

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ

**ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

"Электрооборудование автомобилей"

для студентов специальности 1 - 37 01 06

"Техническая эксплуатация автомобилей"

заочной формы обучения

УДК 621.317--

Методические указания и задания на выполнение контрольной работы по дисциплине "Электрооборудование автомобилей" для студентов спец. 1 - 37 01 06 "Техническая эксплуатация автомобилей" заочной формы обучения составлены в соответствии с учебными планом и программой.

Составители: И.М. Панасюк, ст. преподаватель,
А.И. Пекун, ст. преподаватель

Рецензент: Ю.С. Ольшевский, начальник диагностической станции автомобилей № 093
ОАО "Брестоблавтотранс"

Учреждение образования
Брестского государственного технического университета
© «Брестский государственный технический университет», 2013

Оглавление

	стр.
Введение.....	4
1. Общие указания и требования к оформлению контрольной работы (КР)	4
2. Методические указания к выполнению КР	5
3. Основные теоретические сведения и методические рекомендации к выполнению КР....	6
3.1. Расчет системы электростартерного пуска ДВС	6
3.2. Расчет параметров батарейной СЗ	9
3.3. Расчет параметров ГУ	15
3.4. Принципиальная электрическая схема системы электрооборудования (согласно шифру задания), описание ее работы, возможные неисправности и способы их устранения	16
Информационно-методическое обеспечение	16
Приложения	17
Таблица 1. Исходные данные вариантов заданий на выполнение КР.....	17
Таблица 2. Минимальные пусковые частоты вращения коленчатого вала бензиновых ДВС.....	20
Таблица 3. Значения среднемесячной январской температуры для различных климатов	20
Таблица 4. Основные технические характеристики некоторых электростартеров	20
Таблица 5. Классификация и свойства некоторых моторных масел для бензиновых ДВС	22
Таблица 6. Технические характеристики стартерных свинцово-кислотных АБ.....	23
Таблица 7. Расчетные величины шунтирующего сопротивления $R_{ш}$	23
Таблица 8. Значения допустимой силы тока разрыва	23
Таблица 9. Основные параметры некоторых КЗ	24
Таблица 10. Технические характеристики основных потребителей электро- энергии в системе электрооборудования автотранспортных средств	25
Таблица 11. Оптимальные значения силы тока ГУ при различных нагрузках.....	25
Таблица 12. Технические характеристики некоторых генераторов переменного тока.....	26
Таблица 13. Условные графические изображения электротехнических элементов и устройств согласно ГОСТ ЕСКД	27

Введение

В данных методических указаниях (МУ) приведены задания, указания и рекомендации для выполнения контрольной работы по дисциплине «Электрооборудование автомобилей», включающей следующие основные разделы:

- Система электроснабжения.
- Система пуска.
- Система зажигания.
- Система освещения и сигнализации.
- Система информации.
- Системы автоматического управления.
- Вспомогательное электрооборудование и коммутационная аппаратура.

Вышеперечисленные программные теоретические разделы являются базовыми для выполнения контрольных и лабораторных работ, а также для сдачи экзамена.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных при изучении следующих дисциплин: "Физика", "Высшая математика", "Электротехника и основы электроники". Содержание курса согласуется с материалом, осваиваемым студентами в рамках дисциплин: "Техническая эксплуатация автомобилей", "Технология производства и ремонта автомобилей".

Во время установочной сессии предусматривается проведение обзорных лекций (Л). В промежутке между установочной и экзаменационной сессиями студенты выполняют домашнюю контрольную работу (КР).

В период экзаменационной сессии выполняются лабораторные работы (ЛР) и проводятся практические занятия (ПЗ). Защита отчета по ЛР производится путем индивидуального собеседования студента с преподавателем на последующих ЛР и ПЗ.

Если студент выполнил все ЛР, оформил по ним отчеты, ответил на контрольные вопросы, а также если ему по результатам собеседования зачтена домашняя КР, он допускается к экзамену.

Экзамен проводится в письменной форме по билетам, каждый из которых содержит пять вопросов (четыре – теоретических, один - практический) и одну задачу.

1. Общие указания и требования к оформлению контрольной работы

При выполнении и оформлении задач необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- Прежде, чем приступить к выполнению задания, необходимо изучить теоретический материал соответствующего раздела дисциплины, рекомендуемый в методических указаниях (МУ) к заданию.
- После внимательного прочтения условия задачи следует записать исходные данные для своего варианта и приступить к выполнению задания в последовательности, указанной в МУ.
- КР выполняется на листах формата А4.
- Титульный лист оформляется в соответствии со стандартом университета.

- Текст решения разборчиво записывается на пронумерованных страницах с одной стороны листа. Обратные стороны предназначены для исправлений допущенных ошибок. Для замечаний преподавателя на каждой странице необходимо оставлять справа поле шириной 3 см.

- В решениях, где это требуется, необходимо приводить чертежи, графики, диаграммы и схемы, выполненные чертежными инструментами в соответствии с ГОСТ ЕСКД.

- Описания систем, устройств и аппаратов следует сопровождать ссылками на используемую литературу.

- При выполнении расчетов сначала записывается исходная формула, затем в нее подставляются значения входящих величин и приводится конечный результат. Вывод формул, имеющихся в используемой литературе, приводить не следует. Не следует также загромождать решение приведением всех алгебраических преобразований. В случае выполнения математических расчетов на персональном компьютере (ПК), в приложениях к заданию следует привести распечатку машинного решения задачи.

- Все результаты вычислений должны быть записаны с точностью до четырех значащих цифр и указанием единицы измерения величины.

- На последней странице указывается список использованной в работе литературы, ставится дата окончания работы и подпись.

- *КР* рекомендуется высылать на проверку и рецензирование не позднее начала экзаменационной сессии.

- *КР* выполненная в полном объеме и правильно (без замечаний рецензента) считается допущенной к защите.

- На повторную рецензию недопущенные к защите *КР* принимаются только при наличии предыдущей рецензии и первоначального варианта работы (с замечаниями рецензента).

- Защита *КР* осуществляется путем личного собеседования студента с преподавателем.

2. Методические указания к выполнению КР

КР должна содержать:

2.1. Исходные данные на расчет в соответствии с выданным шифром индивидуального задания на выполнение *КР*. Шифр задания состоит из набора цифр и букв. Цифры в начале шифра указывают номер варианта задания на *КР*. Следующая за цифрами буква указывает на климатические условия эксплуатации автомобиля. Последняя буква шифра указывает на систему электрооборудования (Э – система электроснабжения, П – система пуска, З – система зажигания). Например шифру 06КП, соответствует 06 номер варианта задания на *КР*, К – континентальный климат, П – система пуска. Исходные данные варианта выбираются согласно шифру из табл. 1. Приложений.

2.2. Расчет системы электростартерного пуска двигателя внутреннего сгорания (ДВС).

- Расчет и выбор электростартера.

- Расчет и выбор стартерной аккумуляторной батареи (АБ).

2.3. Расчет параметров батарейной системы зажигания (СЗ).

- Определение параметров катушки зажигания (КЗ).

- Выбор КЗ.

2.4. Расчет параметров системы генераторной установки (ГУ).

- Выбор электропотребителей бортовой сети автомобиля и определение значения суммарного потребляемого тока.

- Расчет параметров и выбор ГУ.

- Проверка выбранной ГУ на энергообеспечение потребителей бортовой сети автомобиля.

2.5. Принципиальную электрическую схему системы электрооборудования (согласно шифру задания) и описание ее работы.

2.6. Список использованной в работе литературы.

3. Основные теоретические сведения и методические рекомендации к выполнению КР

При выполнении КР рекомендуется придерживаться требований и указаний, представленных в п.п. 1 и 2 данных МУ, а также используя материал, изложенный в п.3 и в литературе, предлагаемой к самостоятельному изучению.

3.1. Расчет системы электростартерного пуска ДВС.

- Расчет и выбор электростартера.

Пуск ДВС – один из основных этапов подготовки его к принятию нагрузки. Во время этого этапа ДВС из состояния покоя при помощи пускового устройства (ПУ) переходит на устойчивый режим самостоятельной работы. Причем устойчивая работа ДВС возможна только при относительно высокой частоте вращения коленчатого вала, которую должно обеспечить ПУ и при которой качественно протекают процессы приготовления, воспламенения и сгорания топливовоздушной смеси.

Пусковые качества ДВС оцениваются минимальной пусковой частотой вращения и средним моментом сопротивления. Пусковая мощность $P_{п.д.}$ (в Вт) равна:

$$P_{п.д.} = \frac{M_c \cdot \pi \cdot n_{min}}{30}, \quad (1)$$

где n_{min} – минимальная пусковая частота вращения коленчатого вала ДВС (в об/мин), которая зависит от предельно низкой пусковой температуры и определяется по табл. 2. Приложений и климатическим условиям эксплуатации (среднемесячной январской температуре из табл. 3. Приложений);

M_c – момент сопротивления, соответствующий минимальной пусковой частоте вращения (в Н·м).

Момент сопротивления при электростартерном пуске ДВС характеризуется высокой неравномерностью вращения коленчатого вала. Коэффициент неравномерности зависит от средней частоты вращения коленвала, типа ДВС и числа цилиндров, поэтому момент сопротивления пуску M_c (в Н·м) рассчитывается по эмпирической формуле:

$$M_c = 390 \cdot V_h \cdot \left[\varepsilon + 6\sqrt{\delta_n} + k_m \cdot \left(1 + \frac{\delta_n^2}{8} \right) \sqrt{\nu \cdot \frac{\pi \cdot n_{pp}}{30}} \right], \quad (2)$$

где V_h – рабочий объем цилиндров ДВС (в м³);

ε – степень сжатия;

δ_n – коэффициент неравномерности вращения коленчатого вала, определяется из графика зависимости (рис. 1.);

k_m – коэффициент, равный 3,8 для бензиновых и 2,8 – для дизельных ДВС;

$n_{пр}$ – средняя частота вращения коленчатого вала ДВС в режиме установившегося прокручивания, в момент пуска $n_{пр} = n_{min}$ (в об/мин);

ν – кинематическая вязкость масла (в Ст) в начале пуска холодного ДВС, значение которой выбирают из табл.5. Приложений, в соответствии с эксплуатационными характеристиками рассчитываемого ДВС.

Вязкость зависит от температуры, в диапазоне рабочих температур (обычно от минус 30°C до плюс 150°C) вязкость минеральных масел изменяется в десятки даже в сотни раз. Чем ниже температура, тем больше вязкость, и наоборот. Характер изменения вязкости выражается параболой. Такая зависимость неудобна для экстраполяции при расчете вязкости. Поэтому для определения ν (с достаточной точностью) табличное значение ν_{100} умножаем на температурный коэффициент $\mu = 0,5(t_{100} - t_{х.п.})$, где $t_{х.п.}$ – температура в начале пуска холодного ДВС (из табл. табл. 3. Приложений), $t_{100} = 100^\circ\text{C}$.

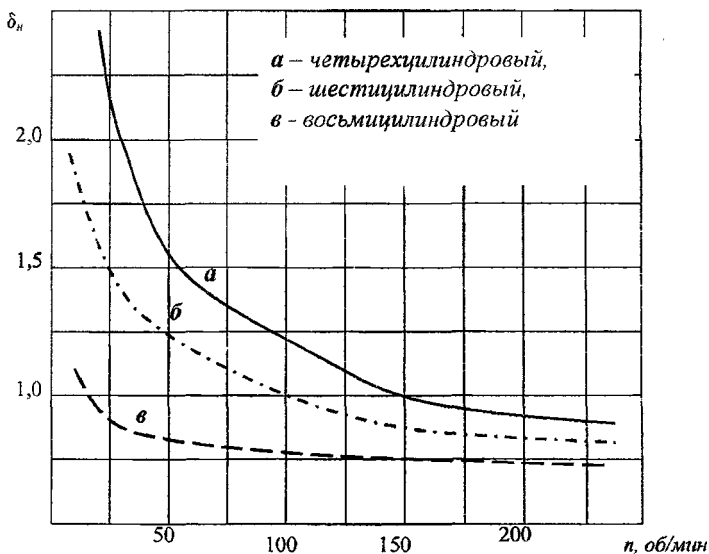


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента неравномерности вращения коленчатого вала ДВС от частоты вращения

Мощность пусковой системы $P_{п.с.}$ (в Вт) определяется по формуле:

$$P_{п.с.} = \frac{P_{н.д.}}{\eta_p}, \quad (3)$$

где η_p – к.п.д. зубчатой передачи от якоря стартера к коленчатому валу ДВС, принимаемый для корригированного эвольвентного зацепления равным 0,85.

Электрическая мощность, потребляемая электродвигателем стартера $P_{э.с.}$ (в Вт) рассчитывается по формуле:

$$P_{э.с.} = \frac{P_{п.с.}}{\eta_{с.д.}}, \quad (4)$$

где $\eta_{с.д.}$ – к.п.д. стартерного двигателя в режиме номинальной нагрузки, значения которого, как правило, изменяются от 0,4 у стартеров мощностью до 1 кВт и до 0,6 у стартеров мощностью до 10 кВт.

После определения расчетного значения электрической мощности электродвигателя стартера из табл. 4. Приложений выбирают стартер, позволяющий обеспечить успешный пуск ДВС данного автомобиля.

- Расчет и выбор стартерной АБ.

АБ на автотранспортном средстве служит для снабжения энергией электростартера при пуске ДВС, а также электроприемников бортовой сети при неработающем ДВС (неработающей ГУ) или для совместной работы с ГУ по обеспечению питания потребителей в случае, когда их мощность превышает мощность ГУ.

На автотранспортных средствах наибольшее применение получили свинцово-кислотные стартерные аккумуляторные батареи, способные отдавать большие токи разряда (в основном для питания стартера при пуске ДВС) при относительно малом падении напряжения на выводах АБ.

Основными параметрами свинцово-кислотных стартерных аккумуляторных батарей являются:

- Электродвижущая сила аккумулятора E_a (в В) – разность равновесных электрических потенциалов положительного и отрицательного электродов при разомкнутой внешней цепи.

- Внутреннее сопротивление R_0 (в Ом) – суммарное сопротивление условно сосредоточенных омических сопротивлений реальных резистивных масс (внутренних гальванических соединений, свинцового сплава электродных решеток, свинцовой активной массы отрицательных электродов, электролита, сепараторов, активной массы двуокиси свинца положительных электродов).

- Номинальное напряжение U_b (в В) – сумма напряжений всех последовательно соединенных аккумуляторов, составляющих АБ.

- Плотность электролита γ (в г/см³) – отношение массы серной кислоты к занимаемому ей объему.

- Нормированная емкость C_n (в А·ч) – количество электричества, отданное АБ в нагрузку при разряде неизменным током I_p в течение некоторого времени t_p . Обычно АБ паспортизируется по номинальной емкости, обозначаемой C_{20} .

АБ на автомобилях работают в двух режимах: стартерном (разряд) – при питании электростартера во время пуска ДВС и циклирования (разряд – заряд) – при работающей ГУ (разряд – на электрооборудование бортовой сети, заряд – от ГУ). Основным режимом работы АБ является стартерный разряд, обеспечивающий питание электростартера при пуске ДВС. В этом режиме АБ должна отдать ток силой $3+5 C_{20}$ (в А) в течение определенного времени практически без снижения напряжения на выводах ниже допустимой величины.

При расчете параметров АБ используют характеристики выбранного ранее стартера.

Номинальная расчетная емкость АБ определяется из следующего соотношения:

$$C_{20p} = \frac{P_{\max} \cdot L_{\text{отн.}}}{U_{\text{ном}}}, \quad (5)$$

где P_{\max} – максимальная расчетная мощность электростартерной ПУ (в кВт), значение которой в достаточном приближении можно считать равным $P_{3.c.}$;

$L_{\text{отн.}}$ – относительная энергия АБ (в Вт·ч/кВт), определяемая в зависимости от значения P_{\max} из графика зависимости рис.2;

$U_{\text{ном}}$ – номинальное напряжение АБ (в В).

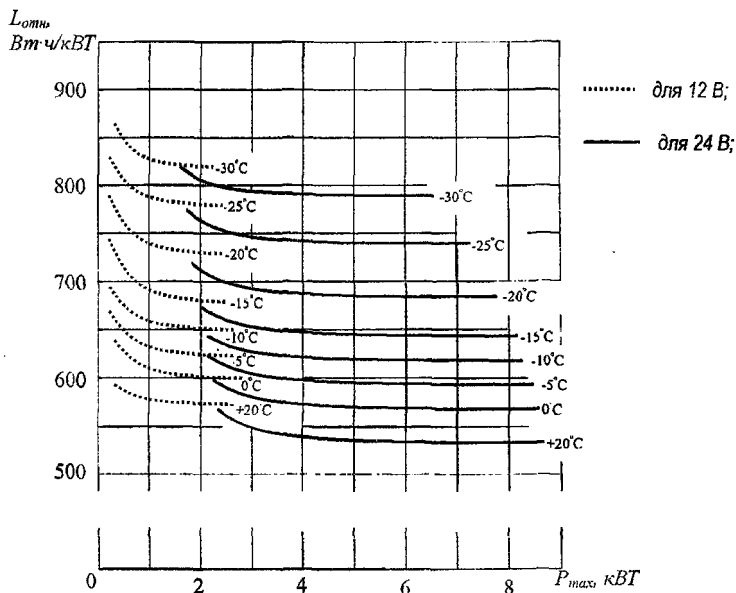


Рисунок 2 – Зависимость относительной энергии АБ от мощности электростартера

По определенной номинальной расчетной емкости и в соответствии с параметрами АБ, приведенными в табл.6. Приложений, выбирают батарею, предполагаемую к установке на данный автомобиль.

3.2. Расчет параметров батарейной СЗ.

СЗ предназначена для воспламенения топливной смеси при пуске и работе бензинового ДВС. Существует множество СЗ, различающихся по принципу действия (контактные, контактно-транзисторные, бесконтактные и т.д.), по виду разряда (искровые, электродуговые, поверхностного разряда и т.д.), по способу накопления энергии (с накоплением в индуктивности, с накоплением в емкости) и т.д. Наиболее распространенной СЗ, применяемой на автомобилях с бензиновыми ДВС, является батарейная СЗ с накоплением энергии в индуктивности и с электроискровым разрядом.

Батарейная СЗ состоит из следующих основных элементов (рис.3):

- источник тока (ИТ), функцию которого выполняет АБ или ГУ;

- выключатель цепи питания (*ВК*), функцию которого выполняет контакт выключателя зажигания;
- датчик-синхронизатор (*Д*), который механически связан с коленчатым валом двигателя и определяет его угловые положения;
- регулятор момента зажигания (*РМЗ*), который определяет момент подачи искры в зависимости от нагрузки или частоты вращения коленчатого вала;
- источник высокого напряжения (*ИВН*), содержащий накопитель (*Н*) энергии и преобразователь (*П*) низкого напряжения в высокое, функцию которого выполняет *КЗ*;
- силовое реле (*СР*), которое представляет собой электромеханический (контакты прерывателя) или электронный (мощный транзистор или тиристор) ключ, управляемый *РМЗ* и служащий для подключения (отключения) *ИТ* к накопителю *ИВН*, т.е. управляет процессами накопления и преобразования энергии;

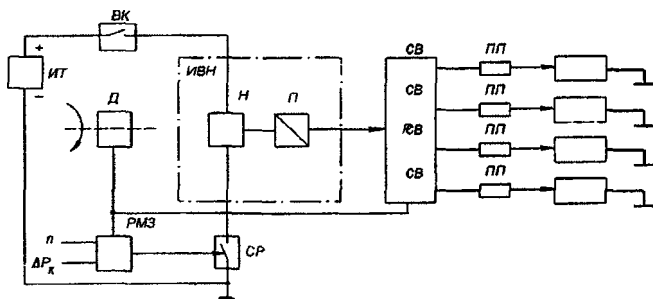


Рисунок 3 – Батарейная СЗ

- распределитель (*Р*) импульсов высокого напряжения, который распределяет высокое напряжение по соответствующим цилиндрам двигателя;
- элементы помехоподавления (*ПП*), функцию которых выполняют помехоподавительные резисторы, расположенные либо в *Р*, либо в наконечниках свечей зажигания *СВ*;
- свечи зажигания (*СВ*), служащие для образования искрового разряда и зажигания рабочей смеси в камере сгорания двигателя.

В настоящей работе требуется рассчитать параметры *ИВН*, которым в батарейной *СЗ* является *КЗ*.

КЗ представляет собой не только повышающий импульсный трансформатор (или автотрансформатор), но и индуктивный накопитель энергии. Основными требованиями, предъявляемыми к *КЗ*, являются: обеспечение высокого напряжения, достаточного для гарантированного пробоя искрового промежутка между электродами *СВ*; обеспечение искрового разряда в *СВ* необходимой энергией и длительностью; надежность, простота конструкции и низкая стоимость.

При работе батарейной *СЗ* происходят сложные электромагнитные и переходные процессы, вследствие чего найти точные аналитические выражения для расчета характеристик системы зажигания довольно затруднительно. Поэтому при выводе основных расчетных соотношений реальную электрическую схему *СЗ* представляют схемами замещения. При их составлении придерживаются следующих допущений:

- автотрансформаторную связь между первичной и вторичной обмотками *КЗ* не учитывают, а точнее, ее заменяют трансформаторной с коэффициентом связей, равным 1;

- параметры первичного и вторичного контуров принимают неизменными;
- распределенные емкости вторичной цепи C_3 (провода высокого напряжения, токоведущие детали распределителя, вторичной обмотки) заменяют одной сосредоточенной емкостью C_2 ;
- пренебрегают влиянием вихревых токов и утечками тока по изоляции;
- принимают, что коммутация первичной цепи K_3 происходит мгновенно и без потерь энергии.

Рабочий процесс C_3 можно разделить на три этапа:

- 1) замыкание первичной цепи K_3 и накопление энергии в магнитном поле;
- 2) прерывание первичной цепи K_3 и индуктирование высоковольтного вторичного напряжения;
- 3) преобразование энергии в искровой разряд между электродами CB .

Для расчета параметров K_3 удобно воспользоваться схемой замещения C_3 после прерывания первичной цепи K_3 (второй этап), представленной на рис. 4.

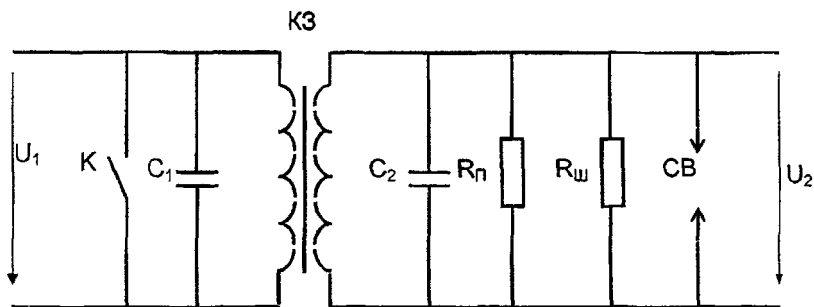


Рисунок 4 – Схема замещения батарейной C_3 (второй этап)

Расчет K_3 состоит в определении электромагнитных параметров (оптимальной индуктивности первичной обмотки, оптимального коэффициента трансформации, сопротивления первичной обмотки и добавочного сопротивления (вариатора), если таковое имеется), геометрии ее элементов, обмоточных данных, а также построении рабочей характеристики.

Расчет проводят следующим образом.

- Рассчитывают и строят зависимости $k_i = f(k_T)$ коэффициента тока k_i от коэффициента трансформации k_T (для различных значений индуктивностей L_1 первичной обмотки K_3) по формуле (значение арктангенса следует считать в радианах):

$$k_i = k_T \cdot k_M \sqrt{\frac{L_1}{C_3}} \exp \left[- \frac{\arctg \left(\sqrt{\frac{4 \cdot R_3^2 \cdot C_3}{L_1} - 1} \right)}{\sqrt{\frac{4 \cdot R_3^2 \cdot C_3}{L_1} - 1}} \right], \quad (6)$$

где k_M – коэффициент магнитной связи, принимаемый для K_3 с разомкнутым магнитопроводом, равным 0,85+0,9, с замкнутым - 0,9+0,95;

C_3 – суммарная эквивалентная емкость (в мкФ);

R_3 – эквивалентное сопротивление потерь C_3 , приведенное к первичной цепи (в Ом).

Поскольку индуктивность первичной обмотки КЗ для СЗ с индуктивным накоплением энергии составляет 6 ± 12 мГн, то расчет $k_1 = f(k_T)$ достаточно выполнить для 4-5 значений L_1 (например, 6, 8, 10, 12 мГн).

Суммарную эквивалентную емкость рассчитывают по формуле:

$$C_3 = C_1 + C_2 \cdot k_T^2, \quad (7)$$

где C_1 – первичная емкость, принимаемая в расчетах равной $0,2 \pm 0,35$ мкФ;

C_2 – вторичная емкость, состоящая из собственной емкости C_k вторичной обмотки КЗ и емкости $C_{ш}$, шунтирующей вторичный контур (в мкФ).

Если значение C_k неизвестно, то в расчетах его принимают равным 30 ± 50 пФ. Шунтирующая емкость $C_{ш}$ определяется емкостями элементов вторичной цепи (провод, распределитель, свеча), и в расчетах ее значение может быть принято равным:

- 35 пФ – для четырехцилиндрового ДВС;
- 50 пФ – для шестицилиндрового ДВС;
- 75 пФ – для восьмицилиндрового ДВС;
- 100 пФ – для двенадцатицилиндрового ДВС.

В случае экранированной СЗ значение $C_{ш}$ лежит в пределе 170 ± 220 пФ.

Эквивалентное сопротивление R_3 определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{R_n \cdot R_{ш}}{R_n + R_{ш}} \cdot \frac{1}{k_T^2}, \quad (8)$$

где R_n – сопротивление потерь (в Ом);

$R_{ш}$ – шунтирующее сопротивление (в Ом).

Значение R_n рассчитывается из эмпирической формулы:

$$R_n = 600 \cdot k_T^2. \quad (9)$$

Величину $R_{ш}$ можно взять из табл. 7. Приложений.

Значение k_T при расчете зависимости (8) вначале принимают равным минимально допустимому значению коэффициента трансформации k_{Tmin} , определяемому из формулы (12), а каждое последующее значение k_T увеличивают на 10% от предыдущего. Расчеты проводят до тех пор пока значение k_i не станет уменьшаться.

$$k_{Tmin} = \frac{U_2}{U_{1max}}, \quad (10)$$

где U_{1max} – максимально допустимое напряжение на первичной обмотке КЗ в момент прерывания ее цепи (в В), которое из условия работоспособности СЗ не должно превышать 300 ± 400 В;

U_2 – расчетное вторичное напряжение с учетом преодоления искрового зазора в распределителе (в кВ).

Напряжение во вторичной обмотке КЗ определяется из выражения:

$$U_2 = U_{пр} \cdot k_3 + 1,5, \quad (11)$$

где $U_{пр}$ – напряжение, необходимое для пробоя искрового промежутка СВ (в кВ);

k_3 – коэффициент запаса по напряжению, для батарейной СЗ принимают равным $1,4 \pm 1,6$;

1,5 – минимальное напряжение, необходимое для преодоления искрового промежутка (в кВ).

Для определения значения $U_{пр}$ используют зависимости величины этого параметра от частоты вращения коленчатого вала ДВС (рис.5) при минимальных и максимальных оборотах коленчатого вала.

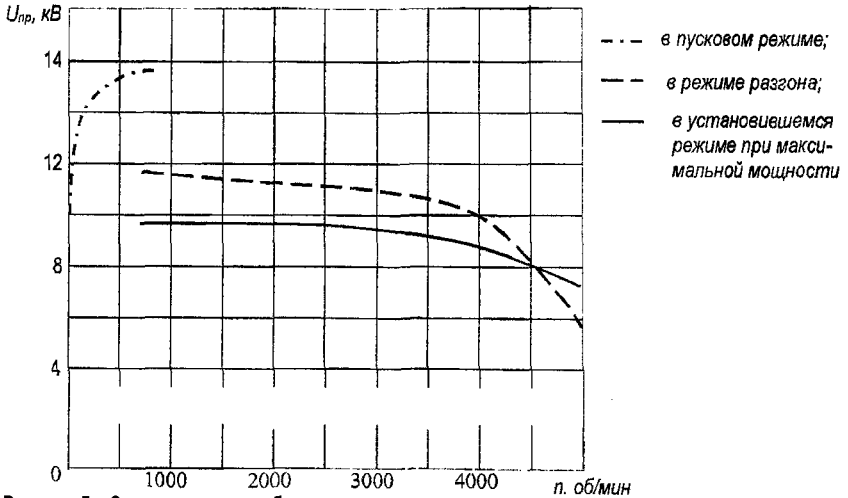


Рисунок 5 – Зависимость пробивного напряжения от частоты вращения коленвала ДВС

По результатам расчетов строят графики зависимости $k_i = f(k_T)$, общий вид которых представлен на рис.6, из которых видно, что для каждой индуктивности имеется максимальное значение коэффициента трансформации КЗ (точки a, b, c, d). Это позволяет установить зависимость $L_1 = f(k_T)$ при максимальном значении коэффициента тока.

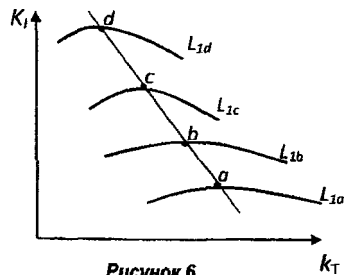


Рисунок 6

• В соответствии с линией $a - d$ (рис.6) строят график зависимости $L_1 = f(k_{T\text{опт}})$ (рис.7) и наносят на него ограничивающую линию $k_{T\text{min}}$.

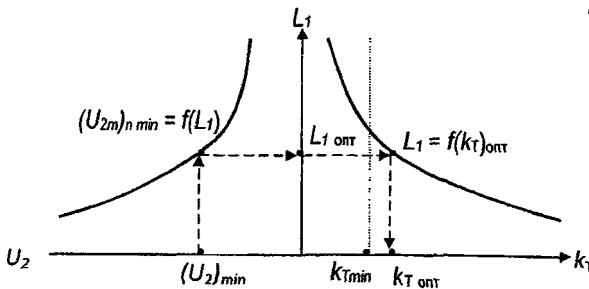


Рисунок 7

• Для нормальной работы СЗ необходимо, чтобы создаваемое КЗ напряжение U_{2m} на всем диапазоне скоростного режима соответствовало расчетному значению U_2 , т.е. $U_{2m} \approx U_2$.

• Постоянную времени для системы с активным и индуктивным сопротивлениями можно определить из условия бесперебойного искрообразования на максимальных частотах вращения коленчатого вала ДВС:

$$\tau_1 = \frac{t_3}{1 - \ln \left(\frac{U_{2\max} \cdot k_{\text{днmin}}}{U_{2\min}} \right)}, \quad (12)$$

где $U_{2\max}$ – необходимое напряжение на вторичной обмотке при максимальных оборотах ДВС (в В);

$U_{2\min}$ – необходимое напряжение на вторичной обмотке при минимальных оборотах ДВС (в В);

$k_{\text{днmin}}$ – коэффициент дуги, учитывающий снижение силы тока разрыва в результате потерь на искрообразование в контактах при минимальных оборотах ДВС, значение которого в расчетах обычно принимают равным $0,85 \pm 0,9$;

t_3 – время замкнутого состояния контактов, определяемое по формуле:

$$t_3 = \tau_3 \cdot T, \quad (13)$$

где τ_3 – относительное время замкнутого состояния контактов, равное $0,6 \pm 0,7$;

T – период работы прерывателя – распределителя, определяемый по формуле:

$$T = \frac{120}{z \cdot n_d}, \quad (14)$$

где z – число цилиндров ДВС;

n_d – частота вращения коленчатого вала ДВС (в об/с).

• По рассчитанной величине τ_1 определяют по формуле (17) ряд значений R_1 , соответствующих различным значениям L_1 , принятым при расчете k :

$$R_1 = \frac{L_1}{\tau_1}. \quad (15)$$

Силу тока разрыва I_p при n_{\min} можно определить по формуле:

$$I_p = \frac{U_6}{R_1} \left[1 - \exp \left(-\frac{R_1}{L_1} \cdot t_3 \right) \right] \cdot k_{\text{днmin}}, \quad (16)$$

где U_6 – номинальное напряжение АБ (в В).

С достаточной степенью точности значение I_p можно рассчитать, пренебрегая множителем $\left[1 - \exp \left(-\frac{R_1}{L_1} \cdot t_3 \right) \right]$, т.е. по формуле:

$$I_p = \frac{U_6}{R_1} \cdot k_{\text{днmin}} = U_6 \cdot \frac{\tau_1}{L_1} \cdot k_{\text{днmin}}. \quad (17)$$

• Умножая обе части равенства на k_1 , получают непосредственную зависимость между $(U_{2m})_{n \min}$ и L_1 :

$$(U_{2m})_{n \min} = U_6 \cdot \frac{\tau_1}{L_1} \cdot k_1 \cdot k_{\text{днmin}}. \quad (18)$$

После расчетов строят график зависимости $(U_{2m})_{n \min} = f(L_1)$, общий вид которой показан на рис.7 (левая часть).

Отложив по оси абсцисс значение $(U_{2m})_{n \min}$, равное расчетному, графически определяют L_1 и $(k_1)_{\text{отт}}$ (см. рис. 7). При найденных параметрах обеспечиваются необходимые величины и закон изменения U_{2m} при максимальном использовании КЗ.

• Значения R_1 и $I_{p \min}$, соответствующие найденным параметрам, определяют по формулам (17) и (19).

Полученное значение I_p (при $k_d = 1$) не должно превышать допустимой силы тока разрыва, приведенной в табл. 8. Приложений. Аналогично проводят проверку и для режима пуска.

Найденная величина R_1 является суммой сопротивлений первичной обмотки R_w в "горячем" состоянии и добавочного сопротивления R_d :

$$R_1 = R_w + R_d. \quad (19)$$

Во время пуска ДВС сопротивление R_d замкнuto, и к первичной обмотке приложено напряжение AB , которое в момент электростартерного пуска уменьшается до $0,67 \div 0,83 U_b$, т.е. пренебрегая нагревом обмотки при пуске, можно считать, что

$$U_{дп} = 0,75 U_b, \text{ тогда:} \quad R_w = \frac{2}{3} \cdot \frac{U_b}{I_{рп}} \cdot k_{дп} \text{ min.} \quad (20)$$

где $I_{рп}$ - сила тока в первичной обмотке КЗ в момент разрыва первичной цепи при пуске ДВС, значение которой в расчете можно принять равным $0,8I_p$ из табл. 8. Приложений.

Далее находят R_d по формуле:

$$R_d = R_1 - R_w = R_1 - R_w \cdot [1 - \alpha_m (\theta_p - 20^\circ \text{C})], \quad (21)$$

где θ_p - температура обмотки в рабочем режиме, принимаемая $100 \div 120^\circ \text{C}$;

α_m - температурный коэффициент сопротивления меди, равный приблизительно равный $4 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ \text{C}^{-1}$.

• По рассчитанным параметрам из табл. 9. Приложений выбирают стандартную КЗ.

3.3. Расчет параметров ГУ.

Система электроснабжения (СЭ) - это совокупность оборудования, обеспечивающая производство, распределение и передачу электрической энергии потребителям. Основное требование к СЭ - надежное обеспечение потребителей электрической энергией в различных условиях эксплуатации транспортного средства. На автомобилях применяют СЭ постоянного тока, в которых основным источником электрической энергии при работающем ДВС является механический генератор, обычно трехфазный синхронный генератор переменного тока с полупроводниковым выпрямителем и регулятором напряжения.

Проектирование автомобильных ГУ осуществляется с учетом отраслевых стандартов по расчету баланса электроэнергии автотранспортного средства. Особенности расчета автомобильных генераторов определены условиями работы, а именно - широким диапазоном изменения частоты вращения и нагрузки.

Упрощенный выбор ГУ можно выполнить на основе суммарной мощности (силе тока), потребляемой электроприемниками с учетом относительного времени их работы в бортовой сети автомобиля, который проводится в следующей последовательности:

• Пользуясь общей схемой электрооборудования и техническими характеристиками основных потребителей электроэнергии в системе электрооборудования автотранспортных средств (табл. 10. Приложений), составляют список (для удобства в виде таблицы) основных потребителей электроэнергии рассматриваемого автотранспортного средства.

• Определяют суммарную силу тока, потребляемую электроприемниками бортовой сети транспортного средства при передвижении в ночное время по городу:

$$I_{\pi} = \sum I_{пв} + \sum k_t \cdot I_{кв}, \quad (22)$$

где $I_{пв}$ - сила тока электроприемников, включенных постоянно ($k_t = 1,0$);

$I_{кв}$ - сила тока электроприемников, включенных кратковременно;

k_t - коэффициент относительной работы в ночное время, значение которого выбирается из табл. 10. Приложений.

- Определяют расчетную силу тока $I_{\text{ГУ}}$ по формуле:

$$I_{\text{ГУ}} = \frac{I_{\text{п}}}{1 - \text{ПР}}, \quad (23)$$

где ПР – относительное время разряда $АВ$, значение которого составляет $0,1 \div 0,15$ для легковых автомобилей и $0,15 \div 0,2$ – для автобусов и грузовых автомобилей.

- По величине расчетной силы тока $I_{\text{ГУ}}$ из табл. 12. Приложений выбирают генератор, в соответствии с рекомендуемой номинальной силой тока, приведенной в табл.11. Приложений.

- Выбранный генератор необходимо проверить на энергообеспечение потребителей бортовой сети автомобиля, т.е. убедиться в том, что $I_{\text{ГУ}}$ на частоте холостого хода ДВС обеспечивает бортовую сеть достаточной силой тока, которая должна быть не меньше $1,3 \cdot I_{\text{ГУ}}$.

3.4. Принципиальная электрическая схема системы электрооборудования (согласно шифру задания) и описание ее работы.

- Согласно ГОСТ ЕСКД и в соответствии с общей схемой электрооборудования заданного автомобиля, чертят принципиальную электрическую схему системы электрооборудования (согласно шифру задания).

- Описывают работу заданной системы электрооборудования на всех режимах ДВС в соответствии с приведенной принципиальной электрической схемой, указывая при этом пути протекания токов в цепи и последовательность срабатывания элементов системы.

- Приводят характерные неисправности рассматриваемой системы, методы обнаружения и способы их устранения. Данная информация может быть представлена в виде таблицы или алгоритма.

Информационно-методическое обеспечение

1. Акимов, С.В. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов / С.В. Акимов, Ю.П. Чижов. – М.: ЗАО КЖИ «За рулем», 2001.
2. Боровских, Ю.И. Стартерные аккумуляторные батареи / Ю.И. Боровских, А.К. Старостин, Ю.П. Чижов – М.: Фонд ЭГ, 1997.
3. Квайт, С.М. Пусковые качества и системы пуска автотракторных двигателей / С.М. Квайт, Я.А. Менделевич, Ю.П. Чижов. – М.: Машиностроение, 1990.
4. Опарин, И.М. Электронные системы зажигания / И.М. Опарин, Ю.А. Купеев, Е.А. Белов. – М.: Машиностроение, 1987.
5. Соснин, Д.А. Автотроника. Электрооборудование и системы бортовой автоматки современных легковых автомобилей: учебное пособие. – М.: СОПОН-Р, 2001.
6. Справочник по электрооборудованию автомобилей / С.В. Акимов, А.А. Здановский, А.М. Корец [и др.] – М.: Машиностроение, 1994.
7. Теория, конструкция и расчет автотракторного электрооборудования / Под ред. М.Н.Фесенко. – М.: Машиностроение, 1979.

Приложения

Таблица 1 – Исходные данные вариантов заданий на выполнение КР

№ Варианта	Марка автомобиля	Модель ДВС	Тип ДВС	Рабочий объем цилиндров, см ³	Максимальная мощность ДВС, кВт(л.с.)	Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности, об./мин.	Степень сжатия
1	2	3	4	5	6	7	8
01	АЗЛК – 2138 Москвич	408Э	Р4БК	1360	36,8(50)	4750	7,0
02	АЗЛК – 2140 Москвич 1,5	412Э	Р4БК	1478	55,2(75)	5800	8,8
03	АЗЛК – 2141 АЛЕКО	УЗАМ - 3313	Р4БК	1815	62,5(85)	5300	7,2
04	АЗЛК – 2142 Князь Владимир	УЗАМ - 3320	Р4БК	2000	73,9(100,5)	5500	9,0
05	АЗЛК – 2335 Пикап	УЗАМ - 3317	Р4БК	1699	62,5(85)	5300	8,5
06	Богдан 2110	ВАЗ - 21104	Р4БВ	1596	88,4(120)	5000	10,3
07	ВАЗ – 1117 ЛАДА Калина	ВАЗ - 11183	Р4БВ	1596	58,0(79)	5600	10,9
08	ВАЗ – 2101 Жигули	ВАЗ - 2101.	Р4БК	1198	42,7(58)	5600	8,5
09	ВАЗ – 21011 ЛАДА 1300	ВАЗ - 21011	Р4БК	1294	47,7(64,9)	5600	8,5
10	ВАЗ – 2103 LADA 1500	ВАЗ - 2103	Р4БК	1452	51,6(70,1)	5600	8,5
11	ВАЗ – 21044 LADA Nova	ВАЗ - 2107	Р4БВ	1690	58,1(79)	5200	8,5
12	ВАЗ -2106 LADA 1600	ВАЗ - 2106	Р4БК	1569	54,2(73,7)	5400	8,5
13	ВАЗ – 2108 Спутник	ВАЗ -2108	Р4БК	1288	46,6(63,4)	5600	9,9
14	ВАЗ – 21093 Samara	ВАЗ - 21083	Р4БК	1499	51,5(70)	5600	9,9

БИБЛИОТЕКА
 Брестского государственного университета

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
15	ВАЗ - 2121 ЛАДА НИВА	ВАЗ - 2121	Р4БК	1570	53,7(73)	5400	8,5
16	ВАЗ - 21236 Chevrolet Niva	ВАЗ - 2123	Р4БВ	1690	58,0(81)	5200	9,3
17	ВАЗ - 2170 ЛАДА ПРИОРА	ВАЗ - 21126	Р4БВ	1597	72,0(98)	5600	11,0
18	ВАЗ - 2190 ЛАДА ГРАНТА	ВАЗ - 21116	Р4БВ	1597	66,0(90)	5600	10,5
19	ГАЗ - 13 Чайка	ЗМЗ - 13	У8БК	5526	143,4(195)	4400	8,5
20	ГАЗ - 24 Волга	ЗМЗ - 24Д	Р4БК	2445	51,5(70)	4000	6,6
21	ГАЗ-51А	ГАЗ-51	Р6БК	3480	82,6(80)	3600	5,6
22	ГАЗ - 53	ЗМЗ - 53	У8БК	4250	84,6(115)	3200	6,7
23	ГАЗ - 66	ЗМЗ - 513	У8БК	4250	92,0(125)	3400	7,6
24	ГАЗ - 31029 Волга	ЗМЗ - 402.10	Р4БК	2445	73,5(100)	4500	8,2
25	ГАЗ - 3106 Атаман	ЗМЗ - 4054.10	Р4БВ	2500	143,4(195)	4500	7,4
26	ГАЗ - 3110 Волга	ЗМЗ - 4062.10	Р4БИ	2280	106,6(145)	4500	9,3
27	ГАЗ - 31105 Волга	ЗМЗ - 40525	Р4БВ	2464	95,5(130)	4000	9,4
28	ГАЗ - 3302 Газель	ЗМЗ - 4063.10	Р4БК	2280	80,9(110)	4500	9,3
29	ГАЗ - 3307	ЗМЗ - 511.10	У8БК	4250	92(125)	3300	7,6
30	ГАЗ - 3308 Садко	ЗМЗ - 5231.10	У8БК	4670	91,2(124)	3400	7,6
31	ЗАЗ - 968М Запорожец	МеМЗ - 968	Р4БК	1197	30,2(41)	4400	7,2
32	ЗАЗ - 1102 Таврия	МеМЗ - 245.1	Р4БК	1091	36,0(49)	5400	7,9

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
33	ЗАЗ – 1103 Славута	МеМЗ – 301.1	Р4БК	1299	46,3(63)	5500	9,5
34	ЗАЗ – 1105 Дана	МеМЗ – 245.7	Р4БК	1197	42,6(58)	5600	9,5
35	ЗАЗ Sens	МеМЗ - 307	Р4БВ	1299	51,5(70)	5500	9,8
36	ЗАЗ Lanos	МеМЗ - 317	Р4БВ	1386	56,6(77)	5800	9,8
37	Зил - 117	Зил-114	В8БК	6960	220,6(300)	4400	9,5
38	Зил - 130	Зил-130	В8БК	5966	110,3(150)	3500	6,5
39	Зил - 131	Зил-5081	В8БК	6000	110,0(150)	3200	7,1
40	Зил – 157	Зил – 157КД	Р6БК	5380	110,0(80,9)	2800	6,5
41	Зил - 4104	Зил - 4104	В8БК	7680	231,6(315)	4600	9,3
42	Зил - 4334	Зил – 509.10	В8БК	6000	110,0(150)	3200	8,0
43	Иж – 2125 Комби	УЗАМ - 412	Р4БК	1480	55,2(75)	5700	8,5
44	Иж – 2126 Ода	УМПО-331	Р4БК	1699	62,5(85)	5400	8,5
45	ЛуАЗ – 1302 Волынь	МеМЗ – 245.20	Р4БК	1091	37,5(51)	5400	9,5
46	ПАЗ - 3205	ЗМЗ – 5234.10	В8БК	4670	96,0(130)	3300	7,6
47	УАЗ - 452	УМЗ-451	Р4БК	2445	55,1(75)	4000	6,7
48	УАЗ – 3159 Барс	ЗМЗ - 4091	Р4БК	2700	82,5(112)	4000	7,2
49	УАЗ – 315195 Хантер	УМЗ – 4213	Р4БВ	2890	84,6(115)	4000	8,2
50	Урал – 375Д	Зил - 375	В8БК	7000	132,4(180)	3200	6,5

Примечание: В обозначении типа ДВС приняты следующие сокращения:

- первая позиция – буква указывает на расположение цилиндров Р – рядное, V – образное;
- вторая позиция – цифра указывает на число цилиндров;
- третья позиция – две буквы указывают вид топлива Б – бензин и способ питания К – карбюраторный; В – впрысковый; И – инжекторный.

Таблица 2 – Минимальные пусковые частоты вращения коленчатого вала бензиновых ДВС

Условия пуска холодного ДВС	Температура пуска, °С	Минимальная пусковая частота вращения, об/мин		
		четырёхцилиндровые	шестицилиндровые	восьмицилиндровые
Без использования устройств облегчения пуска	-10	40	35	30
	-15	55	50	45
	-20	70	60	50
С использованием устройств облегчения пуска	-30	65	55	45
После предпускового подогрева	-40...-60	60	50	40

Примечание: Значения среднемесячной январской температуры для различных климатов приведены в табл.3

Таблица 3 – Значения среднемесячной январской температуры для различных климатов

Тип климата	А	С	У	К	Р	М
Значения среднемесячной январской температуры, °С	-50... -60	-33... -28	-8... -15	-15... -25	-25... -45	-15... -30

Примечание: А – арктический климат, С – субарктический климат, У – умеренноконтинентальный климат, К – континентальный климат, Р – резкоконтинентальный климат, М – муссонный.

Таблица 4 – Основные технические характеристики некоторых электростартеров

Тип электростартера	Номинальное напряжение, В	Номинальная мощность, кВт	Конструктивные особенности
1	2	3	4
СТ2-А	12	1,8	4ЭС(2+2)
СТ4-А1	12	0,59	4ЭС(3+1)
СТ103	24	5,2	4ЭП
СТ117-А	12	1,3	4ЭС(3+1)
СТ113	12	1,1	4ЭС(3+1)
СТ130-А1	12	1,1	4ЭП
СТ130-А3	12	1,8	4ЭС(2+2)
СТ142	24	8,3	4ЭП
СТ221	12	1,3	4ЭС(2+2)
СТ230-А1	12	1,5	4ЭП

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
СТ230-Е	12	1,52	4ЭП
СТ230-И	12	1,6	4ЭП
СТ368	12	0,87	4ЭС(3+1)
СТ402	24	1,21	4ЭП
СТ402-А	24	1,1	4ЭП
25.3708	24	8,2	4ЭП
26.3708	12	1,13	4ЭС(3+1)
29.3708	12	1,3	4ЭС(3+1)
30.3708	24	7,7	4ЭП
40.3708	12	1,13	4ЭС(3+1)
42.3708	12	1,65	4ЭП
57.3708	12	1,55	4М
421.3708	12	1,65	4ЭП
5732.3708	12	1,7	4М
6002.3708	12	2,0	4М
6012.3708	12	2,0	4ЭС(2+2)
7102.3708	12	0,9	6М

Примечание: В конструктивных особенностях приняты следующие сокращения:

первая цифра (4 или 6) – количество полюсов электродвигателя;

– ЭС – с электромагнитным смешанным возбуждением, (2+2) – с 2 последовательными и 2 параллельными обмотками, (3+1) – с 3 последовательными и 1 параллельной обмотками;

– ЭП – с электромагнитным последовательным возбуждением;

– М – с возбуждением от постоянных магнитов.

Таблица 5 – Классификация и свойства некоторых моторных масел для бензиновых ДВС

Марка масла по ГОСТ 17479.1-85	Класс вязкости по SAE	Вязкость кинематическая при температуре +100°С, ν_{100} , мм ² /с	Рекомендуемая область применения
M-8A	20	7,5+8,5	Нефорсированные карбюраторные и дизельные ДВС
M-8B1	20	7,5+8,5	Малофорсированные карбюраторные ДВС, работающие в условиях, способствующих окислению масла и образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
M-8B1	30	7,5+8,5	Среднефорсированные бензиновые ДВС, работающие в условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений
M-8B	20	9,5+10,5	Среднефорсированные бензиновые и дизельные двигатели, работающие в условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению
M-8Г1	20	7,5+8,5	Высокофорсированные карбюраторные ДВС, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла и образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
M-12Г1	30	11,5+12,5	Высокофорсированные карбюраторные ДВС, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла и образованию высокотемпературных отложений и коррозии подшипников
M-6з/10B	15W30	9,5+10,5	Среднефорсированные бензиновые и дизельные ДВС, предъявляющие повышенные требования к противокоррозионным, противоизносным свойствам масел и склонные к образованию высокотемпературных отложений
M-6з/10Г1	20W40	9,5+10,5	Высокофорсированные бензиновые ДВС, работающие в тяжелых эксплуатационных условиях, способствующих окислению масла и образованию всех видов отложений, коррозии и ржавлению
M-6з/12Г1	20W40	13,5+15,0	

Примечание: По вязкости масла подразделяются на три класса: летние, зимние, всесезонные. Всесезонные масла обозначаются дробью, в числителе указывается класс вязкости зимнего, а в знаменателе – летнего масла. Система обозначений моторных масел включает несколько знаков: букву М (моторное), цифру, характеризующую класс кинематической вязкости, и букву, обозначающую принадлежность к группе по эксплуатационным свойствам. Дробные цифры в числителе указывают класс вязкости масла при -18 °С, а в знаменателе – класс вязкости при 100 °С. Цифры у букв обозначают следующее: индекс "1" присваивают маслам для бензиновых двигателей, "2" – для дизельных. Универсальные масла, предназначенные для использования как в дизелях, так и в бензиновых двигателях одного уровня форсирования, индекса в обозначении не имеют. В необходимых случаях применяют дополнительные индексы: "рк" – рабоче-консервационные масла; "цп" – для циркуляционных и лубрикаторных смазочных систем; "з" – масло, содержащее загущающую присадку.

Таблица 6 – Технические характеристики стартерных свинцово-кислотных АБ

Тип АБ	Номинальная емкость АБ при 10-часовом режиме разряда, А·ч	Сила тока, А		
		при 20-часовом режиме разряда	при 10-часовом режиме разряда	при стартерном режиме
6СТ-45ЭМ	41	2,25	4,1	220
6СТ-55А3	50	2,75	5,0	255
6СТ-60М	54	3,0	5,4	180
6СТ-66А	60	3,3	6,0	300
6СТ-75ТРС	68	3,75	6,8	225
6СТ-77А	70	3,8	7,0	350
6СТ-88А	82	5,4	8,2	410
6СТ-90Э	81	4,5	8,1	270
6СТ-105М	95	5,25	9,5	315
6СТ-110А	100	9,4	10,0	470
6СТ-132ЭМ	120	6,6	12,0	396
6СТ-182ЭМ	165	7,2	16,5	546
6СТ-190ТР	170	9,5	17,0	570

Примечание: В маркировке АБ приняты следующие обозначения:

- 6 – количество последовательно соединенных аккумуляторов в батарее. При этом номинальное напряжение составляет 12 В (напряжение одного аккумулятора равно 2 В);
- СТ – стартерная батарея;
- 45, 55 и т.п. – числа, означающие номинальную емкость батареи при 20-часовом режиме разряда, А·ч;
- А – с общей крышкой;
- 3 – залитая и полностью заряженная (если ее нет – батарея сухозаряженная);
- Э, Т, П – материал моноблока, соответственно – эбонит, термoplast, пластмасса асфальтопечковая;
- Р, М, С – материал сепараторов, соответственно – мипор, мипласт, стекловолокно.

Таблица 7 – Расчетные величины шунтирующего сопротивления $R_{ш}$

Частота вращения ДВС, об/мин	Величина шунтирующего сопротивления, МОм	
	Неэкранированная СЗ	Экранированная СЗ
40 – 60	3,0	1,0
150 – 200	-	3,0
Разгон	3,0	1,0

Таблица 8 – Значения допустимой силы тока разрыва

Номинальное напряжение, В	Сила тока разрыва I_p , А	
	При пуске	В рабочем режиме
6	8,0	5,5
12	6,0	3,5
24	4,0	2,0

Таблица 9 – Основные параметры некоторых КЗ

Тип КЗ	Сопротивление первичной обмотки, Ом	Индуктивность первичной обмотки, мГн	Коэффициент трансформации	Сопротивление добавочного резистора, Ом	Конструктивные особенности
Б102	1,2+1,35	7,3+8,0	62	1,55+1,65	Р,М,А
Б114	0,36+0,38	3,5+3,7	228	0,52+0,58	Р,М,Т
Б114Б	0,37+0,41	2,9+3,4	227	1,0+1,04	Р,М,Т
Б115	1,3+2,0	9,0+9,5	68	1,0+1,1	Р,М,А
Б115В	1,5+1,7	7,3+7,6	88	0,9+1,0	Р,М,А
Б116	0,78+0,8	5,4+5,6	153	1,0+1,04	Р,М,А
Б117	3,07+3,23	11,4+11,92	72	-	Р,М,А
Б117А	3,1+3,4	10,0+11,0	76	-	Р,М,А
Б118	1,5+1,7	6,4+7,0	115	1,8+1,9	Р,М,А,Э
27.3705	0,4+0,5	3,7+3,8	82	-	Р,М,А
29.3705	0,45+0,55	4,1+4,4	90	-	Р,С,А
3009.3705	0,4+0,55	5,6+6,2	70	-	З,С,Т
3012.3705	0,33+0,37	2,1+2,6	85	-	З,С,Т
3022.3705	0,43+0,47	2,5+0,9	77	-	З,С,Т
3030.3705	0,33+0,36	2,7+3,3	84	-	З,С,Т
3112.3705	0,39+0,47	2,9+3,2	80	-	З,С,А
3122.3705	0,34+0,41	2,2+3,2	95	-	З,С,Т

Примечание: В конструктивных особенностях приняты следующие сокращения:

Р – разомкнутый магнитопровод;

З – замкнутый магнитопровод;

М – маслонаполненная;

С – “сухая”;

Э – экранированная;

А – автотрансформаторная схема соединения обмоток;

Т – трансформаторная схема соединения обмоток.

Таблица 10 – Технические характеристики основных потребителей электроэнергии в системе электрооборудования автотранспортных средств

Наименование	Количество, шт	Мощность одного потребителя, Вт	Потребляемая сила тока, А	Режим работы	Относительное время работы ночью	
					за городом	в городе
Фары: дальний свет	2	50+60	4+5	Длительный	0,95	0,3
	2	18+40	1,5+3,5	Длительный	0,05	0,5
Подфарники	2	8	0,5	Длительный	-	0,2
Задние фонари	2	8	0,5	Длительный	1,0	1,0
Габаритные фонари	4	5+8	0,4+0,5	Длительный	1,0	1,0
Освещение номерного знака	2	5+8	0, +0,5	Длительный	1,0	1,0
Сигналы торможения	2	18+28	1,5+2	Кратковременный	0,05	0,2
Указатели поворота	4-6	18+28	1,5+2	Повторно-кратковременный	0,1	0,2
Противотуманные фары	2	50	4	Длительный	0,15	0,05
Приборы освещения: салона маршрутоуказателей	-	200+3502	16,5+29	Длительный	0,7	1,0
	-	0+50	1,5+4	Длительный	1,0	1,0
Контрольные лампы	1-8	2+6	0,15+0,8	Кратковременный	0,05	0,05
Электродвигатели: стеклоочистителей	1-2	15+80	1,25+6,5	Длительный	0,25	0,25
	1	20+35	1,5+3	Кратковременный	0,1	0,1
	1-2	60+250	5+21	Длительный	1,0	1,0
	1	20+35	1,5+3	Кратковременный	0,05	0,05
Вентиляторы: кабины водителя	1	4+20	0,3+1,5	Длительный	0,5	0,5
	2-4	25+60	2+5	Длительный	1,0	1,0
Электропневматические клапаны дверей автобусов	2-3	15	1,25	Кратковременный	0,05	0,3
Электромагниты гидромеханической коробки передач	2	15	1,25	Повторно-кратковременный и длительный	1,0	1,0
Электробензонасос	1	75+120	6+10	Длительный	1,0	1,0
Магнитола	1	30+100	2,5+8,5	Длительный	1,0	0,6
Зажигание	-	5+60	1,5+5	Длительный	1,0	1,0
Блокировка замков	5	50+60	4+5	Кратковременный	0,05	0,3

Примечание: Значение потребляемой СЗ мощности (силы тока) для машин с контактной СЗ составляет 7+20 Вт (1,5+3,2 А), с контактно-транзисторной – 40+60 Вт (3,5+5 А), а с бесконтактной – 5+28 Вт (3,1+4,5 А).

Таблица 11 – Оптимальные значения силы тока ГУ при различных нагрузках

Суммарная сила тока приемников I_n , А	< 18	18+25	25+32	32+39	39+48	48+57	57+68
Оптимальное значение силы тока ГУ, А	28	35	45	55	65	75	90

Таблица 12 – Технические характеристики некоторых генераторов переменного тока

Тип генератора	Номинальная мощность $P_{ном}$, Вт	Номинальное напряжение $U_{ном}$, В	Номинальная сила тока $I_{ном}$, А	Начальная частота вращения n_0 , об/мин	Частота вращения в расчетном режиме $n_{р\text{и}}$, об/мин	Сила тока в расчетном режиме $I_{р\text{и}}$, А	Конструктивные особенности
Г221А	600	14	42	1150	2500	30	ЭС/У ₀
Г222	700	14	50	1250	2400	35	ЭС/У ₀
Г250	500	12	40	950	2100	28	ЭН/У
Г254	560	14	40	1100	2350	28	ЭН/2У
Г263Б	4200	28	150	1500	2500	80	ЭС/2У
Г266	840	14	60	1250	2750	40	ЭС/2У
Г273Б	780	28	28	1100	2200	20	ЭН/У ₀
Г286	1200	14	85	900	1700	63	ЭН/Δ
Г287	1100	14	80	750	2450	70	ЭН/2У
Г288	1100	28	40	1100	2600	40	ЭН/Δ
Г502А	420	14	30	1500	3200	20	ЭС/У
16.3701	900	14	65	1100	2500	45	ЭС/У
16.3771	800	14	57	1000	2050	40	ЭС/У
17.3701	500	14	40	1000	2000	24	ЭН/У
19.3701	1260	14	90	1050	2150	60	ЭС/2У
19.3771	940	14	67	800	2200	45	ЭС/2У
25.3771	1120	14	80	1100	2200	53	ЭС/У ₀
26.3771	940	14	67	800	2200	45	ЭС/У
29.3701	700	14	50	1250	2250	32	ЭС/У
32.3701	840	14	60	1050	2200	40	ЭС/2У
37.3701	770	14	55	1100	2000	35	ЭС/2У
38.3701	1330	14	95	900	1800	60	ЭН/У
45.3701	630	14	45	1100	2000	28	ЭС/У
58.3701	730	14	52	1400	2400	32	ЭС/У
63.3701	4200	28	150	1500	2500	150	ЭС/2У
65.3701	2500	28	90	1250	2400	60	ЭН/2У
66.3701	840	14	60	1150	2600	40	ЭН/2У
94.3701	1000	14	70	900	1800	40	ЭС/У ₀
583.3701	740	14	53	1400	2500	40	ЭС/2У
851.3701	1150	14	82	1200	3000	55	ЭС/2У ₀
955.3701	900	14	65	1050	2800	50	ИМ/5М
1702.3771	1260	28	45	1150	2100	30	ЭН/У
2022.3771	1260	14	90	1100	2400	60	ЭН/У ₀
9002.3701	2240	28	80	1350	2600	53	ЭН/2У

Примечание: В конструктивных особенностях приняты следующие сокращения:

ЭН – генератор с электромагнитным независимым возбуждением;

ЭС – генератор с электромагнитным самовозбуждением;

ИМ – индукторный с возбуждением от постоянных магнитов;

У – схема соединения обмоток статора – трехфазная "звезда";

2У – схема соединения обмоток статора – трехфазная "двойная звезда";

У₀ – схема соединения обмоток статора – трехфазная "звезда с нулем";

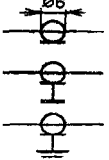
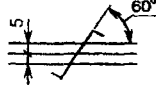
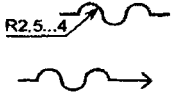
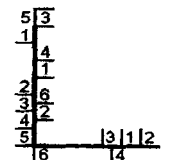
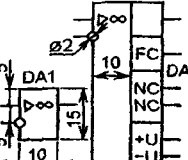
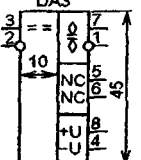
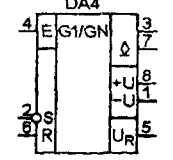
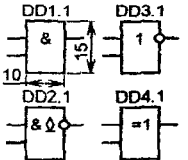
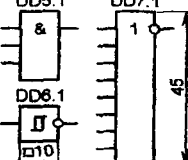
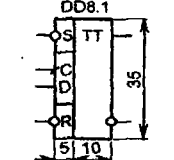
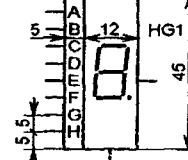
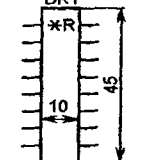
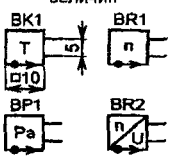
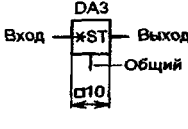
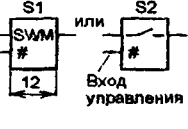

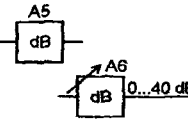
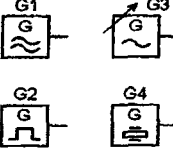
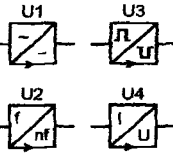


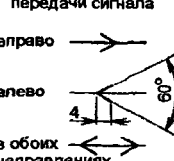
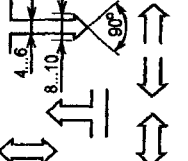
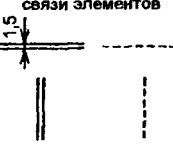
Δ – схема соединения обмоток статора – трехфазная "треугольник";

5М – схема соединения обмоток статора – пятифазная "многоугольник".

Таблица 13 – Условные графические изображения электротехнических элементов и устройств согласно ГОСТа ЕСКД.0

<p>Штексель и гнездо телефонные</p>	<p>Контакты разборного и неразборного соединений</p>	<p>Перемычка контактная</p>	<p>Реле электромагнитное</p>	<p>Реле поляризованное</p>	<p>Микрофон</p>
<p>Телефон (BF5 – головкой)</p>	<p>Головка громкоговорителя</p>	<p>Головка магнитная</p>	<p>Головки стереофонических электромагнитного и пьезоэлектрического звукоснимателей</p>	<p>Гидрофон (ультразвуковой передатчик-приемник)</p>	<p>Резонатор кварцевый, пьезокерамический</p>
<p>Приборы электроизмерительные</p>	<p>Коллекторный электродвигатель постоянного тока</p>	<p>Электродвигатель асинхронный</p>	<p>Элемент гальванический, аккумуляторный, батарея элементов</p>	<p>Лампы накаливания осветительная (EL1) и сигнальная (HL1, HL2)</p>	<p>Лампы тлеющего разряда и газоразрядная осветительная</p>
<p>Датчик Холла</p> <p>Токовые выводы</p>	<p>Антенны электрическая и магнитные</p>	<p>Соединение с общим проводом (корпусом), заземление</p>	<p>Ответвления линий электрической связи</p>	<p>Экранированные линии связи</p>	<p>Экран группы элементов</p>

Продолжение таблицы 13

<p>Кабель коаксиальный</p> 	<p>Линия электрической связи, выполненная скрученными проводами</p> 	<p>Линия электрической связи, выполненная гибким проводом</p> <p>$R2.5...4$</p> 	<p>Линия групповой связи</p> 	<p>Усилитель операционный</p> 	<p>Компаратор КР554СА3 DA3</p> 
<p>Таймер КР1006ВИ1 DA4</p> 	<p>Элементы логические</p> 	<p>Элементы логические</p> 	<p>D-триггер DD8.1</p> 	<p>Индикатор цифровой</p> 	<p>Набор резисторов DR1</p> 
<p>Датчики неэлектрических величин</p> 	<p>Микросхемный стабилизатор напряжения</p> 	<p>Коммутатор электронный</p> 	<p>Усилитель</p> 	<p>Аттенюаторы с постоянным и регулируемым затуханием</p> 	<p>Генератор</p> 
<p>Преобразователь</p> 	<p>ФНЧ (Z1), ФВЧ (Z2), полосовой (Z3) и режекторный (Z4) фильтры</p> 	<p>Линии задержки: общее обозначение (DT1), с сосредоточенными (DT2) и распределенными (DT3) параметрами</p> 	<p>Направление передачи сигнала</p> 	<p>Поток цифровых данных</p> 	<p>Линии механической связи элементов</p> 

Продолжение таблицы 13

<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор постоянный</p>	<p>Резистор переменный</p>	<p>Резистор переменный сдвоенный</p>	<p>Резистор переменный с замыкающим контактом</p>	<p>Резистор подстроечный</p>
<p>Резисторы нелинейные: терморезистор и варистор</p>	<p>Конденсатор постоянной емкости</p>	<p>Конденсаторы оксидные полярный и неполярный</p>	<p>Конденсатор подстроечный</p>	<p>Конденсатор переменной емкости (КПЕ)</p>	<p>Сдвоенный блок КПЕ</p>
<p>Конденсаторы проходной и опорный</p>	<p>Катушка индуктивности, дроссель (L3 — с отводами)</p>	<p>Катушка, дроссель с магнитопроводом (L7 — с медным)</p>	<p>Трансформатор с тремя обмотками и электроста- тическим экраном</p>	<p>Диод, диодный мост</p>	<p>Стабилитрон (VD8 — двуханодный)</p>
<p>Диод Шоттки (VD9), ограничительный (VD10), варикап (VD11)</p>	<p>Варикапная матрица</p>	<p>Динистор (VS1), трингистор (VS2, VS3), симистор (VS4)</p>	<p>Транзистор p-n-p</p>	<p>Транзистор n-p-n</p>	<p>Транзистор однопереходный</p>

Продолжение таблицы 13

<p>Транзистор полевой с р-каналом</p> <p>VT7 VT8</p>	<p>Транзистор полевой с изолированным затвором и р-каналом</p> <p>Вывод подложки VT9 VT10</p>	<p>Транзистор полевой с двумя изолированными затворами и п-каналом</p> <p>VT11</p>	<p>Фоторезистор</p> <p>R19 R20</p>	<p>Фото- и светодиод</p> <p>VD13 HL1 VD14 HL2</p>	<p>Фототранзистор</p> <p>VT12 VT13</p>
<p>Оптон резисторный</p> <p>R6 U1</p>	<p>Оптон диодный</p> <p>U2 U2.1 U2.2</p>	<p>Оптон тиристорный</p> <p>U3</p>	<p>Оптон транзисторный</p> <p>U4 U5</p>	<p>Триод</p> <p>R3.5 R2 VL1</p>	<p>Двойной триод</p> <p>VL2 VL3.2 VL3.1</p>
<p>Пентод</p> <p>R7</p>	<p>Контакт замыкающий (выключатель)</p> <p>SA1 SA2 SA3 SA4</p>	<p>Контакт размыкающий</p> <p>SA5 SA6 SA7 SA8</p>	<p>Контакт переключающий</p> <p>SA9 SA10 SA11 SA12</p>	<p>Геркон</p> <p>SF1 SF2 SF3</p>	<p>Переключатель 2ПЗН</p> <p>SA13</p>
<p>Переключатель 6П1Н</p> <p>SA14</p>	<p>Переключатель 3П2Н (среднее положение — нейтральное)</p> <p>SA15</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные (с самовозвратом)</p> <p>SB1 SB2 SB3 SB4</p>	<p>Выключатель и переключатель кнопочные с возвратом в исх. положение повторным нажатием</p> <p>SB5 SB6 SB7</p>	<p>Штырь и гнездо разъемного соединителя (XW1—XW4 — коаксиального)</p> <p>XW1 XW2 XW3 XW4</p>	<p>Вилка и розетка разъемного соединителя</p> <p>XP1 XS1 X1 X2</p>

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составители:
Панасюк Игорь Михайлович
Пекун Александр Иванович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ

для выполнения контрольной работы
по дисциплине

"Электрооборудование автомобилей"

для студентов специальности 1 - 37 01 06
"Техническая эксплуатация автомобилей"
заочной формы обучения

Ответственный за выпуск: Панасюк И.М.
Редактор: Боровикова Е.А.
Компьютерная вёрстка: Соколюк А.П.
Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано в печать 26.07.2013 г. Формат 60x84 1/16. Бумага «Снегурочка».
Усл. печ. л. 1,8. Уч. изд. л. 2,0. Заказ № 730. Тираж 150 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.