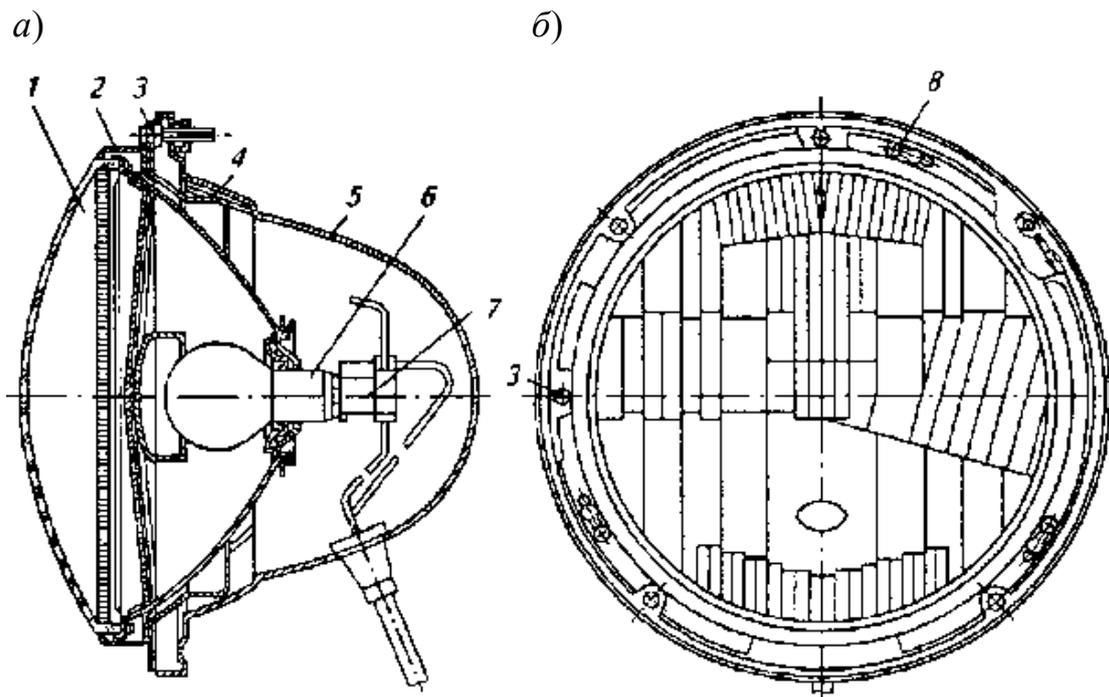
Рисунок 19.4 – Структура светового пучка оптического элемента с американской системой светораспределения

Другая часть светового потока, отраженная активной поверхностью, расположенной от фокальной плоскости в сторону параболоида, имеет общее направление вниз относительно оптической оси, т. е. непосредственно на проезжую

часть дороги. Для перераспределения первой части светового потока рассеиватель оптического элемента имеет довольно сложную структуру микроэлементов, которые, в свою очередь, отрицательно влияют на характеристики дальнего света. Такая расфокусировка нити накала ближнего света и микроэлементы рассеивателя создают световое пятно на измерительном экране (или на проезжей части дороги), световые характеристики которого должны удовлетворять требованиям стандарта SAEJ579с.

Устройство и конструктивные особенности ФГО.

Фара головного освещения представлена на рисунке 19.5.



1 – оптический элемент; 2 – ободок; 3 – регулировочные винты; 4 – держатель; 5 – корпус; 6 – источник света; 7 – токопроводящая колодка; 8 – винты крепления обода

Рисунок 19.5 – Фара головного освещения с европейской системой светораспределения

ФГО размещается в крыле автомобиля и крепится четырьмя винтами.

Оптический элемент ФГО с американским свето-распределителем отличается от оптического элемента ФГО с европейским лучом тем, что в нем устанавливается лампа накаливания с цоколем 2ФД42 (рисунок 19.6), а также углом крепления и фиксации лампы и структурой микроэлементов рассеивателя.

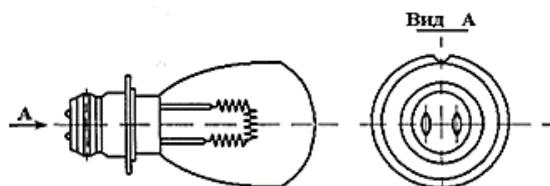
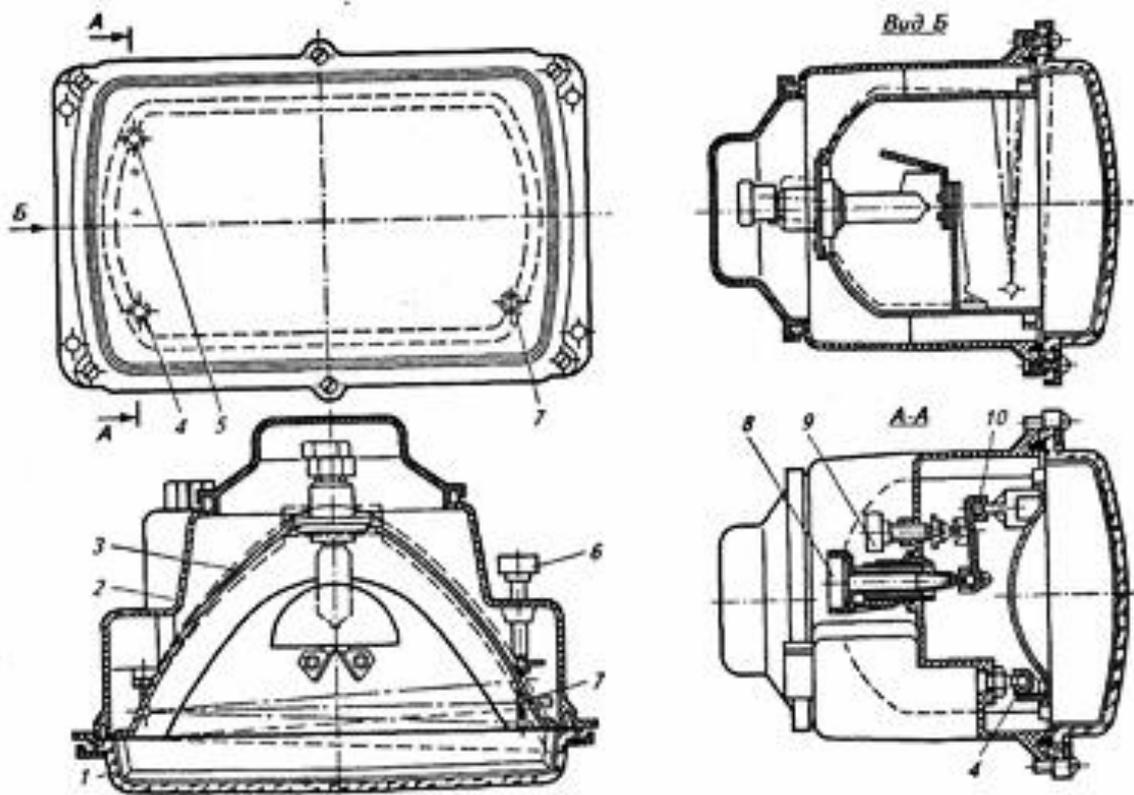


Рисунок 19.6 – Автомобильная лампа накаливания для оптических элементов с американской системой светораспределения с цоколем 2ФД42

Прямоугольные фары. Одним из перспективных направлений является оборудование автомобилей прямоугольными фарами.

Прямоугольные фары имеют большую площадь отражателя и рассеивателя, обеспечивают получение большего светового потока и лучшее освещение дороги. Прямоугольные фары в большей степени удовлетворяют требованиям эстетики и компоновки особенно для легковых автомобилей.

На рисунке 19.7 изображена типовая конструкция прямоугольной фары. В корпусе 2, выполненном из пластмассы, закреплен винтами через ободок рассеиватель 1. Отражатель 3 смонтирован внутри корпуса подвижно на трех опорных шаровых шарнирах 10. Шаровой шарнир 4 является неподвижной опорой. Поворот от держателя в горизонтальной плоскости обеспечивается вращением винта 6, перемещающего шарнир 7. Отражатель при этом поворачивается вокруг вертикальной оси, проходящей через центры шарниров 4, 5. Регулировка наклона светового пучка осуществляется двумя винтами – 8 и 9. Начальная регулировка производится винтом 9.

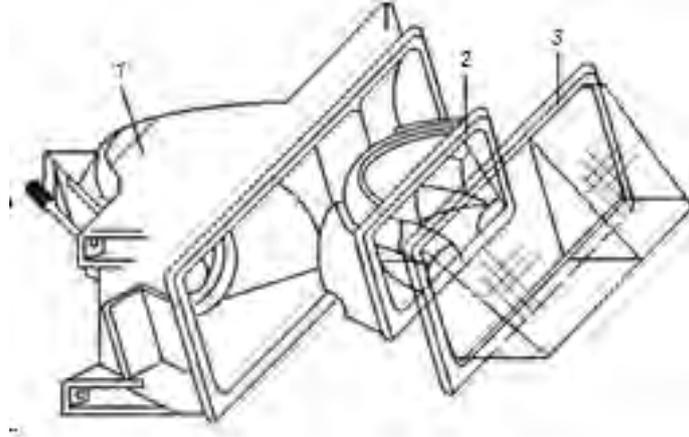


1 – рассеиватель; 2 – корпус; 3 – отражатель; 4, 5 – шаровой шарнир; 6 – винт поворота отражателя в горизонтальной плоскости; 7 – шарнир; 8, 9 – винт регулировки наклона светового пучка; 10 – опорный шаровой шарнир

Рисунок 19.7 – Автомобильная фара с прямоугольным оптическим элементом

Прямоугольные фары могут быть оборудованы отражателями, имеющими сложную форму, т. е. имеющими несколько отражающих поверхностей с раз

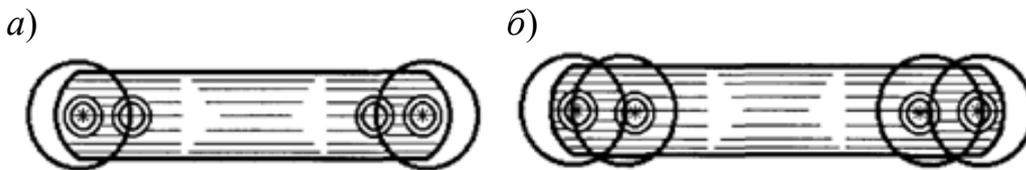
личными фокусными расстояниями (рисунок 19.8). Такая конструкция отражателей позволяет уменьшить высоту фары, улучшить аэродинамические свойства автомобиля, улучшить светораспределение фары. Однако изготовить отражатели сложной конструкции представляется возможным только из пластмасс литьем под давлением.



1 – корпус; 2 – отражатель; 3 – рассеиватель

Рисунок 19.8 – Автомобильная фара головного освещения со сложным рефлектором (гомофокальная фара)

Четырехфарная система головного освещения (рисунок 19.9) включает четыре фары, диаметр светового отверстия которых равен 136 мм, фары расположены попарно по обеим сторонам передней части автомобиля.



а – работа фар при ближнем свете; б – работа фар при дальнем свете

Рисунок 19.9 – Четырехфарная система головного освещения

Наружные фары предназначены для создания ближнего и дальнего света. Внутренние фары предназначены для создания дальнего света.

В оптических элементах этих фар устанавливаются европейские лампы с цоколем P45t/41 или галогенные лампы H₄.

Преимуществом четырехфарной системы является получение высоких светотехнических характеристик при включении дальнего света, а также распределение по индивидуальным фарам ближнего и дальнего света.

Недостатком четырехфарной системы являются низкие светотехнические характеристики при включении ближнего света из-за существенного уменьше-

ния площади светового отверстия по сравнению с двухфарной системой и с прямоугольными фарами.

Противотуманные фары. При движении автомобиля с включенными фарами головного освещения в условиях тумана, при дожде и снегопаде в результате свечения частиц тумана образуется молочно-белая пелена.

Для повышения эффективности использования автомобилей в условиях пониженной видимости, вызванной туманом, снегопадом, дождем и т. д., целесообразно оборудовать транспортные средства противотуманными фарами. Специфика светораспределения противотуманных фар позволяет в 1,5 раза повысить дальность видимости объектов на проезжей части по сравнению с фарами головного света в режиме ближнего света. При прохождении светового пучка в туманной среде взвешенные частицы рассеивают свет, создавая вуалирующую яркость пелены. Повышение дальности видимости объектов во время тумана достигается за счет специфики образования светового пучка и соответствующего расположения противотуманной фары на автомобиле.

Небольшая эффективность при действии противотуманной фары может быть получена, если:

- излучение силы света выше оптической оси фары будет минимальным;
- верхняя светотеневая граница пучка фары, направленного на вертикальный экран, будет обеспечивать максимальный контраст между световой и теневой зонами;
- угол рассеяния светового пучка в вертикальной плоскости будет минимальным;
- максимальная сила света противотуманного пучка будет обеспечена ближе к верхней светотеневой границе;
- разность между высотой расположения глаз водителя и высотой расположения противотуманных фар будет иметь максимальное значение, т. е. противотуманная фара на автомобиле должна располагаться как можно ниже, но не менее 450 мм над уровнем дороги.

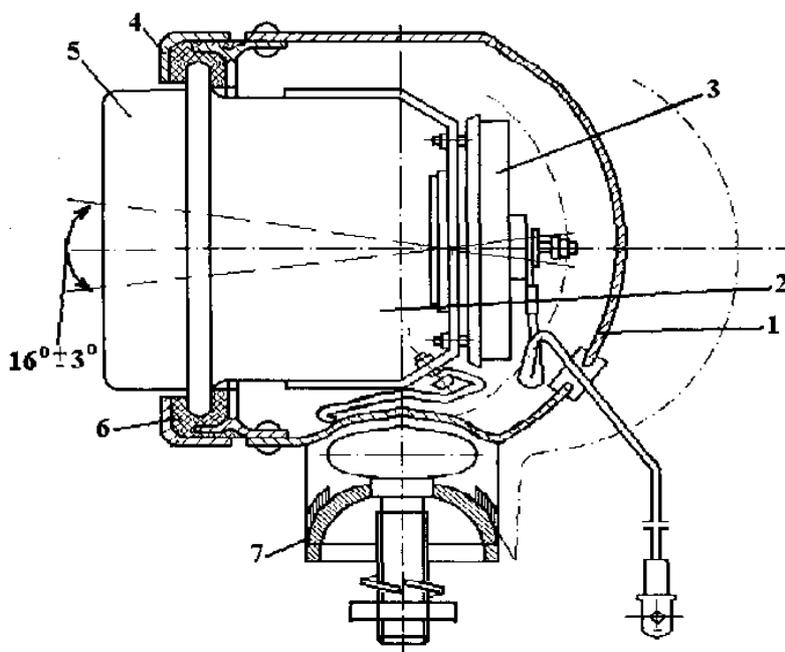
При соблюдении вышеперечисленных условий противотуманные фары обеспечивают видимость пешехода на расстоянии до 15...30 м, скорость движения автомобиля в туманах может быть обеспечена от 20 до 30 км/ч.

На автомобиле противотуманные фары могут устанавливаться на бампер, под бампером или встраиваться в бампер.

Конструктивно противотуманная фара (рисунок 19.10) состоит из корпуса стального или пластмассового 1; оптического элемента 2, включающего в себя лампу накаливания (источник света), и параболоидного отражателя (стеклянного или стального); стеклянного рассеивателя 5, на внутренней поверхности которого опрессованы вертикальные линзы, имеющие большой радиус кривизны, позволяющие получить горизонтальный угол рассеивания светового пучка в пределах от 45 до 90°; кронштейна 7, с помощью которого противотуманная фара устанавливается на автомобиль и который имеет шарнир для регулировки угла наклона светового пучка; ободка крепления оптического элемента 4.

Промышленностью выпускаются следующие противотуманные фары (таблица 19.1).





1 – корпус; 2 – оптический элемент; 3 – ламподержатель с лампой; 4 – ободок крепления; 5 – рассеиватель; 6 – уплотнительная обойма; 7 – кронштейн для крепления фары

Рисунок 19.10 – Противотуманная фара

Таблица 19.1 – Типы противотуманных фар и их характеристики

Тип фар	Диаметр (размер) светового отверстия оптического элемента мм	Мощность лампы, Вт	Максимальная сила света, кд	Эффективный (полезный) угол рассеивания в горизонтальной плоскости, град
ФГ-106	108	50	1370	65
ФГ-108	169 × 78	50	2320	42
ФГ-119	136	50	3250	68
ФГ-120	140 × 70	35	1893	50
ФГ-152	140 × 80	55	4700	80
11.3743	160 × 85	55	5800	85

Фары-прожекторы и фары рабочего освещения. Фара-прожектор служит для освещения объектов, проезжей части и прилегающих участков дороги на больших расстояниях. Фара-прожектор состоит из корпуса, шарнирного кронштейна для крепления и регулировки фары на автомобиле, оптического элемента, включающего в себя источник света, расположенный в фокусе, отражатель и защитное стекло. Фара рабочего освещения служит для освещения рабочих участков, где проводятся работы. Устанавливается, как правило, на сельскохозяйственные машины, на транспортные средства, ведущие дорожные и карьерные работы. Фара рабочего освещения состоит из корпуса, оптического элемента, включающего в себя источник света, отражатель и специальный рассеиватель, на внутренней поверхности которого выполнены микроэлементы в виде линз для равномерного рассеивания светового потока.

19.2 Порядок выполнения лабораторной работы

1 Ознакомиться и изучить конструктивные особенности:

- а) фар головного освещения с европейской системой светораспределения различных конструкций;
- б) фар головного освещения с американской системой светораспределения различных конструкций;
- в) противотуманных фар;
- г) фары-прожекторы;
- д) фары рабочего освещения.

2 Выполнить сравнительные эскизы основных узлов изучаемых фар:

- а) эскиз узла крепления и фиксации лампы накаливания;
- б) эскиз узла крепления и фиксации оптического элемента;
- в) эскиз узла регулировки угла наклона светового пучка;
- г) эскиз расположения микроэлементов на поверхности рассеивателя.

Содержание отчета

- 1 Краткое описание особенностей конструктивного исполнения фар головного освещения.
- 2 Электрическая схема включения фары.
- 3 Структура светового пучка фары головного освещения европейского и американского типов.
- 4 Критические замечания по конструктивному исполнению изучаемых фар.
- 5 Эскизы общего вида, узлов и элементов изучаемых фар.
- 6 Предложения по совершенствованию конструкции автомобильных фар их узлов и элементов.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение фар головного освещения и требования к ним.
- 2 Назначение фар специального назначения и требования к ним.
- 3 Принципиальное различие светораспределения европейской и американской систем.
- 4 Основные конструктивные различия фар европейского и американского типов.
- 5 Как обеспечивается крепление и фиксация лампы накаливания в оптическом элементе европейской и американской фар?
- 6 Как обеспечивается крепление и фиксация оптического элемента фары головного освещения?
- 7 Особенности исполнения знака официального утверждения фар европейского типа.



20 Лабораторная работа № 20. Фотометрирование фар головного освещения

Цель работы

- 1 Исследовать особенности светораспределения фар головного освещения.
- 2 Освоить методы фотометрирования автомобильных фар.
- 3 Ознакомиться с методами фотометрирования фар головного освещения.
- 4 Ознакомиться с приборами и испытательным оборудованием.
- 5 Исследовать факторы, влияющие на структуру светового пучка фары головного освещения.
- 6 Провести анализ светораспределения исследуемых фар и сделать заключение на соответствие их требованиям отечественного стандарта и международных правил.

Состав оборудования

- 1 Приспособление для закрепления исследуемой фары.
- 2 Люксметр.
- 3 Источник питания.
- 4 Измерительный экран.
- 5 Оптический элемент европейского типа.
- 6 Оптический элемент американского типа.
- 7 Корпус фары, закрепленный на приспособлении.
- 8 Отражатель с лампой европейского типа А12-45+40 с цоколем Р45t/41 без рассеивателя.
- 9 Отражатель с лампой американского типа А12-60+40 с цоколем 2ФД42 без рассеивателя.

20.1 Краткие теоретические сведения

Светораспределение фар головного освещения регламентируется требованиями стандарта (ГОСТ 8769–75) и международными правилами.

Проверка фар на соответствие требованиям проводится с помощью специального измерительного экрана, который представляет собой проекцию прямого участка дороги шириной 6 м на вертикальную плоскость.

На измерительный экран наносятся линии зоны и точки, характеризующие отдельные элементы проезжей части дороги (рисунок 20.1):

- Я-1 – перспектива правой обочины дороги;
- А-Я-А – светотеневая граница;
- Я-2 – перспективное направление движения глаз водителя встречного транспорта;
- Я-3 – перспектива левой обочины дороги;
- Я-4 – перспективное направление движения встречного транспорта;
- Я-5 – перспектива осевой линии дороги.



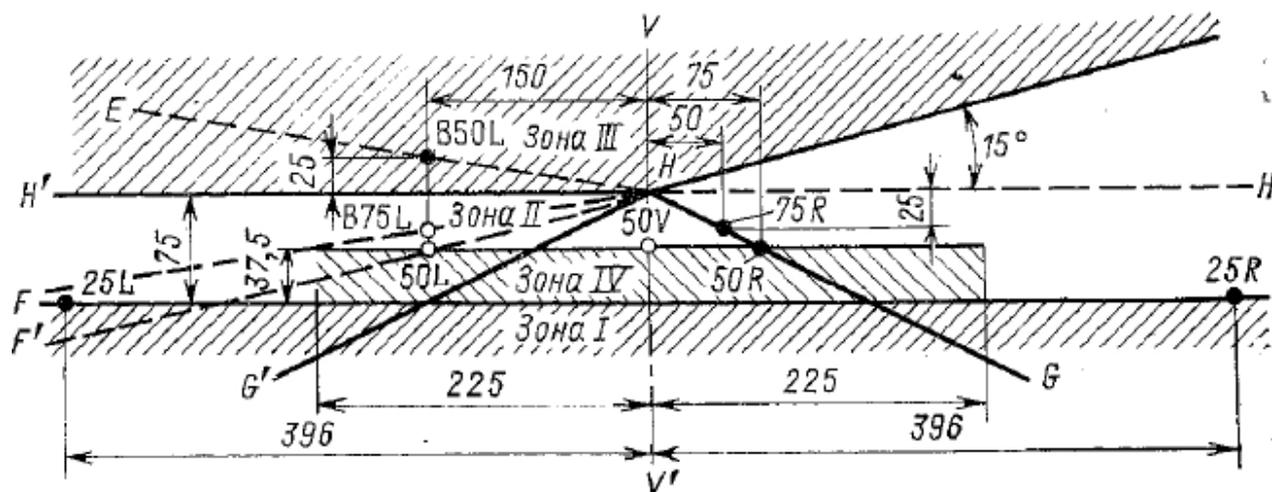


Рисунок 20.1 – Европейский измерительный экран для фотометрирования фар головного освещения

На измерительный экран, расположенный на расстоянии 25 м от исследуемой фары наносятся следующие зоны и контрольные точки, в которых регламентируются максимальные и минимальные значения освещенности (таблица 20.1).

Таблица 20.1 – Норма освещенностей ближнего света для фар с европейской системой светораспределения

Контрольная точка и зона экрана	Величина освещенности в соответствии с Правилами ЕЭК для оптического элемента, лк			
	металлостеклянного типов GR и C, цельностеклянного типа SGRHSR	металлостеклянного с галогенной лампой H4	металлостеклянного с лампой диаметром 170 мм типа GR и диаметром 136 мм типа C	металлостеклянного с лампой R2 диаметром 136 мм типа GR
50R	rain 6	min 12	min 12	min 10
75R	min 6	min 12	min 8	min 4
25R	min 1,5	min 2,0	min 1,5	min 1,5
25L	min 1,5	min 2,0	min 1,5	min 1,5
B50L	max 0,3	max 0,4	max 0,3	max 0,3
Зона III	max 0,7	max 0,9	max 0,7	max 0,7
Зона IV	min 2,0	min 4,0	min 2,0	min 2,0
Зона I	max 20	max 25	max 20	max 20

Измерительный экран предназначен для лабораторной проверки образцов фар на соответствие их требованиям международных правил и ГОСТ 8769–75. Испытанию подвергается одиночная фара, которая располагается на расстоянии 25 м или меньших расстояниях перед экраном.

Высота исследуемой фары должна быть равна высоте расположения центральной точки Я измерительного экрана. Оптическая ось исследуемой фары должна проходить через точку Я перпендикулярно экрану.

Контрольные точки измерительного экрана характеризуют точки встречи

световых лучей с проезжей частью дороги для соответствующих расстояний автомобиля. Точка $B\ 50L$ характеризует положение глаз водителя встречного автомобиля, находящегося на расстоянии 50 м.

Верхняя граница зоны I и нижняя граница зоны IV определяют расстояние от исследуемой фары до 25 м. Верхняя граница зоны IV определяет расстояние от исследуемой фары до 50 м. Нижняя граница зоны III определяется положением светотеневой границы пучка ближнего света фары.

Зона III является теневой зоной, где ограничен верхний предел освещенностей, опасных для ослепления водителей встречных автомобилей.

Светораспределение фар должно быть таким, чтобы были обеспечены величины освещенностей в контрольных точках и зонах измерительного экрана.

Фотометрирование фар головного освещения осуществляется с помощью люксметра, состоящего из измерительного прибора и фотоэлемента. Измерение освещенности можно проводить путем перемещения фотоэлемента по поверхности измерительного экрана либо при зафиксированном в точке Я измерительного экрана фотоэлементе поворотом исследуемой фары в горизонтальной и вертикальной плоскостях с фиксацией ее с помощью градусного лимба.

Исследование характеристик дальнего света проводится измерением освещенностей в пяти точках A, B, H, C, D измерительного экрана, расположенных на горизонтальной прямой проходящей через точку H .

Значения освещенностей в соответствии с требованиями международных правил приведены в таблице 20.2.

Таблица 20.2 – Величины освещенностей, создаваемые при включении нити дальнего света фары европейского типа

Освещенность точек A, B, H, C, D измерительного экрана при работе дальнего света на расстоянии 25 м экрана, лк				
Максимальная E		В точке H	В точках B, C	В точках A, D
не выше	не ниже	не ниже	не ниже	не ниже
240	32	$0,9 E_{\max}$	16	4

20.2 Порядок выполнения работы

Для определения влияния на светораспределение типа оптической системы, положения тела накала в оптической системе микроэлементов на поверхности рассеивателя необходимо провести фотометрирование:

- оптического элемента европейского типа и американского типа без рассеивателя в режиме ближнего и дальнего света;
- оптического элемента с европейской системой светораспределения в режиме ближнего и дальнего света с рассеивателем;
- оптического элемента с американской системой светораспределения в режиме ближнего и дальнего света с рассеивателем.

Приведенные в таблице 20.1 значения освещенностей контрольных точек и зон измерительного экрана должны быть обеспечены при фотометрировании фар



в двадцатипятиметровой светотехнической лаборатории.

В связи с отсутствием лаборатории таких размеров фотометрирование проводится в лаборатории меньших размеров. При этом создаваемая в контрольных точках измерительного экрана освещенность будет значительно выше. Для оценки проверяемой фары на соответствие требованиям полученную освещенность необходимо пересчитать и привести к значениям измерительного экрана стандартной лаборатории по формуле:

$$E = \frac{r^2}{R^2} \cdot E',$$

где E – освещенность, приведенная к стандартному экрану, в 25-метровой лаборатории, лк;

r – расстояние от исследуемой фары до лабораторного экрана, м;

R – расстояние от исследуемой фары до измерительного экрана стандартной лаборатории, $R = 25$ м;

E' – освещенность в точках и зонах измерительного экрана учебной лаборатории, лк.

Градусная сетка, положение контрольных точек и зон измерительного экрана учебной лаборатории должны быть приведены в соответствии с расстоянием от исследуемой фары до экрана.

Последовательность фотометрирования фары.

1 Для проведения лабораторной работы необходимо начертить измерительный экран (рисунок 20.1).

2 Установить приспособление с фарой головного освещения таким образом, чтобы оптическая ось фары пересекала измерительный экран в точке H и являлась перпендикуляром к измерительному экрану.

3 Подготовить люксметр к работе в соответствии с инструкцией по эксплуатации прибора.

4 Подключить фару к источнику питания с напряжением 12,5 В.

5 Включить ближний свет фары.

6 Выключить освещение лаборатории и убедиться в отсутствии засветок от посторонних источников.

7 Поворотом фары в вертикальной и горизонтальной плоскостях установить светотеневую границу пучка таким образом, чтобы:

а) точка перелома светотеневой границы располагалась на вертикали $V-V'$;

б) левая горизонтальная линия светотеневой границы располагалась ниже на 5 см (если расстояние от исследуемой фары до экрана составляет 5 м) линии $h-H-h'$ измерительного экрана.

8 С помощью люксметра:

а) произвести измерения освещенности в контрольных точках и зонах измерительного экрана (данные занести в таблицу 20.3);



б) используя градусную сетку, нанесенную на измерительный экран, произвести измерения освещенности по верхней границе зоны I, по верхней границе зоны IV.

Таблица 20.3 – Значения освещенности в контрольных точках измерительного экрана

Точка и зона измерительного экрана	50R	75R	25R	25L	B50L	Зона I	Зона II	Зона III
Освещенность лабораторного экрана I_x								
Освещенность, приведенная к стандартному экрану, I_x								

Полученные для случаев а) и б) значения освещенности нанести в соответствующих точках чертежа экрана в тетради и построить кривые освещенностей.

9 Перемещая фотоэлемент люксметра по экрану, определить точку максимальной освещенности I_{\max} , проставить значения I_{\max} на чертеже экрана.

10 Перемещая фотоэлемент по измерительному экрану и используя координатную сетку экрана, определить точки, в которых освещенность имеет одинаковые значения, нанести значения равной освещенности на соответствующие координаты чертежа экрана и затем соединить эти точки плавной кривой (получим кривую равной освещенности – изолюксу).

Построить ряд кривых равной освещенности с шагом, заданным преподавателем. Все полученные изолюксы построить на чертеже экрана.

Измерения, выполненные в соответствии с пп. 8–10, произвести для условий I, II, III.

11 На основании полученных результатов фотометрирования дать сравнительную оценку светораспределения исследуемой фары головного освещения соответствующего типа и сделать заключение о соответствии исследуемой фары предъявляемым требованиям.

Содержание отчета

1 Типы и основные характеристики исследуемых фар.

2 Основные требования международных правил и ГОСТ 8769–75 на светотехнические характеристики фар головного освещения.

3 Чертежи измерительного экрана с результатами полученных измерений освещенностей.

4 Таблицы для значений, получаемых при выполнении лабораторной работы.

5 Методика фотометрирования фар головного освещения.

6 Построенные на миллиметровой бумаге кривые освещенностей по верхней границе зоны I и по верхней границе зоны IV.

7 Заключение о соответствии исследуемых фар требованиям международных правил и ГОСТ 8769–75.



Контрольные вопросы

- 1 Влияние на образование светового пучка положения нити накала в оптической системе, микроэлементов рассеивателя.
- 2 Различие структуры светового пучка европейской и американской фары.
- 3 Основные элементы измерительного экрана.
- 4 Требования, предъявляемые к светораспределению фар головного освещения.
- 5 Чем достигается уменьшение слепящего действия фар головного освещения?
- 6 Сравнительная характеристика изолюкс европейской и американской фар.

21 Лабораторная работа № 21. Устройство и конструктивные особенности светосигнальных фонарей автомобилей и тракторов

Цель работы

- 1 Изучить конструктивные особенности светосигнальных фонарей, их элементов и узлов.
- 2 Ознакомиться с методическими рекомендациями к работе.
- 3 Ознакомиться с конструкциями существующих светосигнальных фонарей и изучить их.
- 4 Выполнить эскизы отдельных узлов и элементов изучаемых конструкций светосигнальных фонарей.
- 5 Изучить требования, предъявляемые к светосигнальным фонарям.

Состав оборудования

Для выполнения лабораторной работы бригада студентов обеспечивается плакатами, светосигнальными фонарями, необходимыми для разборки и сборки инструментами (отвертки, пассатижи и т. д.).

21.1 Краткие теоретические сведения

По характеру работы и своим функциональным особенностям светосигнальные приборы могут быть разделены на два класса:

- 1) активные – фонари, имеющие свой источник света;
- 2) пассивные – световозвращатели, не имеющие своего источника света и дающие сигнал путем отражения света фар другого автомобиля.

Активные приборы в зависимости от режимов работы подразделяются на фонари продолжительного и кратковременного действия (сигнал торможения и указатели поворотов), что определяет выбор материалов конструкции.

По условиям применения и степени видимости светосигнальные приборы могут быть:



– ночного применения – только для движения в темное время суток или при плохой видимости – габаритные, контурные, опознавательные, боковые и стояночные огни;

– круглосуточного применения – сигналы торможения, указатели поворота и аварийная сигнализация.

Габаритные огни предназначены для обозначения габаритов транспортного средства в ночное время суток или при плохой видимости. В минимальный обязательный комплект светосигнальных приборов для всех легковых автомобилей включены два передних габаритных огня белого цвета и два задних красного цвета. Учитывая функциональное назначение, их устанавливают максимально разнесенными друг от друга по краям транспортного средства.

Габаритные огни имеют активную светотехническую систему, т. е. свой источник света, обычно малой мощности – 5 Вт. Режим работы габаритных огней в отличие от других светосигнальных приборов транспортных средств продолжительный, что накладывает ограничения при расчете нагрева фонаря.

Сигналы торможения предназначены для предупреждения других участников движения о замедлении хода или остановке автомобиля. В минимальный обязательный комплект светосигнальных приборов для всех транспортных средств входят два сигнала торможения красного цвета, устанавливаемые сзади.

Учитывая, что эти сигналы должны быть хорошо видны днем при ярком солнечном свете, их сила света устанавливается выше, чем у сигналов ночного применения, а так как при ночном движении большая сила света этих огней вызывает слепящее действие или дискомфорт у водителей других автомобилей, их максимальную силу света ограничивают либо используют двухрежимную схему их работы. Нормативные требования к размещению сигналов торможения на автомобиле аналогичны требованиям к габаритным фонарям.

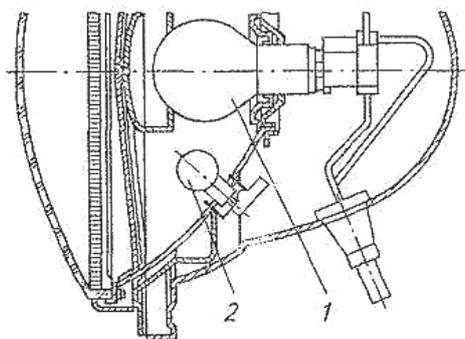
Правилами дорожного движения водителю предписано перед маневром подавать сигнал сзади и впереди движущимся транспортным средствам, что обусловило необходимость оснащения автомобилей указателями поворота. Обязательный комплект светосигнальных приборов для всех транспортных средств включает по два передних и задних указателя поворота.

Современными правилами предписывается также установка дополнительных указателей поворота – боковых их повторителей на боковых сторонах крыльев, кабины или кузова. В европейских странах согласован и узаконен правилами оранжевый цвет всех мигающих указателей поворота: передних, задних и боковых.

На современных транспортных средствах обязательные к установке сигнальные огни конструктивно выполняются в виде секций, объединенных в блоки переднего и заднего фонарей, реже – в виде отдельных конструкций (боковые повторители указателей поворотов и т. п.).

Передние фонари включают передние габаритные огни и передние указатели поворотов. У современных автомобилей передние габаритные огни, как правило, конструктивно совмещают с фарой, для чего в отражателе устанавливают дополнительный источник света мощностью 4 Вт (рисунок 21.1), а фонарь указателя поворотов встраивают отдельной секцией в блок-фару.





1 – лампа головного света; 2 – лампа габаритного огня

Рисунок 21.1 – Габаритный огонь, встроенный в отражатель фары головного света:

На автомобилях традиционных конструкций передний фонарь выполняется в виде двухсекционного блока (рисунок 21.2). Передний фонарь состоит из корпуса, в котором устанавливают одно- или двухнитевые лампы накаливания, алюминированного параболического отражателя и установленного на корпусе через резиновую герметизирующую прокладку пластмассового рассеивателя. Мигающий режим работы указателей поворота обеспечивается включением переключателя, который приводит в действие реле-прерыватель теплового, электромагнитного и электронного типов. В конструкциях передних фонарей используется линзовая (безотражательная) схема у габаритных огней и смешанная схема у указателей поворотов. Конфигурация и размеры передних фонарей определяются в основном дизайном автомобиля и могут варьироваться в достаточно широких пределах.

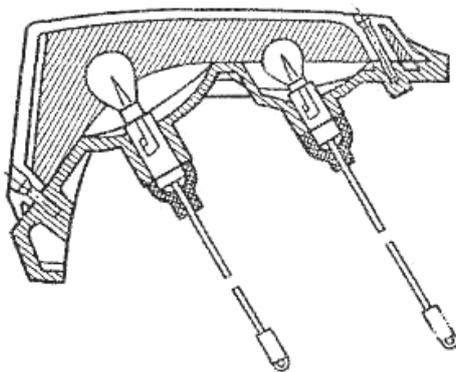


Рисунок 21.2 – Передний фонарь автомобиля

Задние фонари включают задние габаритные огни, указатели поворотов, сигналы торможения, световозвращатели, а также фонари освещения номерного знака и заднего хода, которые тоже, как правило, объединяются в одном корпусе в виде отдельных секций. Конструктивное выполнение и внешнее оформление задних фонарей легкового автомобиля индивидуально в зависимости от его дизайна. Задние фонари грузовых автомобилей унифицированы и имеют для большинства типов грузовых автомобилей одно исполнение (рисунок 21.3)

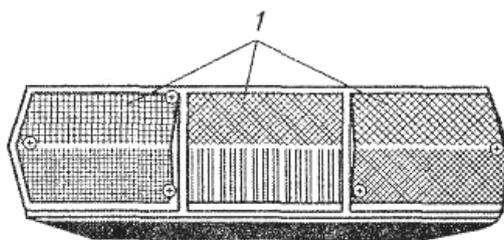


Рисунок 21.3 – Унифицированный задний фонарь ФП130 грузовых автомобилей

Современные задние фонари имеют пластмассовые корпуса, в которых отражатель является частью корпуса. Рассеиватель *1* также изготавливается из пластмассы, выполняется многоцветным литьем или составляется из отдельных секций соответствующего цвета. Для исключения чрезмерных вибрационных нагрузок, влияние которых особо остро сказывается на сроке службы ламп задних фонарей грузовых автомобилей с системой электрооборудования на 24 В, кронштейн лампы держателя устанавливается на демпфирующих резиновых подушках. В другом варианте конструкции от чрезмерных вибрационных нагрузок избавляются за счет крепления корпуса заднего фонаря к кузову автомобиля через резиновую подвеску.

Коммутация источников света в задних фонарях осуществляется непосредственной разводкой проводов, подведенных к единой колодке, или в виде панели с печатным монтажом, выполняющей одновременно функцию лампы держателя.

Основными направлениями совершенствования конструкций светосигнальных приборов являются обеспечение требуемого светораспределения наиболее рациональными способами, обеспечение плавного изменения режима работы (т. е. изменение силы света фонаря в значительных диапазонах в зависимости от уровня внешней освещенности), устранение в указателях поворота и сигналах торможения фантом-эффекта.

Световозвращатели предназначены для обозначения ночью транспортного средства, стоящего на дороге с погашенными огнями. Они представляют собой особый вид отражателей, у которых направления падающих и отраженных лучей почти совпадают, причем это свойство сохраняется при изменении угла падения лучей в пределах $\pm 20^\circ$.

Световозвращатели размещаются по бокам задней части автомобиля и отражают свет фар приближающегося сзади другого транспортного средства. Существуют также передние световозвращатели, а при большой длине автобусов или грузовых автомобилей предписывается помещать световозвращатели и на боковых сторонах кузова. Задние световозвращатели выполняются красного цвета, боковые – оранжевого, передние – бесцветные.

Наиболее эффективным является кубический световозвращатель, состоящий из трехгранных ячеек с углом между гранями 90° . Основным обратноотражающим элементом такого световозвращателя является прямоугольная трехгранная призма, обеспечивающая высокий обратноотражающий эффект, отсутствие нерабочих участков при падении света параллельно оси призмы и возможность заполнения плоской поверхности входными элементами призм без каких-

либо потерь площади. На рисунке 21.4 показан внешний вид отдельного световозвращателя, заделанного в металлическое основание 1, имеющее элементы крепления его к корпусу автомобиля.

Оптический элемент световозвращателя представляет собой пластмассовую деталь, изготовленную литьем в пресс-форме, на обратной стороне которой образованы трехгранные кубические ячейки (рисунок 21.5). Световой пучок от фар (на рисунке показан стрелками) входит в оптический элемент с наружной гладкой стороны и, претерпев трехкратное полное внутреннее отражение от трех граней ячейки, возвращается обратно по направлению падающего света.

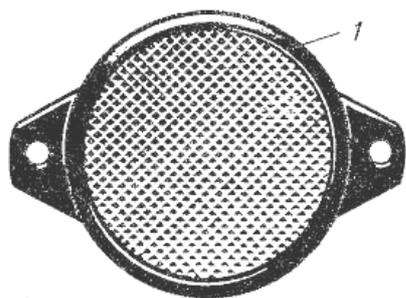


Рисунок 21.4 – Внешний вид световозвращателя

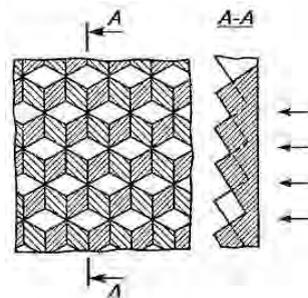


Рисунок 21.5 – Форма трехгранных ячеек световозвращателя

21.2 Порядок выполнения лабораторной работы

1 Ознакомиться с конструктивными особенностями: светосигнальных фонарей различных конструкций, габаритных огней, сигналов торможения, указателей поворота и изучить их.

2 Выполнить сравнительные эскизы основных узлов изучаемых фонарей:

- а) эскиз узла крепления и фиксации лампы накаливания;
- б) эскиз узла крепления и фиксации оптического элемента;
- в) эскиз расположения микроэлементов на поверхности рассеивателя.

Содержание отчета

1 Краткое описание особенностей конструктивного исполнения светосигнальных фонарей.

2 Электрическая схема включения светосигнальных фонарей.

3 Критические замечания по конструктивному исполнению изучаемых светосигнальных фонарей.

4 Эскизы общего вида, узлов и элементов изучаемых светосигнальных фонарей.

5 Предложения по совершенствованию конструкции автомобильных светосигнальных фонарей, их узлов и элементов.

Контрольные вопросы

- 1 Назначение светосигнальных фонарей и требования к ним.
- 2 Основные конструктивные различия активных и пассивных светосигнальных фонарей.
- 3 Как обеспечивается крепление и фиксация лампы накаливания в оптическом элементе светосигнальных фонарей?
- 4 Как обеспечивается крепление и фиксация оптического элемента светосигнального фонаря?
- 5 Особенности исполнения знака официального утверждения светосигнальных фонарей.

22 Лабораторная работа № 22. Исследование характеристик контрольно-измерительных приборов

Цель работы

- 1 Исследование статических характеристик скоростного узла спидометра автомобиля ВАЗ.
- 2 Исследование динамических характеристик скоростного узла.

Состав оборудования

- 1 Скоростной узел спидометра.
- 2 Блок привода скоростного узла спидометра.
- 3 Комплексный энергосиловой стенд.
- 4 Частотомер.

22.1 Краткие теоретические сведения

По принципу действия спидометры подразделяются на индукционные и электрические, а по способу приведения в действие – на спидометры с приводом от гибкого вала и с электроприводом. Узел, преобразующий частоту вращения входного вала в показания скорости на шкале, называют скоростным узлом спидометра автомобиля ВАЗ (рисунок 22.1)



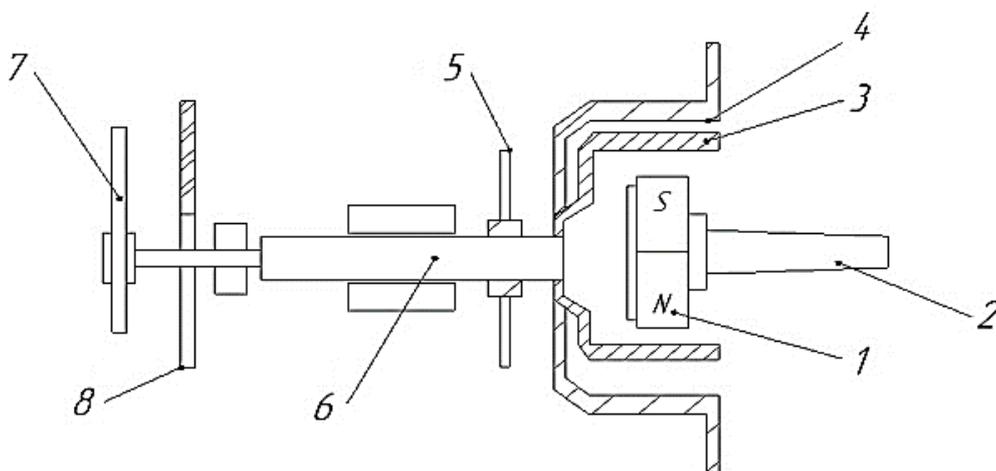


Рисунок 22.1 – Скоростной узел спидометра автомобиля ВАЗ

Скоростной узел выполнен таким образом, что моменты трения в опорах и дисбаланса почти не оказывают влияния на работу спидометра. Магнит *1* закреплён на приводном валу *2* прибора и намагничен таким образом, что оба полюса расположены на периферии диска. На отдельной оси *6*, свободно вращающейся в двух подшипниках, укреплен картушка *3* из алюминия, которая с некоторым зазором охватывает магнит. Чтобы через картушку проходила большая часть магнитного потока, снаружи ее также с некоторым зазором расположен экран *4* из магнитомягкой стали (сталь 10). Над магнитом *1* закреплена шайба термокомпенсатора *9*. Цилиндрическая картушка закреплена на одной оси со стрелкой *7* и пружиной волоском *5*. Стрелка расположена непосредственно над шкалой *8*.

Основу скоростного узла составляет индукционный преобразователь. При вращении постоянного магнита *1* относительно диска *3* в последнем находятся вихревые токи. Создаваемое ими поле взаимодействует с магнитным полем постоянного магнита. В результате создается момент M_1 , приложенный к диску в направлении вращения постоянного магнита. Этот момент является вращающим. Пружина-волосок создает противодействующий момент M_2 . Повороту подвижной системы также противодействуют момент M_3 от сил трения в опорах, момент M_4 дисбаланса.

При постоянной круговой частоте вращения магнита вращающий момент уравновешивается моментами пружины, трения и дисбаланса.

$$M_1 = M_2 \pm M_3 \pm M_4. \quad (22.1)$$

Знак моментов трения и дисбаланса определяется в зависимости от круговой частоты и положения подвижной системы. При постоянной круговой частоте магнита, когда подвижная система прибора находится в состоянии равновесия, $M_3 = 0$. Учитывая, что подвижную систему при изготовлении балансируют, моментом M_4 можно пренебречь. Тогда вращающий момент уравновешивается моментом пружины-волоска:

$$M_1 = M_2. \quad (22.2)$$

Вращающий момент пропорционален круговой частоте магнита и может быть определен по формуле

$$M_1 = K \frac{l^2 \cdot D^2 \cdot p \cdot \delta}{\rho} \cdot B^2 \cdot \omega, \quad (22.3)$$

где K – коэффициент, учитывающий единицы измерения;

l – длина полюсов магнита, см;

D – диаметр магнита, см;

p – число пар полюсов магнита;

δ – толщина стенки катушки, см;

ρ – удельное сопротивление катушки, Ом·см;

ω – круговая частота магнита.

Учитывая, что все величины, кроме круговой частоты для каждого скоростного узла постоянны, выражение для вращательного момента можно упростить:

$$M_1 = K_2 \cdot \omega, \quad (22.4)$$

где K_2 – коэффициент пропорциональности.

Противодействующий момент, создаваемый пружиной-волоском, определяется по формуле

$$M_2 = E \cdot h_1 \cdot I_1^3 \cdot \frac{y}{12 \cdot l_1} = C_{прж} \cdot y, \quad (22.5)$$

где E – модуль упругости пружины;

h_1, I_1, l_1 – ширина, толщина и длина ленты, из которой навита пружина;

y – угол закрутки пружины;

$C_{прж}$ – жесткость пружины.

При установившемся положении подвижной системы спидометра

$$K_2 \cdot \omega = C_{прж} \cdot y. \quad (22.6)$$

Откуда

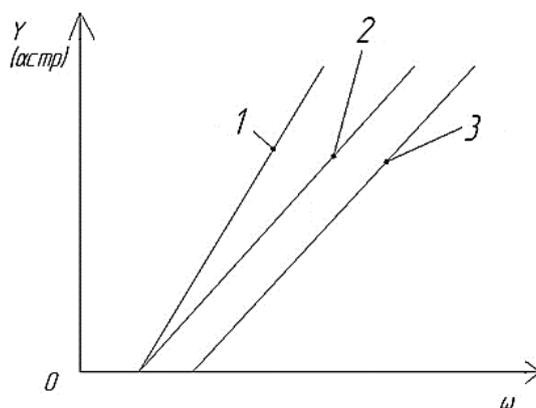
$$\omega = C_{прж} \cdot \frac{y}{K_2} = k_{пр} \cdot y. \quad (22.7)$$

Таким образом, зависимость угла поворота подвижной системы φ от круговой частоты ω является линейной.

Для обеспечения необходимой точности показаний регулирование скоростного узла осуществляется путем изменения натяжения пружины-волоска (линей-



ная регулировка) и магнитного потока (масштабная регулировка). Натяжение волоска регулируют при нулевой скорости. Происходит параллельный сдвиг характеристики (рисунок 22.2) вверх или вниз до совпадения стрелки с начальным делением шкалы.



1 – до регулировки; 2 – после масштабной регулировки; 3 – после линейной регулировки

Рисунок 22.2 – Характеристика скоростного узла спидометра

Масштабная регулировка заключается в изменении наклона характеристики (см. рисунок 22.2). В собранном механизме во время регулирования при определённой скорости магнита размагничивают в магнитном поле переменного тока таким образом, чтобы тяговый момент снизился и характеристика переместилась в допустимую зону.

Динамические свойства скоростного узла определяются величиной показателя добротности

$$\lambda = \frac{M_y}{J}. \quad (22.8)$$

где M_y – удельный вращающий момент, т. е. момент, отнесенный к соответствующему значению скорости автомобиля;

J – момент инерции подвижной системы.

При $\lambda = 0,5 \dots 1,5$ устойчивость обеспечивается, при меньших значениях λ спидометр чувствителен к вибрациям, при больших значениях – к неравномерностям вращения входного вала.

22.2 Порядок выполнения работы

- 1 Изучить СЭП КЭС.
- 2 Определить конфигурацию СЭП для проведения эксперимента.
- 3 Соединить скоростной узел спидометра с блоком привода.
- 4 Выполнить подключение блока привода скоростного узла спидометра к КЭС.



5 Подключить частотомер к блоку привода.

6 Вращая потенциометр блока управления привода, установить требуемую скорость вращения приводного вала скоростного узла спидометра и фиксировать соответствующий угол поворота подвижной системы.

7 Выполнить эксперимент по п. 6 для восьми фиксированных скоростей, полученные данные оформить в виде таблицы.

8 По табличным данным построить характеристику $y = f(\omega)$.

9 Включить модулятор блока управления привода и исследовать динамические свойства скоростного узла при различных неравномерностях вращения входного вала.

Содержание отчёта

1 Название работы, цель и применяемое оборудование.

2 Необходимые краткие теоретические сведения.

3 СЭП для проведения эксперимента.

4 Графики статических характеристик.

5 Выводы.

Контрольные вопросы

1 Пояснить принцип работы скоростного узла спидометра.

2 Какие варианты привода скоростного узла применяются в автомобилях?

3 Какие моменты действуют на подвижную систему скоростного узла спидометра?

4 Как выполняется настройка характеристики скоростного узла?

5 Как влияет величина показателя добротности на динамические свойства скоростного узла?



23 Лабораторная работа № 23. Исследование характеристик электродвигателей малой мощности

Цель работы

1 Исследование электромеханических характеристик электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов.

2 Исследование механических характеристик электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов.

Состав оборудования

1 Электромагнитный блок с электродвигателем с возбуждением от постоянных магнитов.

2 Комплексный энергосиловой стенд.

3 Блок контрольно-измерительных приборов.

4 Частотомер.

23.1 Краткие теоретические сведения

Электродвигатели малой мощности применяются в электроприводах вспомогательных систем электрооборудования автомобилей.

Основными устройствами автомобиля, где находит применение электропривод с электродвигателями малой мощности, являются отопители и вентиляторы салона, предпусковые подогреватели, стекло- и фарочистители, механизмы подъема стекол, перемещения сидений и др.

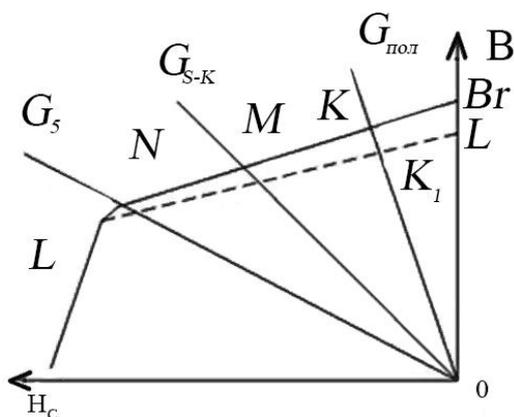
Длительность работы и их характер определяют рабочий режим привода. Для электроприводов различают три основных режима работы: продолжительный, кратковременный и поворотно-кратковременный. К механизмам с длительным режимом работы относятся отопитель и вентиляторы салона автомобиля. Кратковременный режим работы характерен для самых различных устройств: подъема стекол, вентилятора, омывателя и др. Примером устройств автомобиля, работающих в поворотно-кратковременном режиме, могут служить стеклоочистители и стеклоомыватели. Требования, предъявляемые к электродвигателям, устанавливаемым в том или ином узле автомобиля, отличаются особой спецификой и обусловлены режимами работы этого узла. При выборе типа двигателя необходимо сопоставить условия работы привода с особенностями механических характеристик различных видов электродвигателей. Принято различать естественную и искусственную механические характеристики двигателя.

Наиболее распространёнными в электроприводах вспомогательных систем автомобиля являются электродвигатели мощностью до 100 Вт с возбуждением от постоянных магнитов. Применение постоянных магнитов позволяет в значительной мере повысить технико-экономические показатели электродвигателей: уменьшить массу, габаритные размеры, повысить КПД. К преимуществам следует отнести отсутствие обмоток возбуждения, что упрощает внутренние соединения, повышает надежность электродвигателей.

Принцип действия электрических машин с постоянными магнитами аналогичен общеизвестному принципу действия машин с электромагнитным возбуждением – в электродвигателе взаимодействие полей якоря и статора создает вращающий момент. Источник магнитного потока в таких электродвигателях – постоянный магнит. Характеристикой магнита является кривая его размагничивания, представленная на рисунке 23.1.

Свойства материала определяются значениями остаточной индукции B_r и коэрцитивной силы H_c . Полезный поток, отдаваемый магнитом во внешнюю цепь, не является постоянным, а зависит от суммарного воздействия внешних размагничивающих факторов. Рабочая точка магнита вне системы электродвигателя N , рабочая точка в сборе с корпусом M , рабочая точка магнита в электродвигателе в сборе K представлены на рисунке 23.1.





B_r – остаточная индукция; H_c – коэрцитивная сила; ON – линия проводимости рассеяния для магнита в свободном состоянии; OM – линия проводимости внешней цепи для магнита в сборе с корпусом; OK – линия проводимости внешней цепи для магнита в сборе с электродвигателем; LL' – кривая возврата; K , M и N – рабочие точки

Рисунок 23.1 – Кривая размагничивания анизотропного оксидно-бариевого магнита

Характеристики:

$$U = E + I_a \cdot R_a; \quad (23.1)$$

$$E = C_c \cdot \Phi \cdot n; \quad (23.2)$$

$$M = C_m \cdot \Phi \cdot I_a, \quad (23.3)$$

где U – напряжение, проводимое к электродвигателю от источника питания;

E – противоЭДС якоря;

I_a – ток якоря;

R_a – активное сопротивление цепи якоря;

C_c , C_m – конструктивные постоянные;

Φ – магнитный поток;

n – частота вращения якоря;

M – момент электродвигателя.

Постоянные:

$$C_c = \frac{p \cdot N}{a \cdot 60}; \quad C_m = \frac{p \cdot N}{2 \cdot \pi \cdot a}, \quad (23.4)$$

где p – число пар полюсов;

N – число проводников обмотки якоря;

a – число пар параллельных ветвей обмотки якоря.

Из выражений (23.1)–(23.3) можно получить формулы для определения частоты вращения якоря:

$$n = \frac{U - I_a \cdot R_a}{C_c \cdot \Phi}; \quad (23.5)$$

$$n = \frac{U}{C_c} - \frac{M \cdot R_a}{C_c \cdot C_m \cdot \Phi^2}. \quad (23.6)$$

Если пренебречь размагничивающим действием реакции якоря, то можно приближенно считать, что и поток Φ не зависит от нагрузки. С учетом этого выражения (23.3), (23.5), (23.6) примут вид:

$$M = I_a \cdot C_2; \quad (23.7)$$

$$n = \frac{U}{C_2} - \frac{I_a \cdot R_a}{C_2} = n_0 - \Delta n; \quad (23.8)$$

$$n = \frac{U}{C_2} - \frac{M}{C_3}, \quad (23.9)$$

где $C_1 \dots C_3$ – постоянные,

$$C_1 = C_\mu; \quad C_2 = C_c \cdot \Phi; \quad C_3 = C_c \cdot \Phi^2 / R_a; \quad (23.10)$$

Δn – падение частоты вращения.

Электромеханические характеристики электродвигателя, построенные по формулам (23.7) и (23.8), изображены на рисунке 23.2, а, механическая характеристика (23.9) – на рисунке 23.2, б. Показатель $n_0 = U / C_c \cdot \Phi$ называется частотой вращения идеального холостого хода. Падение частоты вращения Δn при увеличении нагрузки I_a на двигатель определяется сопротивлением R_a опорной цепи.

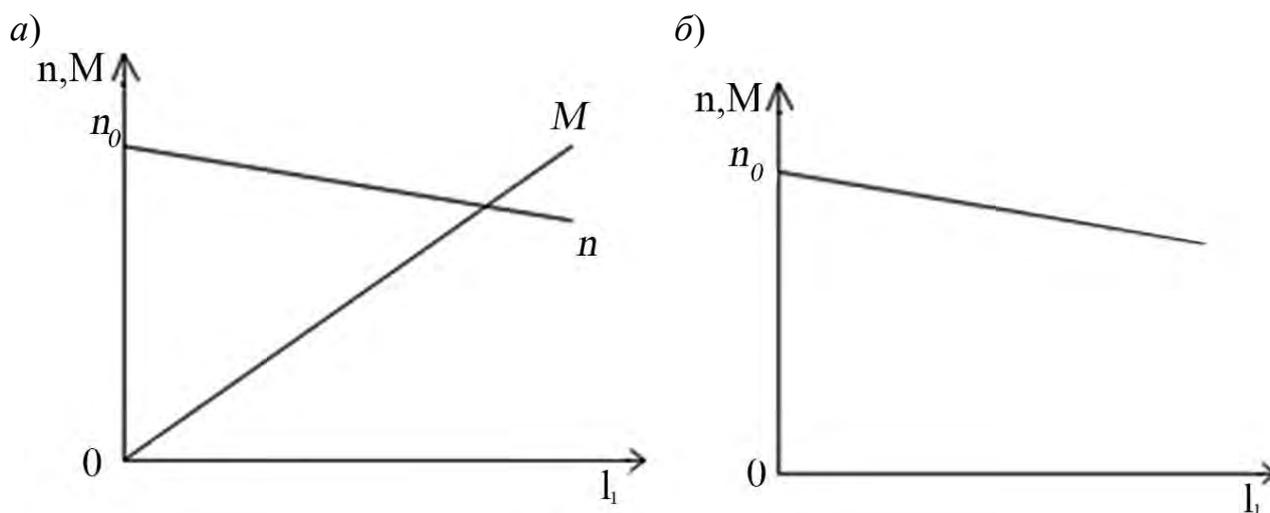


Рисунок 23.2 – Электромеханические (а) и механические (б) характеристики



23.2 Порядок выполнения работы

- 1 Изучить СЭП КЭС.
- 2 Определить конфигурацию СЭП для проведения эксперимента.
- 3 Выполнить подключение электромашинного блока с электродвигателем к КЭС.
- 4 Подключить блок контрольно-измерительных приборов к КЭС.
- 5 Подключить частотомер к электромашинному блоку.
- 6 Включить автоматический выключатель QF1.
- 7 С помощью потенциометра регулятора напряжения установить номинальное напряжение на якоре электродвигателя.
- 8 Произвести запись величины тока, момента и частоты вращения холостого хода.
- 9 Изменяя величину сопротивления нагрузки, выполнить эксперимент по пп. 7 и 8 для семи различных значений тока якоря электродвигателя.
- 10 Данные эксперимента оформить в виде таблицы.
- 11 По результатам эксперимента построить графики электромеханических и механических характеристик.

Содержание отчёта

- 1 Название работы, цель и применяемое оборудование.
- 2 Необходимые краткие теоретические сведения.
- 3 СЭП для проведения эксперимента.
- 4 Таблицы результатов эксперимента.
- 5 Графики электромеханических и механических характеристик.
- 6 Выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Какие режимы работы различают для электроприводов вспомогательных механизмов автомобилей?
- 2 Назовите примеры устройств автомобиля, работающих в кратковременном режиме.
- 3 Назовите примеры устройств автомобиля, работающих в повторно-кратковременном режиме.
- 4 Какие основные преимущества имеют электродвигатели с постоянными магнитами?
- 5 Формирование уравнений электромеханических и механических характеристик.
- 6 От чего зависит наклон электромеханических характеристик?



24 Лабораторная работа № 24. Устройство и конструктивные особенности автотракторных стеклоочистителей

Цель работы: изучить принцип действия стеклоочистителя, конструкцию и назначение его основных частей, технологию разборки и сборки стеклоочистителя СЛ100, оценить техническое состояние основных его узлов и элементов.

Состав оборудования

Электродвигатель, используемый в приводе, ранее обозначался буквами МЭ, номером модели и ее модификацией. Например, МЭ14А. В настоящее время используется цифровое обозначение вида ХХХХ.3730, где первые две цифры соответствуют номеру модели, третья цифра – модификации, а четвертая – исполнению (в некоторых случаях третья и четвертая цифры могут отсутствовать). Так 9742.370S – это электродвигатель 97 модели, четвертой модификации, общеклиматического исполнения.

В таблице 24.1 приведены основные характеристики электродвигателя МЭ14-А, применяемого в приводе стеклоочистителя на автомобилях УАЗ. М2140 и др.

Таблица 24.1 – Технические характеристики

Наименование электродвигателя	МЭ14-А
Тип возбуждения	Смешанное
Номинальное напряжение, В	12
Номинальная мощность, Вт	15
Потребляемый ток, А	4,2
Вращающий момент, кгс·м	0,09
Максимальный эффективный момент на валу редуктора, кг·см	0,25
Пусковой момент, кгс·м	2,5
Частота вращения якоря, мин ⁻¹	1500
Направление вращения	Левое
Число двойных ходов вала в 1 мин	30...45/50
Активная длина якоря, мм	37,2
Наружный диаметр якоря, мм	38,9
Число пазов якоря	11
Шаг по пазам якоря	5
Диаметр провода обмотки якоря, мм	0,5
Число витков секции (обмотки) якоря	28
Масса, кг	1,3

24.1 Краткие теоретические сведения

Для привода в действие отопительных и вентиляционных установок, стекло- и фароочистителей, стеклоподъемников и другого вспомогательного оборудования в автомобилях используется электропривод. Электропривод со-

стоит из управляемого электродвигателя, системы передачи механической энергии потребителю и системы управления. Довольно часто электродвигатель объединяют с системой передачи энергии и частично с системой управления и защиты. Электродвигатель, объединенный с редуктором, образует моторредуктор.

На автомобили устанавливаются коллекторные электродвигатели постоянного тока мощностью, выбираемой из ряда 6, 10, 16, 25, 40, 60, 90, 120, 150, 180, 250 Вт, и частотой вращения, соответствующей ряду 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 8000, 9000 и 10000 мин⁻¹.

Устройство электродвигателей, используемых в приводе вспомогательного электрооборудования автомобилей.

Двигатели с электромагнитным возбуждением имеют параллельное, последовательное и смешанное возбуждение. Регулирование их частоты вращения может осуществляться введением резистора в цепь возбуждения или якоря, переключением в цепи обмотки возбуждения. Реверсивные двигатели снабжены двумя обмотками возбуждения. Электродвигатели малой мощности (до 60 Вт) выполняются двухполюсными, пакеты статора и якоря набираются из стальных пластин.

Применение постоянных магнитов упрощает конструкцию электродвигателя. В автомобильных электродвигателях используются магниты из гексаферрита бария изотропные 6БИ240, М6БИ230Ж и анизотропные 24БЛ210, 18БА220 и 14БЛ255. Последние три цифры в наименовании магнита указывают на величину его коэрцитивной силы по намагниченности в килоамперах.

Коллекторы выполняются штамповкой из медной ленты или трубы с продольными пазами на внутренней поверхности и спрессовываются пластмассой.

В электродвигателях применяются щетки марок М1, 96, 960, Э1/51. В двухскоростных электродвигателях между двумя основными щеткам устанавливается третья. Частота вращения электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов зависит от числа рабочих проводников обмотки якоря, заключенных между щетками. При подаче питания на третью щетку число таких проводников уменьшается и частота вращения растет.

Коэффициент полезного действия электродвигателей зависит от их мощности, но обычно не превышает 60 %.

Технические данные некоторых типов электродвигателей с электромагнитным возбуждением приведены в таблице 24.1, а с возбуждением от постоянных магнитов – в таблицах 24.2 и 24.3.

Таблица 24.2 – Технические данные некоторых типов электродвигателей

Электродвигатель	Напряжение, В	Полезная мощность, Вт	Сила потребляемого тока, А	Частота вращения, мин ⁻¹	Масса, кг
1	2	3	4	5	6
<i>Параллельное возбуждение</i>					
МЭ7Г	12	10	3	2600	0,83
МЭ12	12	15	3,8	6500	1,3
МЭ22Л	12	120	28	3000	6,3



Окончание таблицы 24.2

1	2	3	4	5	6
<i>Последовательное возбуждение</i>					
МЭ106	12	40/16	11/6,5	3000/2000	3,5
МЭ201	12	11	3,5	5500	0,5
МЭ202Л	12	11	3,5	4500	0,5
МЭ211Б	12	25	5,3	3000	1,3
МЭ218В	12	25	5,3	3000	1,3
МЭ222	12	220	43	6500	5,0
МЭ226	12	40	7,5	3500	1,65
<i>Примечание – Дробью представлены параметры двухскоростного двигателя</i>					

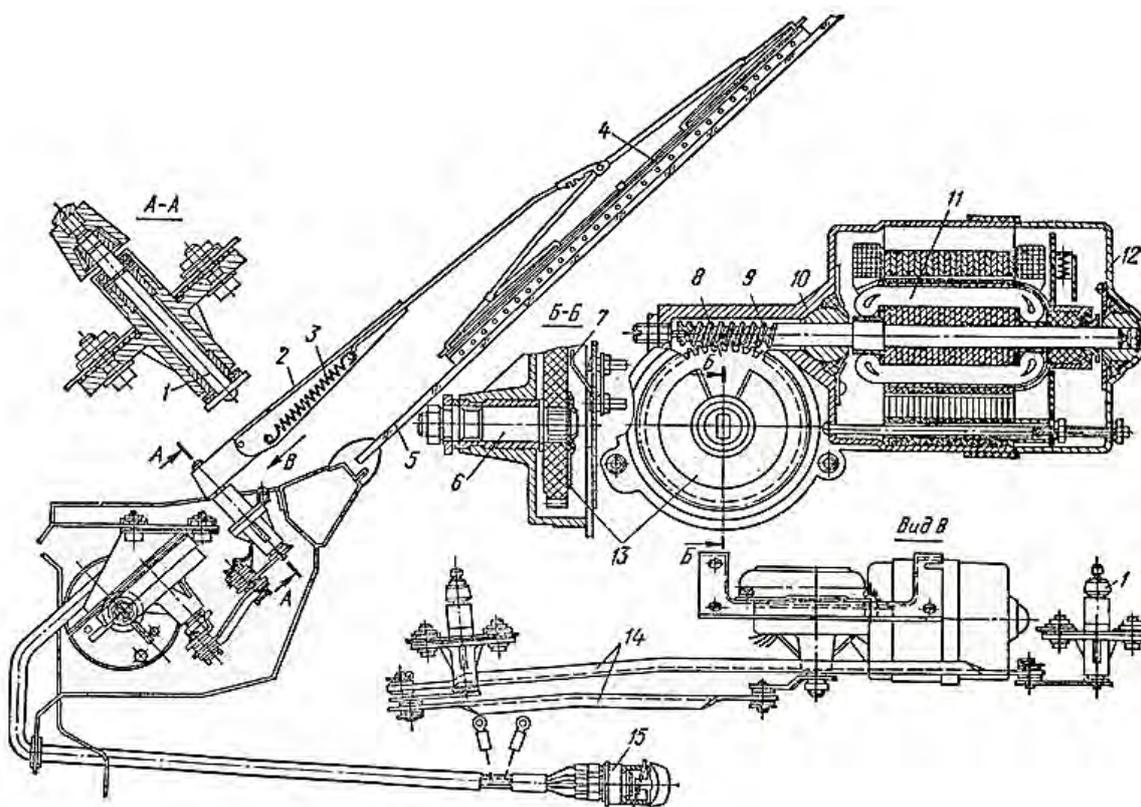
Таблица 24.3 – Технические данные некоторых типов электродвигателей с приводами

Электродвигатель	Привод	Напряжение, В	Полезная мощность, Вт	Частота вращения, мин ⁻¹	Масса, кг	
МЭ268	Омывателя	12	10	9000	0,14	
МЭ237Б	Стеклоочистителя	12	12	2000	0,9	
45.3730		12	90	4100	1,0	
МЭИ	Отопителя	12	6	3000	0,5	
МЭ236		12	25	3000	0,1	
МЭ255		12	20	3000	0,8	
19.3730		12	40	3000	1,3	
51.3730		12	90	3000	1,3	
49.3730		12	27	4500	0,68	
74.3730		12	11	5500	0,5	
9742.3730		12	90	3000	16	
68.3730		Вентилятора	12	110	2500	2,5
70.3730			12	110	2500	1,8
81.3730	12		6	3000	0,5	

Устройство и принцип работы стеклоочистителя. Стеклоочиститель предназначен для механической очистки лобового стекла (в некоторых моделях автомобилей и заднего) от атмосферных осадков и грязи. Устройство электрического стеклоочистителя представлено на рисунке 24.1.

Переключатель SA имеет три положения, соответствующие требованиям алгоритма работы стеклоочистителя. В положении I электропитание подается непосредственно на основные щетки электродвигателя, и он работает на низкой частоте вращения. Перевод переключателя в положение II подводит питание к третьей щетке электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов или через резистор Я к параллельной обмотке возбуждения двигателя со смешанным электромагнитным возбуждением. При этом двигатель переходит на высокую частоту вращения с повышенной интенсивностью очистки. Для остановки привода выключатель переводится в положение 0. Однако двигатель при этом сразу не останавливается и продолжает работать, получая питание через замыкающий контакт концевого выключателя SQ.





1 – оси; 2 – щеткодержатели; 3 – пружины; 4 – щетки; 5 – ветровое стекло; 6 – ось червячной шестерни; 7 – концевые выключатели; 8 – червячная шестерня; 9 – червяк; 10 – червячный редуктор; 11 – вал якоря; 12 – электродвигатель; 13 – фасонный диск; 14 – рычаги привода щеткодержателей; 15 – переключатель

Рисунок 24.1 – Устройство стеклоочистителя

В схеме на рисунке 24.2 после установки щеток в крайнее положение концевой выключатель срабатывает и замыкает замыкающий контакт, после этого электропитание двигателя прекращается и он ускоренно останавливается в режиме динамического торможения, т. к. его щетки оказываются соединены между собой накоротко. В схеме на рисунке 24.3 остановка двигателя происходит с соединением щеток через обмотки возбуждения. Биметаллический предохранитель FU защищает двигатель от перегрузки.

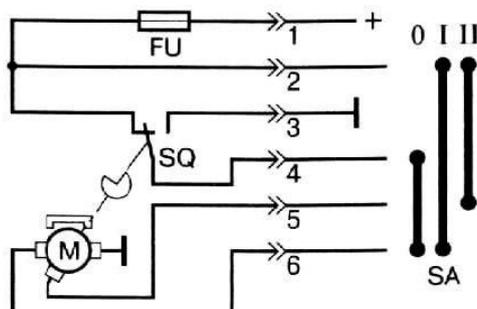


Рисунок 24.2 – Схема управления двухскоростным стеклоочистителем при использовании электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов

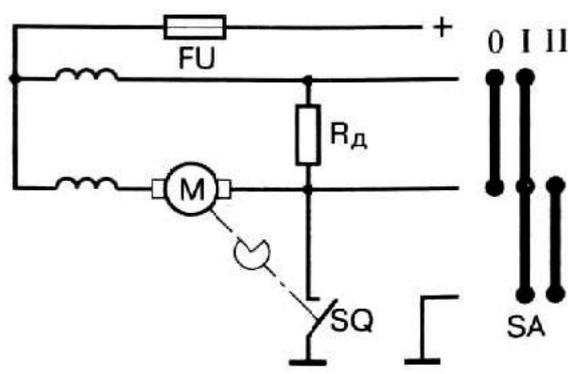


Рисунок 24.3 – Схема управления двухскоростным стеклоочистителем при использовании электродвигателя с электромагнитным возбуждением

Более полный алгоритм управления стеклоочистителем предполагает периодическое его включение через 2...7 с при совместном управлении стеклоомывателем. Периодичность включения обеспечивается использованием теплового или электронного реле.

24.2 Порядок выполнения работы

1 Внеаудиторная подготовка к работе в лаборатории.

1.1 Используя конспекты лекций, учебники и учебные пособия, методические рекомендации, а также доступный справочный материал:

- ознакомиться с назначением стеклоочистителя и принципом его работы;
- изучить устройство стеклоочистителя и назначение его узлов и элементов;
- ознакомиться с основными техническими характеристиками приводного электродвигателя;
- изучить технологию разборки и сборки стеклоочистителя.

1.2 В процессе предварительной подготовки к работе в лаборатории найти ответы на контрольные вопросы.

1.3 Подготовить таблицу оценки технического состояния узлов, стеклоочистителя по образцу, приведенному в руководстве по выполнению лабораторной работы.

2 Работа в лаборатории.

2.1 Получить у преподавателя или дежурного лаборанта набор инструментов, необходимых для разборки и сборки исследуемого стеклоочистителя.

2.2 Разобрать стеклоочиститель СЛ100 на три основные части: электродвигатель МЭ14А, червячный редуктор и привод (рычажный механизм). Для этого:

- накидным ключом № 10 отвернуть гайку крепления приводных рычагов, снять шайбы и отсоединить рычаги;
- предварительно зарисовав схему подключения проводов обмоток электродвигателя, с помощью отвертки и пассатижей отсоединить провода от корпуса редуктора;

– ключом № 8 отвернуть три гайки крепления электродвигателя к червячному редуктору и снять его (вместе с пластмассовой втулкой).

2.3 Оценить техническое состояние элементов рычажного механизма. Для этого:

- проверить на легкость хода подвижные соединения кривошипного механизма, рычагов и тяг;
- отвернуть ключом № 10 наконечник (для крепления щетки) на оси рычага и снять втулку;
- отвернуть ключом № 22 гайку крепления оси рычага и снять уравниватель с прокладкой;
- с помощью пассатижей или отвертки вынуть скобу и снять с оси штуцер и шайбы;
- осмотреть ось рычага, штуцер и уравниватель;
- произвести сборку в порядке, обратном разборке.

2.4 Оценить техническое состояние червячного редуктора. Для этого:

- отверткой отвернуть три винта и снять крышку редуктора;
- вынуть ось с шестерней редуктора;
- осмотреть червяк, шестерню редуктора и контактную пластину концевого выключателя на ее внутренней стороне;
- осмотреть крышку редуктора и разобраться, для чего второй контакт концевого выключателя выполнен подвижным;
- с помощью омметра проверить биметаллический предохранитель.
- произвести сборку червячного редуктора.

2.5 Оценить техническое состояние электродвигателя. Для этого:

- ключом № 6 отвернуть две гайки стяжных шпилек и отсоединить крышку с держателями щеток от крышки с полюсами (полюсными наконечниками с обмотками), вынув при этом щетки из щеткодержателей;
- вынуть из крышки якорь (при значительном усилии можно воспользоваться пассатижами);

– 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 электродвигателя;

– проверить состояние коллектора. Рабочая поверхность коллектора должна быть гладкой (без следов износа) и не должна иметь следов почернения, вызываемого искрением и механическим износом щеток. *Загрязненную, окисленную или подгоревшую поверхность коллектора протирают чистой ветошью, смоченной бензином, или зачищают мелкозернистой шлифовальной шкуркой;*

– проверить качество пайки выводов секций обмотки якоря в гребешки коллектора. *При необходимости соединения пропаивают паяльником мощностью не менее 40 Вт;*

– проверить состояние вала якоря. На поверхности вала не должно быть задиров, забоин и износа;



- проверить обмотки статора на обрыв, для чего измерить их сопротивление омметром в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 24.3. По результатам измерений зарисовать эту схему с цветовым обозначением проводов;
- 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 электродвигатель (корпус) выбраковывается и заменяется новым;
- проверить легкость перемещения щеток в щеткодержателях и усилие пружин. Перемещение должно быть свободным, без заеданий;
- в случае слабого усилия щеточной пружины ее необходимо заменить;
- проверить состояние щеток, обратив внимание на степень их износа и качество поверхности. Если щетки изношены, то они заменяются новыми;
- произвести сборку электродвигателя (сбрав вместе крышки и затянув гайки стяжных шпилек, нужно проверить, что якорь свободно вращается; в противном случае процесс разборки и сборки следует повторить, устранив неполадку).

2.6 Результаты оценки технического состояния узлов и элементов электропривода (электродвигателя, червячного редуктора, рычажного механизма) занести в таблицу 24.4 (согласно приведенному образцу) и сделать заключение.

Таблица 24.4 – Результаты оценки технического состояния узлов и элементов электропривода

Наименование	Описание технического состояния узла или элемента	Заключение
Электродвигатель	Коллектор: рабочая поверхность ровная, но имеет следы черного налета	Пригоден к дальнейшей эксплуатации после проведения технического обслуживания
Червячный редуктор		
Рычажный механизм		
<i>Примечание</i> – Из ремонтных работ по стеклоочистителю обычно допускается только замена шестерни редуктора, зачистка коллектора и регулировка концевого выключателя		

2.7 Собрать стеклоочиститель, обратив внимание на приведенные рекомендации.

Перед соединением редуктора и электродвигателя необходимо соответствующим образом выставить пазы переходной втулки на валу двигателя и пазы червячного вала редуктора.

При подсоединении проводов к контактным площадкам следует воспользоваться предварительно зарисованной схемой соединений.

2.8 По результатам проделанной работы оформить отчет.



Содержание отчета

- 1 Название работы, цель и применяемое оборудование.
- 2 Необходимые краткие теоретические сведения.
- 3 СЭП для проведения эксперимента.
- 4 Таблицы результатов эксперимента.
- 5 Графики электромеханических и механических характеристик.
- 6 Выводы.

Контрольные вопросы

- 1 Каково назначение электропривода?
- 2 Как устроен электродвигатель?
- 3 По каким конструктивным характеристикам различают электродвигатели?
- 4 Каково назначение полюсов статора, якоря, коллектора, щеток и какую функцию этот узел (элемент) электродвигателя выполняет?
- 5 Как работает электродвигатель постоянного тока?
- 6 Каковы основные характеристики электродвигателей, которые используются в приводе вспомогательного электрооборудования автомобилей?
- 7 Какие факторы обуславливают выбор электродвигателя для конкретного привода?
- 8 Каково назначение червячного редуктора, кривошипного механизма, тяги и какую функцию этот узел (элемент) привода выполняет?

Список литературы

- 1 Автомобили: учебник / А. В. Богатырев [и др.]; под ред. А. В. Богатырева. – 3-е изд., стер. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 655 с.
- 2 **Кутьков, Г. М.** Тракторы и автомобили: теория и технологические свойства: учебник / Г. М. Кутьков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: ИНФРА-М, 2014. – 506 с.
- 3 **Набоких, В. А.** Диагностика электрооборудования автомобилей и тракторов : учебное пособие / В. А. Набоких. – 2-е изд. – Москва: ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2015. – 288 с.
- 4 **Набоких, В. А.** Датчики автомобильных электронных систем управления и диагностического оборудования : учебное пособие / В. А. Набоких. – Москва: ФОРУМ ; ИНФРА-М, 2016. – 240 с.
- 5 **Набоких, В. А.** Испытания электрооборудования автомобилей и тракторов : учебник / В. А. Набоких. – Москва: Академия, 2003. – 253 с.
- 6 **Набоких, В. А.** Эксплуатация и ремонт электрооборудования автомобилей и тракторов : учебник для вузов / В. А. Набоких. – 3-е изд., стер. – Москва: Академия, 2006. – 240 с.
- 7 **Соснин, Д. А.** Новейшие автомобильные электронные системы : учебное пособие / Д. А. Соснин. – Москва: СОЛОН-Пресс, 2005. – 240 с. : ил.



8 **Набоких, В. А.** Аппараты систем зажигания: справочник / В. А. Набоких. – Москва: Академия, 2009. – 320 с.

9 **Ходасевич, А. Г.** Справочник по устройству, применению и ремонту электронных приборов автомобилей / А. Г. Ходасевич, Т. И. Ходасевич. – Москва: АНТЕЛКОМ, 2007. – Ч. 1, 3–5.

