

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тихоокеанский государственный университет»

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов
для студентов направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-
технологических машин и комплексов» (профили «Автомобили и
автомобильное хозяйство», «Автомобильный сервис», 43.03.01 «Сервис»
профиль «Сервис транспортных средств») очной и заочной форм обучения

Составители: Волков Е.В.
Попов Е.В.

Хабаровск
Издательство ТОГУ
2020

УДК 629.113.001.24:681.142.2

Электрооборудование автомобилей: методические указания по выполнению контрольной работы для студентов для студентов направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профили «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобильный сервис», 43.03.01 «Сервис» профиль «Сервис транспортных средств») очной и заочной форм обучения/ сост. Е. В. Волков Е. В. Попов – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2020. – 39 с.

Методические указания разработаны на кафедре «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей» в соответствии с учебным планом. Знания по данному курсу студенты приобретают при прослушивании лекций, проведении лабораторных работ и самостоятельной подготовке с использованием учебной литературы и наглядных пособий. Настоящее издание включает в себя рабочую контрольные вопросы, задания к контрольной работе и методики их выполнения.

Печатается в соответствии с решением кафедры «Техническая эксплуатация и ремонт автомобилей» и методических советов факультетов заочного и заочного ускоренного обучения.

© Тихоокеанский государственный университет, 2020

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Технический уровень автомобиля в целом определяется параметрами отдельных систем, агрегатов и узлов, входящих в конструкцию, среди которых электрооборудование занимает одно из ведущих мест. Исходя из этого, изучение электрооборудования представляет большой интерес для будущих инженеров-механиков автомобильного транспорта.

Предметом изучения является анализ и синтез систем электроснабжения, зажигания, пуска двигателя, контрольно-измерительных приборов, освещения, сигнализации и др., а также понимание факторов, определяющих развитие новых конструкций электрического и электронного оборудования автомобилей.

Цель и задачи дисциплины, ее назначение и место в учебном процессе.

1. Цель преподавания дисциплины. В результате изучения данной дисциплины студенты должны знать: назначение систем, устройство, принцип действия и основные характеристики систем и отдельных приборов электрооборудования автомобилей для его грамотной эксплуатации в различных дорожных и климатических условиях.

2. Основными задачами данной дисциплины, в соответствии с требованиями ФГОС и компетенциями – является изучение условий работы приборов электрооборудования на автомобиле в зависимости от климатических и дорожных условий его эксплуатации; технических требований, предъявляемых к отдельным приборам и системам; устройства, электрохимических процессов, основных характеристик аккумуляторных батарей; особенностей конструкций и основных характеристик автомобильных генераторов, способов регулирования напряжения контактно-транзисторными, бесконтактными и интегральными реле-регуляторами; характеристик совместной работы аккумуляторной батареи и генератора на постоянную и переменную нагрузку; методов расчета основных параметров системы электроснабжения и зарядного баланса; устройства, принципа действия и характеристик стартера; характеристик совместной работы аккумуляторной батареи, стартера и

двигателя; выходных характеристик системы электростартерного пуска; методов расчета систем пуска; рабочего процесса различных систем зажигания: батарейной (классической), контактно-транзисторной, бесконтактной и микропроцессорной; классификации, устройства и принципа действия контрольно-измерительных приборов; устройства, особенностей конструкций и технических характеристик приборов освещения и сигнализации; конструкции и принципа действия дополнительного оборудования, коммутационной аппаратуры и других приборов.

3. Студент должен уметь:

- определять исходные данные для расчета основных параметров аппаратов, приборов и функциональных систем;
- рассчитывать по определенным методикам основные параметры и оценочные характеристики;
- проводить сравнительный анализ принципиальных и электрических схем, основных параметров и характеристик, в том числе и для автомобилей зарубежного производства;
- проводить необходимые лабораторные исследования с целью испытания, диагностики и поиска неисправностей в аппаратах, приборах и системах электрического и электронного оборудования;
- использовать современную вычислительную технику при разработке и анализе различных систем;
- грамотно эксплуатировать приборы и системы электрооборудования.

4. Место дисциплины в учебном процессе в формировании будущего специалиста. Знание выше названных положений способствует формированию специалиста в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта по. На этапе изучения данной дисциплины и автомобилей в целом наиболее полно отражаются различие бакалавра профилей ААХ, АС и СТС от бакалавров других механических профилей.

Дисциплины опирается на положения теории электрических цепей, машин и измерений, а также теорию автоматического регулирования и законы физики в целом. Она является теоретической основой других специальных дисциплин.

Эффективное усвоение данной дисциплины возможно только при знании устройства автомобиля и двигателя.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основное содержание дисциплины направлено на изучение современного состояния и тенденций развития электрического и электронного оборудования автомобилей и его роли в повышении эксплуатационных свойств автомобиля, снижении расхода топлива и загрязнения окружающей среды, повышении производительности, безопасности и комфортности.

Необходимо знать условия работы приборов и систем электрооборудования на автомобиле, виды исполнения и специфические требования, предъявляемые к ним в связи с массовым характером производства и условиями эксплуатации.

Деление общей схемы электрооборудования на отдельные функциональные системы. Характеристика систем.

Система электроснабжения. Структурная схема системы. Назначение ее отдельных элементов.

Аккумуляторные батареи: типы, маркировка, особенности конструкции свинцово-кислотных батарей. Электрохимические процессы. ЭДС и напряжение, емкость, мощность и энергия аккумулятора. Основные характеристики. Методы заряда. Срок службы. Условия хранения.

Генераторы: устройство и принцип действия; ЭДС, напряжение, ток и частота. Выпрямление переменного тока. Основные характеристики генератора: напряжения, токоскоростная, внешняя и регулировочная.

Реле-регуляторы: классификация, принцип регулирования выходного напряжения генератора. Принцип действия электромеханических и электронно-механических (комбинированных) регуляторов. Особенности бесконтактных и интегральных реле-регуляторов. Схемы включения.

Характеристики совместной работы генератора и аккумуляторной батареи на постоянную и переменную нагрузку. Баланс токов. Выбор параметров

генератора при проектировании. Основы расчета зарядного баланса. Тенденции развития.

Система электростартерного пуска двигателя (СЭСП). Структурная схема системы. Характеристика отдельных элементов. Требования отраслевого стандарта к пусковым качествам двигателя. Вольт-амперные характеристики (ВАХ) аккумуляторной батареи в режиме стартерного разряда. Методы расчета. Параметры стартерной цепи. Электромеханические характеристики стартера. Момент сопротивления прокручиванию коленчатого вала двигателя при пуске. Характеристика моторных масел. Минимальная пусковая частота двигателя. Пересчет электромеханических характеристик стартера на новую вольт-амперную характеристику батареи. Совмещение характеристик аккумуляторной батареи, стартера и двигателя. Выходные характеристики системы электростартерного пуска.

Расчет основных параметров СЭСП. Влияние передаточного отношения привода стартера на рабочие характеристики. Особенности конструкций стартеров и приводов. Схемы включения. Характеристика средств облегчения пуска двигателя. Тенденции развития СЭСП.

Системы зажигания. Классификация систем зажигания. Структурная схема классической батарейной системы зажигания. Назначение отдельных элементов. Рабочий процесс классической батарейной системы зажигания. Характеристики. Понятие пробивного напряжения. Закон Пашена. Искровой разряд и его параметры. Разрывная мощность контактов. Свечи зажигания: особенности конструкции, маркировка, тепловая характеристика. Снижение радиопомех. Работа центробежного и вакуумного автоматов изменения угла опережения зажигания. Основные характеристики. Недостатки классической батарейной системы зажигания.

Контактно-транзисторная система зажигания с транзисторным коммутатором ТК-102. Принцип действия. Основные параметры и характеристики. Особенности бесконтактных систем зажигания. Конструкция и принцип действия бесконтактных датчиков. Коммутаторы.

Микропроцессорные системы зажигания. Структурная схема. Характеристика, устройство и принцип действия отдельных элементов системы: контроллера, коммутатора, датчиков, катушек зажигания и др. Электрические характеристики. Тенденции развития.

Контрольно-измерительные приборы. Классификация по назначению и принципу действия. Предъявляемые требования. Конструкция и принцип действия приборов для измерения температуры и давления рабочих жидкостей термоимпульсного и логометрического типов, электромагнитных и магнитоэлектрических приборов для измерения уровней жидкостей. Конструкция и принцип действия спидометров и тахометров с механическим приводом и с электроприводом. Приборы контроля зарядного баланса системы электроснабжения. Система встроенных датчиков и бортовая система контроля и диагностики. Тенденции развития.

Система освещения и сигнализации. Общие сведения. Классификация систем освещения. Основные принципы формирования светораспределения систем освещения и сигнализации. Американская и европейская система ближнего света. Нормирование светотехнических характеристик фар головного освещения. Международные и государственные стандарты, определяющие технические требования к приборам освещения и сигнализации и их установке на автомобиле.

Особенности конструкции фар, автомобильных ламп и сигнальных фонарей. Особенности конструкции и принцип действия ламп с йодным циклом и газоразрядных (ксеноновых) ламп. Методы проверки и регулировки фар в эксплуатации. Устройство и принцип действия электромагнитных и электронных реле-указателей поворотов. Тенденции развития автомобильной светотехники.

Вспомогательное электрооборудование. Вентиляторы отопителей и систем охлаждения двигателей, стеклоочистители и стеклоомыватели, фароочистители, стеклоподъемники, устройства блокировки дверей.

Коммутационная аппаратура. Провода. Предохранители. Классификация выключателей, переключателей и реле. Термобиметаллические и плавкие предохранители. Позисторы.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

В процессе изучения данной дисциплины студент должен выполнить одну контрольную работу, в которой необходимо письменно ответить на пять вопросов, и решить четыре задачи.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Деление общей схемы автомобильного электрооборудования на отдельные функциональные системы и их характеристика.
2. Каким образом происходит зажигание горючей смеси в бензиновых двигателях? Что называется пробивным напряжением свечи и какие факторы на него влияют? Закон Пашена.
3. Устройство фар головного освещения. Типы отражателей, рассеивателей и источников света.
4. Структурная схема системы электроснабжения. Характеристика отдельных элементов. Пути тока в различных режимах работы.
5. Электрическая схема и принцип действия классической батарейной системы зажигания.
6. Американская и европейская системы ближнего света.
7. Принципиальная электрическая схема системы электроснабжения. Волновая диаграмма трехфазной системы ЭДС и ее математическая запись. Определение максимального значения амплитуды ЭДС.
8. От каких факторов зависит момент сопротивления прокручиванию коленчатого вала двигателя при пуске? Экспериментальное и расчетное определение.
9. Условия работы свечи зажигания на двигателе. Как определяется и на что влияет тепловая характеристика свечи?

10. Основные характеристики генератора переменного тока с реле-регулятором и без него.
11. Структурная схема системы электростартерного пуска ДВС, Характеристика составляющих элементов системы. Основные параметры.
12. Конструкция и принцип действия термоимпульсных приборов для измерения температуры.
13. Устройство и принцип действия генератора переменного тока типа Г-250 с реле-регулятором РР-350 (201.3702) автомобилей ЗИЛ и УАЗ. Вольт-амперная характеристика стабилитрона.
14. Электромеханические характеристики стартера. Пересчет электромеханических характеристик стартера на новую вольт-амперную характеристику батареи.
15. Конструкция и принцип действия логометрических приборов для измерения температуры.
16. Устройство и принцип действия генераторной установки с интегральным регулятором Я-112А. Особенности инструкции и преимущества интегральных регуляторов.
17. Мощностные характеристики системы аккумуляторная батарея–стартер. Баланс мощностей. КПД стартера.
18. Конструкция и принцип действия термоимпульсных приборов для измерения давления.
19. Характеристика совместной работы аккумуляторной батареи и генератора на постоянную нагрузку. Баланс токов.
20. Устройство и принцип действия контактно-транзисторной системы зажигания с коммутатором ТК-102.
21. Конструкция и принцип действия логометрических приборов для измерения давления.
22. Характеристика совместной работы аккумуляторной батареи и генератора на переменную нагрузку. Буферный режим работы системы электроснабжения.

23. Бесконтактные системы зажигания. Устройство и характеристики бесконтактных датчиков.
24. Устройство и принцип действия спидометра и одометра с механическим приводом.
25. Математическое определение ЭДС, напряжение тока и частоты генератора переменного тока.
26. Принципиальная электрическая схема системы электростартерного пуска ДВС. Схемы включения.
27. Устройство аккумуляторной батареи свинцово-кислотного типа. Применяемые материалы. Маркировка. Методы хранения.
28. Методы заряда аккумуляторных батарей. Основные характеристики. Определение зарядного тока.
29. Электрохимические процессы при разряде и заряде свинцово-кислотного аккумулятора. Уравнение двойной сульфатации. Определение технического состояния аккумуляторной батареи в эксплуатации.
30. Конструкция и принцип действия приборов электромагнитной системы для измерения уровня топлива.
31. Характеристика средств облегчения пуска двигателя. Каким образом обеспечивается предпусковой подогрев и разогрев двигателя?
32. Способы регулирования угла опережения зажигания. Характеристики.
33. Принцип действия спидометра с электрическим приводом. Электрическая схема.
34. Структурная схема системы зажигания. Характеристика отдельных элементов.
35. Расчет вольт-амперных характеристик аккумуляторной батареи. Математическая запись и графическое изображение ВАХ.
36. Конструкция и принцип действия логометрических приборов для измерения уровня.
37. Процесс искрообразования в процессорной системе зажигания.

38. Выпрямление переменного тока 3-фазного автомобильного генератора. Вольт-амперная характеристика диода.

39. Маркировка свечей зажигания. Применяемые материалы. Особенности конструкции.

40. Временные характеристики аккумуляторной батареи при разряде и заряде.

41. Конструкция и принцип действия контактно-транзисторных реле-регуляторов. Основные недостатки.

42. Назначение добавочного сопротивления в системе зажигания. В чем заключается отличие добавочного сопротивления от вариатора?

43. ЭДС и напряжение свинцово-кислотного аккумулятора. Понятие ЭДС поляризации. Уравнение и графическое изображение вольт-амперной характеристики.

44. Требования отраслевого стандарта к пусковым качествам двигателей. Понятие среднего давления трения при пуске и минимальной пусковой частоты.

45. Назначение конденсатора в первичной цепи классической батарейной системы зажигания. Обосновать с использованием закона Фарадея--Максвелла и привести характеристику.

46. Понятие номинальной емкости аккумуляторной батареи. Изменение емкости батареи в эксплуатации. Особенности маркировки аккумуляторных батарей различных производителей.

47. Сравнительная оценка различных систем зажигания.

48. Назначение и принцип действия реле защиты в реле-регуляторах генераторов переменного тока типа РР-362 .

49. Назначение, конструкции, характеристики полупроводниковых приборов, используемых в автотронике.

50. Понятие разрывной мощности контактов в классической батарейной системе зажигания. Как она определяется?

Номера вопросов, определяются по шифру зачетной книжки студента(табл.1).

Таблица 1

Номера вопросов для письменного выполнения

Последняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер вопроса	7	5	4	2	1	9	20	23	39	32
Предпоследняя цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер вопроса	11 44	8 46	14 49	26 48	27 35	29 41	34 42	37 17	40 35	43 22
Третья от конца цифра шифра	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Номер вопроса	10 6	12 3	24 13	36 15	50 16	47 18	28 19	45 25	30 33	31 21

После ответов на вопросы необходимо решить четыре задачи, варианты которых указаны в табл. 2–5. Номера вариантов определяются по трем последним цифрам шифра зачетной книжки студента, первая и четвертая задачи по последней цифре, вторая, по предпоследней цифре, третья– по третьей цифре от конца номера.

ЗАДАЧА № 1

Рассчитать вольт-амперные характеристики аккумуляторной батареи и определить ее эквивалентное внутреннее сопротивление для вариантов

Таблица 2

Варианты для расчета вольт-амперных характеристик аккумуляторных батарей

Номер варианта по последней цифре шифра	Марка батареи	Степень разряженно сти (ΔC_p), %	Количество попыток пуска, Z_n	Количество положитель ных пластин, n^+	На каких автомобилях применяется
0	6СТ - 46	0	1	5	ЗАЗ -1102
1	6СТ - 55	25	2	6	ВАЗ-2106
2	6СТ - 60	0	3	4	ГАЗ - 3102
3	6СТ - 75	25	1	5	ГАЗ-3307
4	6СТ - 90	0	2	6	ЗИЛ-130
5	6СТ - 105	25	3	7	ПАЗ-3205
6	2*6СТ - 132	0	1	8	МАЗ-5335
7	6СТ - 150	25	2	10	ЛАЗ - 699
8	2*6СТ - 182	0	3	13	КрАЗ-255
9	2*6СТ - 190	25	1	14	КамАЗ-5320

Расчет произвести для температур электролита +20, +10, 0, -10, -15, -20 °С.

Эмпирический метод расчета вольт-амперных характеристик аккумуляторных свинцово-кислотных батарей изложен в работе [1] и прил. 1.

По данным расчета построить графики вольт-амперных характеристик $U_B = f(I_6)$ при $t = \text{var}$ и $\Delta C_p = \text{const}$ и изменения эквивалентного внутреннего сопротивления батарей от температуры $R_B = f(t)$.

ЗАДАЧА № 2.

Рассчитать рабочие характеристики классической батарейной системы зажигания четырехтактного бензинового двигателя согласно вариантам (табл. 3). Перед расчетом характеристик необходимо начертить принципиальную электрическую схему батарейной системы зажигания и указать все необходимые параметры.

По результатам расчета построить следующие графики многопараметровой характеристики:

- времени замкнутого состояния контактов от частоты вращения коленчатого вала ДВС $t_3 = f(n_D)$;
- нарастания тока в первичной цепи от времени замкнутого состояния контактов $I_1 = f(t_3)$;
- тока в первичной цепи от частоты вращения коленчатого вала двигателя $I_1 = f(n_D)$;
- максимального вторичного напряжения от частоты вращения коленчатого вала двигателя $U_{2\max} = f(n_D)$.

ЗАДАЧА №3

Рассчитать зарядный баланс системы электроснабжения автомобиля при смешанном режиме движения: днем зимой в городе и ночью зимой на шоссе. При решении задачи необходимо рассчитать эквивалентные токи потребителей электроэнергии в дневном и ночном режимах движения автомобиля и определить максимальную мощность генератора при заданном номинальном напряжении системы электроснабжения. С помощью графиков режима движения и токоскоростной характеристики генератора, табличным способом, определить относительный и суточный баланс системы электроснабжения заданного автомобиля.

Номер варианта расчета и исходные данные указаны в табл. 4.

Варианты заданий для расчета характеристик систем зажигания

Таблица 3

Наименование параметров и их величины для вариантов расчета	Обозначение	Номер варианта (по последней цифре шифра)									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Число цилиндров ДВС	Z	4	4	4	6	4	6	6	4	4	6
Число витков первичной обмотки КЗ	W ₁	300	310	320	310	280	300	315	310	290	325
Число витков вторичной обмотки КЗ	W ₂	19 000	20 000	23 000	19 500	17 000	21 000	22 500	20 000	21 000	22 000
Сопротивление первичной обмотки, Ом	R ₁	1,6	1,5	1,8	1,7	1,9	2,0	2,2	1,8	2,1	1,7
Добавочное сопротивление, Ом	R _д	0,8	1,2	1,4	1,0	1,6	1,3	1,1	1,2	1,8	1,4
Индуктивность первичной обмотки, Гн	L ₁	0,011	0,020	0,045	0,033	0,027	0,028	0,025	0,030	0,041	0,030
Емкость конденсатора в первичной цепи, мкФ	C ₁	0,25	0,19	0,21	0,27	0,24	0,22	0,26	0,2	0,23	0,25
Емкость вторичной цепи, пФ	C ₂	30	35	38	33	31	40	45	33	35	50
Отношение времени замкнутого состояния контактов ко времени цикла	τ _з	0,65	0,62	0,64	0,40	0,60	0,42	0,45	0,66	0,63	0,48
Коэффициент учета потерь в катушке зажигания	η _и	0,7	0,75	0,72	0,8	0,73	0,7	0,75	0,74	0,78	0,76

Таблица 4

Исходные данные для расчета баланса электроэнергии

Номер варианта по третьей от конца цифре шифра	Модель автомобиля	Марка генератора	Номинальн ое напряжение батареи, В	Передаточно е число привода генератора, $i_{ГД}$	Начальная частота вращения генератора, n_0 мин^{-1}
0	ЗИЛ-130	Г250 - И	14	1,82	950
1	МАЗ-503 Б	Г273	28	1,56	950
2	ГАЗ-53А	Г250 - Г	14	1,78	1100
3	ГАЗ-24	Г250 - Н2	14	2,12	900
4	КрАЗ-255	Г288 - А	28	1,56	1000
5	КамАЗ-5320	Г273 - А	28	2,40	1100
6	ВАЗ-2121	Г221 - Б	14	2,04	1150
7	ВАЗ-2106	Г221	14	2,04	1150
8	АЗЛК-412	Г250 - Ж	14	1,69	900
9	ЗАЗ-11022	Г222	14	1,5	1200

Методика расчета зарядного баланса системы электроснабжения автомобиля изложена в прил. 3. Необходимые данные для расчета: передаточное число главной передачи и размер шин для расчета кинематического радиуса качения автомобильного колеса берутся из справочной литературы [5].

ЗАДАЧА № 4

Расчетным методом определить частоту прокручивания коленчатого вала двигателя стартером при пуске согласно вариантам (табл. 5).

Расчетная температура для бензинового двигателя минус 20 °С и соответствующая ей вязкость моторного масла 3500 сСт. Для дизельного двигателя принять для расчета температуру минус 15 °С и вязкость моторного масла 2500 сСт.

Таблица 5

Исходные данные для расчета частоты прокручивания коленчатого вала двигателя

Номер варианта по последней цифре шифра	Модель автомобиля	Рабочий объем двигателя , л	Тип стартера	Передаточ ное число привода, $i_{дс}$	Марка батареи
0	ЗАЗ -1102	1,2	СТ362	14,6	6СТ - 46
1	ВАЗ-2106	1,3	СТ221	11,7	6СТ - 55
2	ГАЗ - 3110	2,45	СТ230-Б1	15,35	6СТ - 60
3	ГАЗ-53А	4,25	СТ230-А1	16,45	6СТ - 75
4	ЗИЛ-130	6,0	СТ130-А3	15,67	6СТ - 90
5	ПАЗ-672	4,25	СТ230-А	16,45	6СТ - 105
6	КрАЗ-255	14,85	СТ103	10,45	2*6СТ - 132
7	ЛАЗ - 697	7,0	СТ130-А2	15,67	2*3СТ - 150
8	МАЗ-503Б	14,86	СТ100	10,45	2*6СТ - 182
9	КамАЗ-5320	10,86	СТ142-Б	11,0	2*6СТ - 190

Методики расчета электромеханических характеристик стартера, пересчета их на новые вольт-амперные характеристики аккумуляторной батареи и определение частоты прокручивания коленчатого вала двигателя при заданных условиях пуска изложены в [6], а также в прил. 4.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Отвечая на вопросы, студент должен привести необходимые схемы, графики, характеристики. Ответы на вопросы должны быть четкими и краткими.

Решая задачу, сначала необходимо написать ее условие согласно заданному

варианту, а затем, уяснив последовательность выполнения, приступить к расчетам.

Формулы, по которым будут производиться расчеты, сначала необходимо привести в буквенном виде с расшифровкой параметров и указанием размерностей, а затем подставить числовые значения величин и произвести расчеты. Если расчеты по формуле производятся многократно, то результаты должны быть сведены в таблицу.

При ответах на вопросы и решении задач следует обязательно придерживаться стандартных обозначений параметров, общепринятой в настоящее время технической терминологии и обозначений размерностей физических величин в Международной Системе (СИ).

При вычерчивании схем и графиков следует пользоваться чертежным инструментом. Графики должны быть выполнены по лекалу и линейке на миллиметровой бумаге установленного формата с соблюдением соответствующих правил, а именно:

1. При указании размерностей параметров по осям координат их значения ставят через запятую. Указание размерностей в скобках не допускается.
2. Оси координатной сетки обрываются при окончании надписи параметра или его единицы измерения.
3. На осях координатной сетки должно быть указано не менее трех равномерно отложенных числовых значений, кратных 1.0, 2.0, 2.5, 4.0, 5.0, умноженных на 10 в любой степени.
4. При наличии на осях координатной сетки цифр стрелки не ставят.

Контрольную работу рекомендуется выполнять на листах формата А4. Обложка должна быть установленного образца. В конце выполненной работы указать, какие использованы литературные источники и методическая литература.

При сдаче экзамена или зачета студент должен иметь зачетную контрольную работу, защищенные отчеты по лабораторным работам и быть готовым ответить на вопросы, изложенные в контрольной работе.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. *Ютт В. Е.* Электрооборудование автомобилей / В. Е. Ютт – М. : Транспорт, 2000. – 320 с.
2. *Чижков Ю. П.* Электрооборудование автомобилей / Ю. П. Чижков, А. В. Акимов – М. : За рулем, 1999. – 384 с.
3. *Акимов А. В.* Электрическое и электронное оборудование автомобилей / А. В. Акимов, Ю. И. Боровских, Ю. П. Чижков – М. : Машиностроение, 1988. – 276 с.
4. *Акимов А.В.* Электрооборудование автомобилей : справ. / А.В. Акимов [и др.] под редакцией Ю. П. Чижкова – М. : Транспорт, 1993. – 222 с.
5. Краткий автомобильный справочник / А. Н. Понизовкин, В. М. Власко, М. Б.Беляев, М. Б.Ляликов [и др.]. – М. : Трансконсалдин НИИАТ, 1994. – 779 с.
6. *Волков Е. В.* Расчет основных параметров и характеристик систем электростартерного пуска ДВС с использованием ЭВМ : Учеб. пособие / Е. В. Волков Хабаровск : Изд-во Хабар. гос. техн. ун-та, 1997. – 107 с.
7. *Соснин Д.А.* Автотроника : учебн. пособие / Д. А. Соснин – М. : СОЛОН-Р, 2005 – .

Расчет вольт-амперных характеристик

аккумуляторной батареи

Вольт-амперную характеристику аккумуляторной батареи принято изображать прямой линией, отсекающей на осях координат отрезки, пропорциональные U_{HP} и $I_{БК}$, а ее уравнение *

$$U_B = U_{HP} \left(1 - \frac{I_B}{I_{БК}} \right),$$

где U_B и I_B - напряжение и разрядный ток батареи соответственно, В и А; U_{HP} - начальное разрядное напряжение батарей, В; $I_{БК}$ - ток короткого замыкания батареи, А.

Начальное разрядное напряжение рассчитывают по формуле

$$U_{HP} = m(2,02 + 0,00136 \cdot t_э - 0,001 \Delta C_p),$$

где m - число аккумуляторов в батарее; $t_э$ - температура электролита, °С; ΔC_p - степень разряженности аккумуляторной батареи, %.

Ток короткого замыкания батареи рассчитывают по формуле

$$I_{БК} = n_+ \left[\frac{I_{+0} + b \cdot t_э - \exp(0,0159 \cdot t_э - 0,0564) \Delta C_p - d(z_n - 1) - \exp(0,0407 \cdot t_э + 0,16)(\tau_n - 10)(z_n - 1)}{1} \right],$$

где n_+ - количество положительных пластин в одном аккумуляторе; I_{+0} - ток короткого замыкания одной пары пластин при 0 °С на первой попытке пуска, А; b - коэффициент, учитывающий влияние на ток замыкания температуры электролита, А/°С; d - коэффициент, учитывающий влияние на ток замыкания количества попыток пуска. А/попытку; τ_n - продолжительность одной попытки пуска, с. Z_n - количество попыток пуска;

* данное уравнение в расчетах не использовать, а вольт-амперные характеристики представить на графике в виде прямых линий

Значение коэффициента d при продолжительности одной попытки пуска 10 с (бензиновые двигатели) принимают равным:

$d = 1,5$ А/попытку, если $\Delta C_P = 0$ и $z_n = 1$;

$d = 2,5$ А/попытку, если $\Delta C_P = 25\%$ и $z_n > 1$.

При продолжительности одной попытки пуска 15 с (дизельные двигатели) значения коэффициента d :

$d = 2,0$ А/попытку, если $\Delta C_P = 0$ и $z_n = 1$,

$d = 3,5$ А/попытку, если $\Delta C_P = 25\%$ и $z_n > 1$.

Значения токов короткого замыкания одной пары пластин I_{+0} и коэффициентов b для различных аккумуляторных батарей, приведены в табл. П.1.

Таблица П.1

Параметры для расчета вольт-амперных характеристик аккумуляторных батарей

Тип аккумуляторной батареи	А	Коэффициенты b , А/с	
		(от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $0\text{ }^{\circ}\text{C}$)	(от $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $40\text{ }^{\circ}\text{C}$)
6СТ – 60, 6СТ – 75 6СТ – 90, 6СТ – 105	222	4,0	1,75
6СТ – 46	210	3,3	1,2
6СТ – 55	210	3,2	1,1
6СТ – 132, 6СТ – 150, 6СТ – 182	196	3,2	2,2
6СТ – 190	222	3,4	1,2

По найденным значениям начального разрядного напряжения и тока короткого замыкания рассчитывают эквивалентное внутреннее сопротивление батареи по формуле:

$$R_B = \frac{U_{HP}}{I_{БК}},$$

где R_B – сопротивление батареи, Ом.

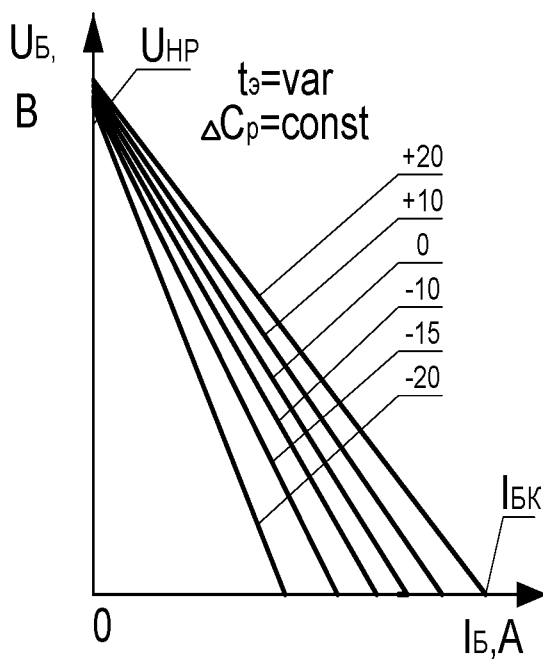
Рассчитанные значения начального разрядного напряжения, тока короткого замыкания и эквивалентного внутреннего сопротивления батареи сводят в табл. П.2

Таблица П.2

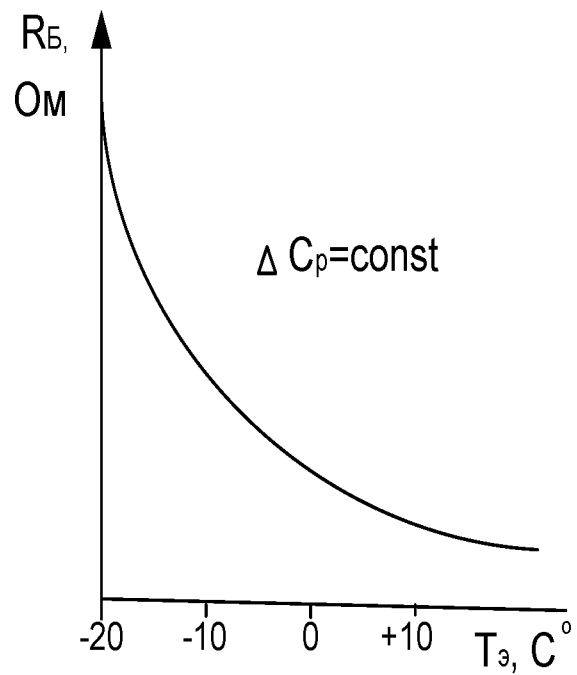
Параметры вольт-амперных характеристик аккумуляторных батарей

Параметры	Значения параметров при температуре, °C					
	20	10	0	–10	–15	–20
U_{HP}, B						
I_{BK}, A						
$R_B, \text{Ом}$						

Рассчитанные для указанных температур значения параметров вольт-амперных характеристик аккумуляторной батареи отображают в виде графических зависимостей (рис. П.1) – а, а зависимость сопротивления от температуры на рис.П.1 – б.



а

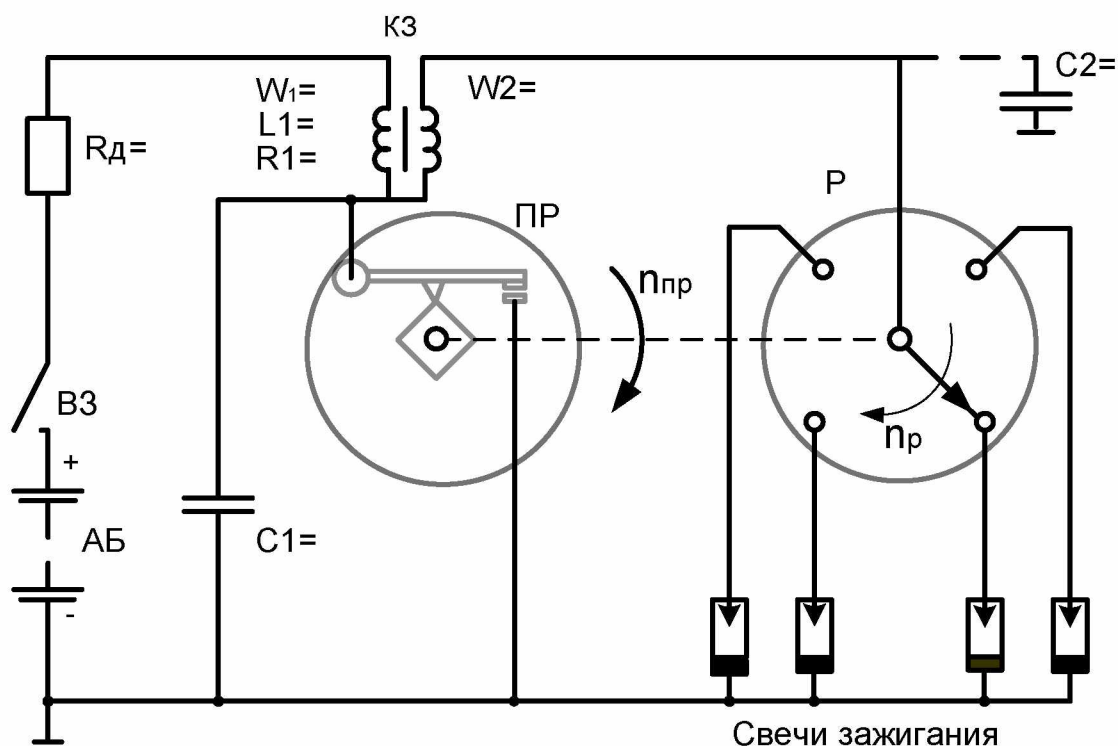


б

Рис. П.1. Пример построения характеристик: $a - U_B = f(I_B)$; $b - R_B = f(t_э)$

Расчет характеристик системы зажигания

Принципиальная электрическая схема классической батарейной системы зажигания изображена на Рис. П.2.



АБ - Аккумуляторная батарея, ВЗ – выключатель зажигания, КЗ – катушка зажигания, ПР – прерыватель, Р – распределитель

Рис. П.2. Принципиальная электрическая схема классической батарейной системы зажигания

Расчет характеристик классической батарейной системы зажигания производят в следующей последовательности:

.Привести принципиальную электрическую схему классической батарейной системы зажигания, на которой указать параметры своего варианта согласно табл. 3.

2. Рассчитать время замкнутого состояния контактов прерывателя по формуле

$$T_3 = (120 \cdot \tau_3) / (n_d \cdot Z_d),$$

где n_d – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин^{-1} ; Z_d – количество цилиндров двигателя; τ_3 – относительное время замкнутого состояния контактов.

В расчетах частоту вращения коленчатого вала двигателя принять в диапазоне от 750 до 4500 мин^{-1} с интервалом в 750 мин^{-1} .

3. Рассчитать первичный ток I_1 разрывааемый контактами прерывателя по формуле

$$I_1 = \frac{U_{BC}}{R_{\Sigma I}} \left[1 - \exp(-R_{\Sigma I} \frac{T_3}{L_1}) \right],$$

где U_{BC} – номинальное напряжение системы электроснабжения, В; $R_{\Sigma I}$ – суммарное сопротивление первичной цепи системы зажигания, Ом.; L_1 – индуктивность обмотки катушки зажигания, Гн. Суммарное сопротивление определяется по формуле

$$R_{\Sigma I} = \kappa_3 (R_I + R_d),$$

где κ_3 – коэффициент учета сопротивления проводов и контактов. Он находится в диапазоне 1,1-1,15.

Для всех вариантов расчета номинальное напряжение системы электроснабжения принять равным напряжению в бортовой сети-14 В.

4. Рассчитать вторичное напряжение, развиваемое системой зажигания, по формуле

$$U_{2\max} = I_1 \cdot \eta_u \cdot 10^3 \sqrt{\frac{L_1}{\left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 C_1 + C_2 \cdot 10^{-6}}},$$

где η_u – коэффициент учета тепловых потерь при индуктировании в катушке зажигания; C_1 – емкость конденсатора в первичной цепи, **мкФ**; C_2 – эквивалентная емкость вторичной цепи системы зажигания соответственно, **пФ**; W_1 и W_2 - число витков первичной и вторичной обмоток катушки

зажигания.

Результаты расчетов сводят в табл. П.3.

Значения параметров системы зажигания

Параметры	Значения параметров при $n_d, \text{мин}^{-1}$					
	750	1500	2250	3000	3750	4500
$T_3, \text{с}$						
$I_1, \text{А}$						
$U_2, \text{кВ}$						

По результатам выполненных расчетов строят многопараметровую характеристику классической батарейной системы зажигания, вид которой, показан на рис. П.3.

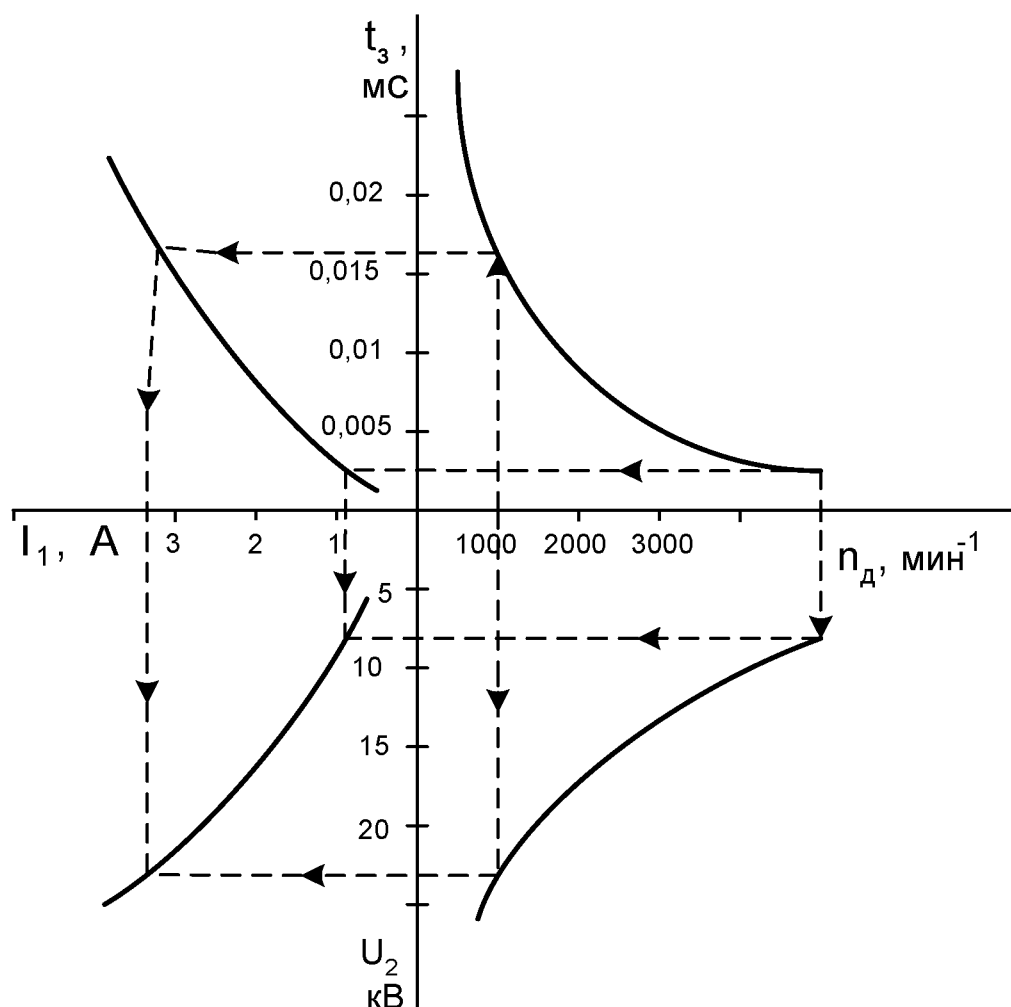
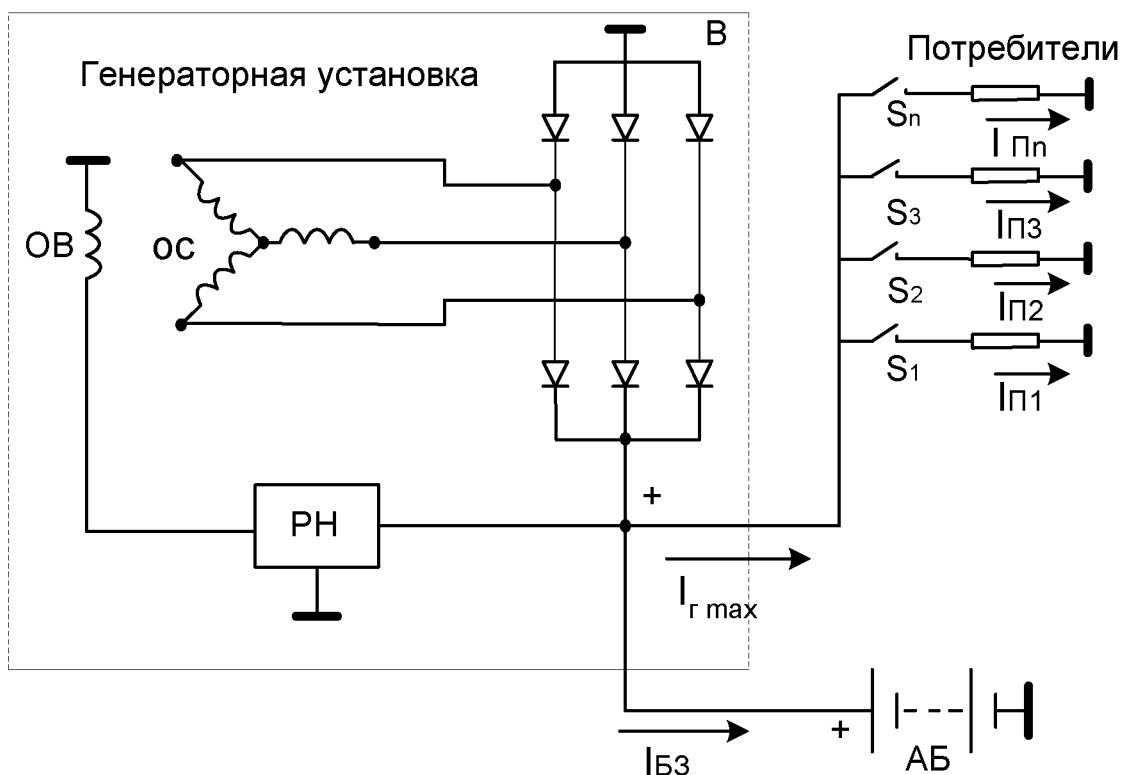


Рис. П.3. Многопараметровая характеристика классической батарейной системы зажигания

Расчет зарядного баланса системы электроснабжения

Расчет баланса электроэнергии системы электроснабжения производят с целью определения соответствия параметров генераторной установки требованиям ОСТ 37.003.034-77: номинальной мощности, начальной частоты вращения, передаточного числа двигатель-генератор и др.

Принципиальная электрическая схема системы электроснабжения изображена на рис. П.4.



ОВ – обмотка возбуждения, ОС – обмотка статора, В – выпрямитель,
РН – реле напряжения, АБ – аккумуляторная батарея.

Рис. П.4 Принципиальная электрическая схема системы электроснабжения

Считается, что мощность генераторной установки и другие параметры выбраны правильно, если при смешанной дневной и ночной эксплуатации, либо для любого другого режима, был практически нулевой баланс электроэнергии, т.е. такой, при котором степень разряженности аккумуляторной батареи (ΔC_p) сохраняется в процессе эксплуатации автомобиля неизменной. В данной контрольной работе необходимо оценить баланс электроэнергии для смешанного режима работы, а именно:

- режим работы автомобиля зимой ночью на междугородном шоссе (сокращенно ЗШН), характеризуемый максимальным количеством включенных потребителей электроэнергии и максимальными скоростями движения;
- режим работы автомобиля зимой днем в городе (сокращенно ЗГД) характеризуемый минимальным количеством включенных потребителей, частыми остановками и низкими скоростями.

Порядок расчета:

1. Составляют перечень потребителей электроэнергии для заданного автомобиля с указанием их количества (n_{II}), номинальной мощности (P_{Nn}), коэффициентов времени включения (k_t) и нагрузки (k_H). Учитывая, что эти данные приводятся в специальной литературе, которая не всегда доступна, в учебных целях можно пользоваться минимальным набором потребителей согласно табл. П.4.

2. Определяют номинальный ток каждого потребителя по формуле

$$I_{Nn} = \frac{P_{Nn}}{U_{ном}},$$

где P_{Nn} — номинальная мощность потребителя, Вт; $U_{ном}$ — номинальное напряжение системы электроснабжения (14 или 28 В)

3. Находят эквивалентный ток потребителей с учетом их количества отдельно для дневного режима движения в городе и ночного режима движения на шоссе по формуле

$$I_{NЭ} = I_{Nn} \cdot n_{II} \cdot k_t \cdot k_H.$$

Таблица П.4

Значение мощностей и коэффициентов k_H и k_t для различных потребителей электроэнергии

Наименование потребителя	Количество потребителей n_{II}	Номинальная мощность потребителей P_{NII} , Вт	Коэффициент нагрузки k_H	Коэффициент времени включения k_t	
				Зимой ночью на шоссе	Зимой днем в городе
Дальний свет фар	2	50-60	1,0	0,95	0
Ближний свет фар	2	35-45	1,0	0,05	0,05
Габаритные фонари	4	6-8	1,0	1,0	0,9
Фонари заднего хода	1-2	10	1,0	0,005	0,01
Освещение номерного знака	1-2	7-9	1,0	1,0	0,9
Освещение приборов	4-6	2-2,5	0,5-1,0	1,0	0,9
Указатели поворота	2-4	14-20	1,0	0,1	0,15
Сигнал торможения	2-4	14-20	1,0	0,05	0,15
Питание приборов	4-6	10	1,0	1,0	1,0
Электродвигатель стеклоочистителя	1-2	8-15	0,8	0,25	0,25
Электродвигатель отопителя кабины	1	25-40	0,55	1,0	0,7
Электродвигатель отопителя кузова автобуса	3-4	25-120	0,5	1,0	1,0
Освещение кузова автобуса	10-20	20-40	1,0	1,0	0
Электродвигатель фароомывателя	1-2	4-10	1,0	0,2	0,2
Электродвигатель системы охлаждения	1	100-200	1,0	0,2-0,4	0,3-0,6
Звуковой сигнал	2	20-60	1,0	0,01	0,01
Автомагнитола	1	45-55	1,0	0,8	0,5

4. Суммарный ток нагрузки от потребителей определяют табличным способом отдельно для дневного $\sum I_{NЭ}^{ЗГД}$ и ночного режимов $\sum I_{NЭ}^{ЗШН}$ соответственно.

5. По максимальному значению расчетного тока $\sum I_{NП}^{ЗШН}$ определяют минимально необходимую мощность генератора :

$$P_{Гmin} = U_{НОМ} \cdot k_3 \cdot \sum I_{NЭ}^{ЗШН} ,$$

где k_3 – коэффициент, учитывающий установившийся ток заряда аккумуляторной батареи $I_{БЗ}$ (для легковых автомобилей $k_3 = 1,15$, а для грузовых и автобусов $k_3 = 1,25$).

6. Определяют фактический коэффициент оборотности генератора $K_Г$, который связывает частоту вращения ротора генератора со скоростью движения автомобиля и зависит от его конструктивных параметров

$$K_Г = 2,66 \frac{i_{ГД} \cdot i_{ГП}}{r_K} ,$$

где $i_{ГД}$ - передаточное число привода генератора (табл 4), $i_{ГП}$ – передаточное число главной передачи [5], r_K – кинематический радиус, м. При приближенных расчетах кинематический радиус колеса можно определить по эмпирической формуле

$$r_K = 0,0127(D_{Ш} + 1,7 \cdot B_{Ш}) ,$$

где $D_{ш}$ и $B_{ш}$ – посадочный диаметр обода шины и ширина профиля шины в дюймах. Они определяются из маркировки шин [5].

7. Задаются скоростным режимом работы генератора. Для этого используют интегральные кривые распределения частот вращения ротора генератора, полученные путем обобщения многочисленных исследований скоростного режима генераторов различных автомобилей в реальных условиях эксплуатации в крупных городах и на шоссе (рис. П.5 – П.7).

По кривым скоростного режима определяют относительное время работы генератора с частотой вращения ниже заданной. Все кривые пересчитаны и построены для одинакового коэффициента оборотности генератора, равного 60.

8. Выбранную кривую, соответствующую категории заданного автомобиля, необходимо пересчитать на фактический коэффициент оборотности $K_{г}$, определенный ранее, т.е. скорректировать первоначально выбранную кривую.

Для этого абсциссы кривой $t(n_{г})$ умножают на отношение $K_{г}/60$, т.е. определяют новые значения частоты вращения якоря генератора:

$$n'_{г} = n_{г} \frac{K_{г}}{60}.$$

Пересчитанную кривую $t_{г} = f(n'_{г})$ принимают за окончательную расчетную кривую скоростного режима генератора и строят на графике (рис. П.8).

9. По найденному суммарному току потребителей $\sum I_{НИ}^{3III}$ рассчитывают токоскоростную характеристику генератора по формуле

$$I_{г\max} = 1,25 \cdot \sum I_{НИ}^{3III} \left(1 - e^{-\frac{n_0 - n_{г}}{n_0}} \right),$$

где n_r – текущие значения частоты вращения ротора генератора, мин^{-1} ; n_0 – начальная частота вращения якоря или холостом ходе генератора, мин^{-1} (табл.4)

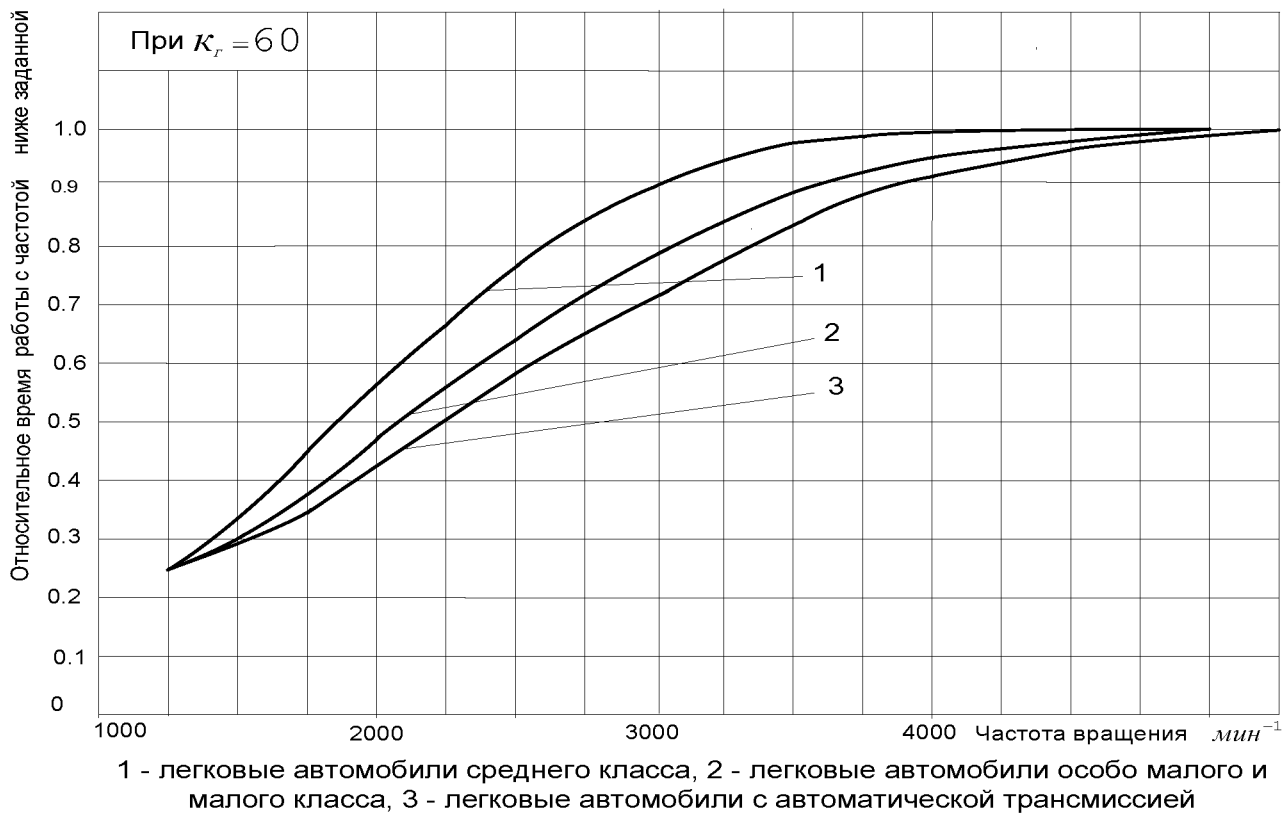


Рис. П.5. Типовые интегральные кривые скоростного режима генераторов легковых автомобилей

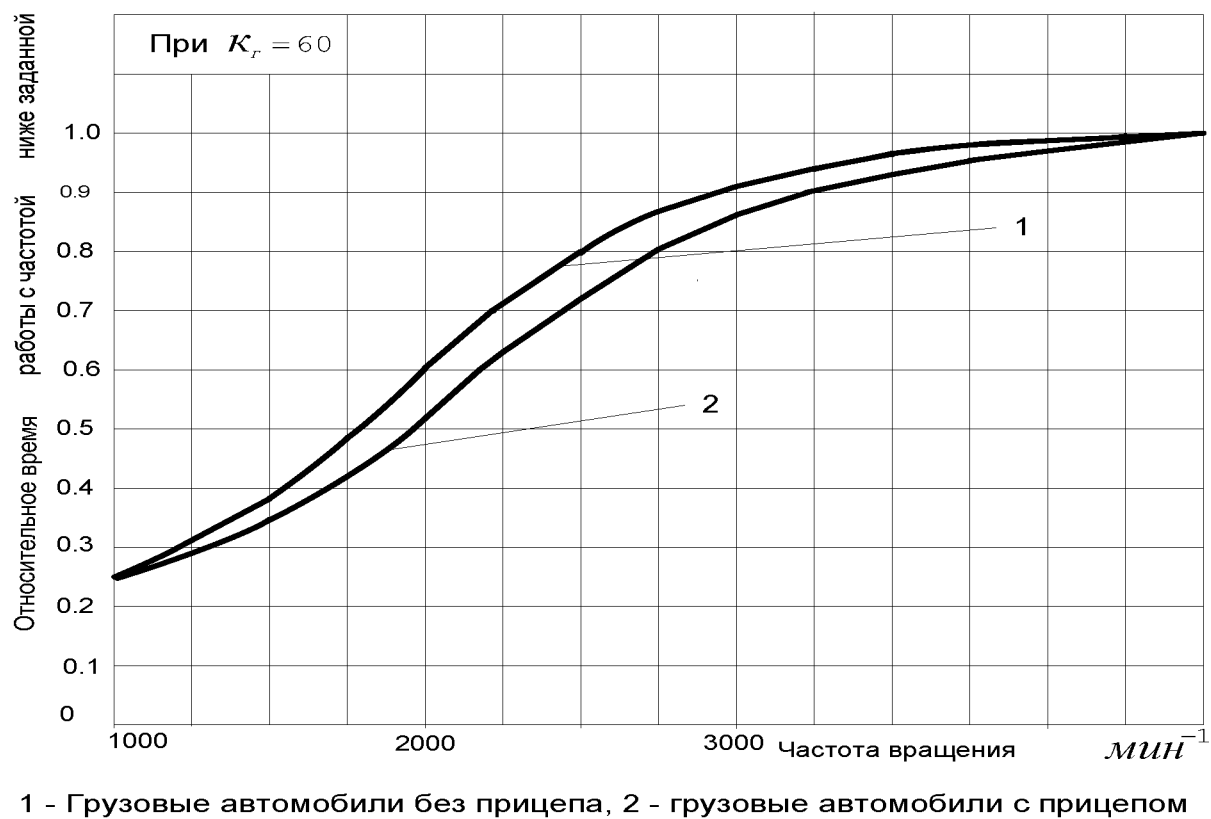


Рис. П.6. Типовые интегральные кривые скоростного режима генераторов

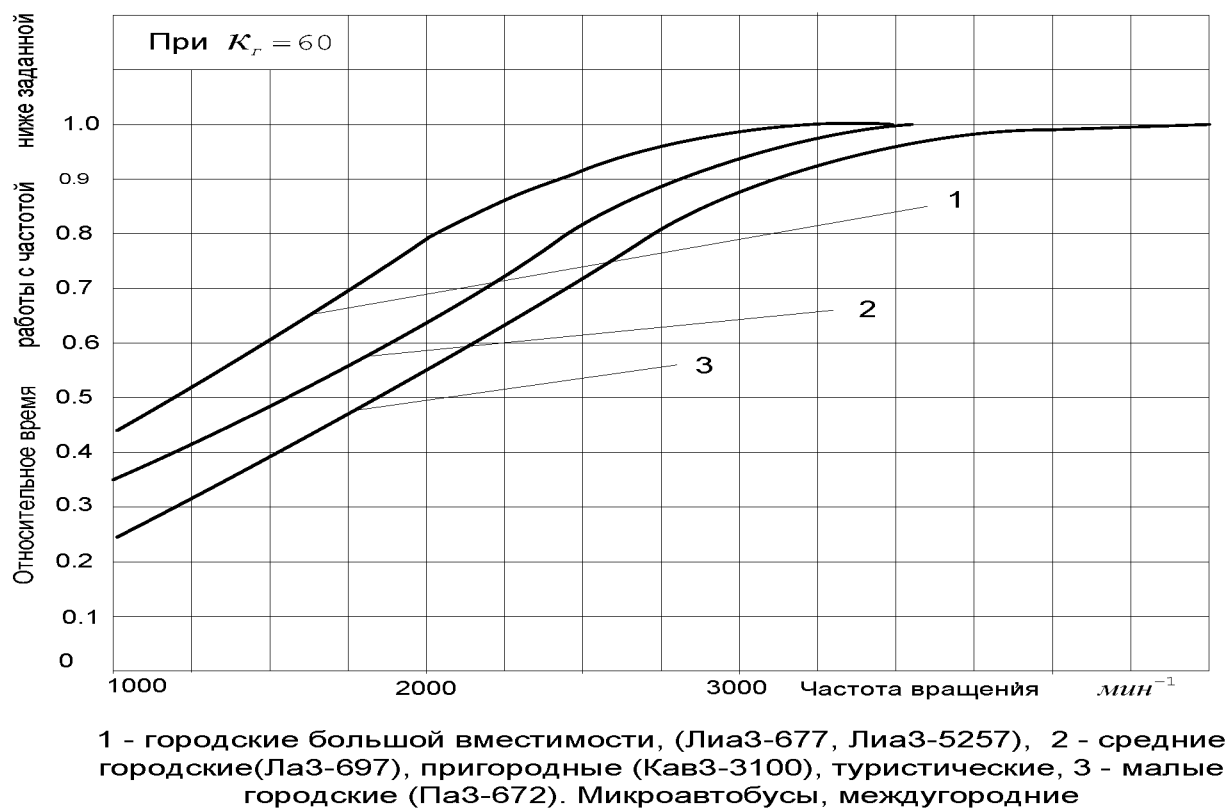


Рис. П.7 Типовые интегральные кривые скоростного режима генераторов автобусов

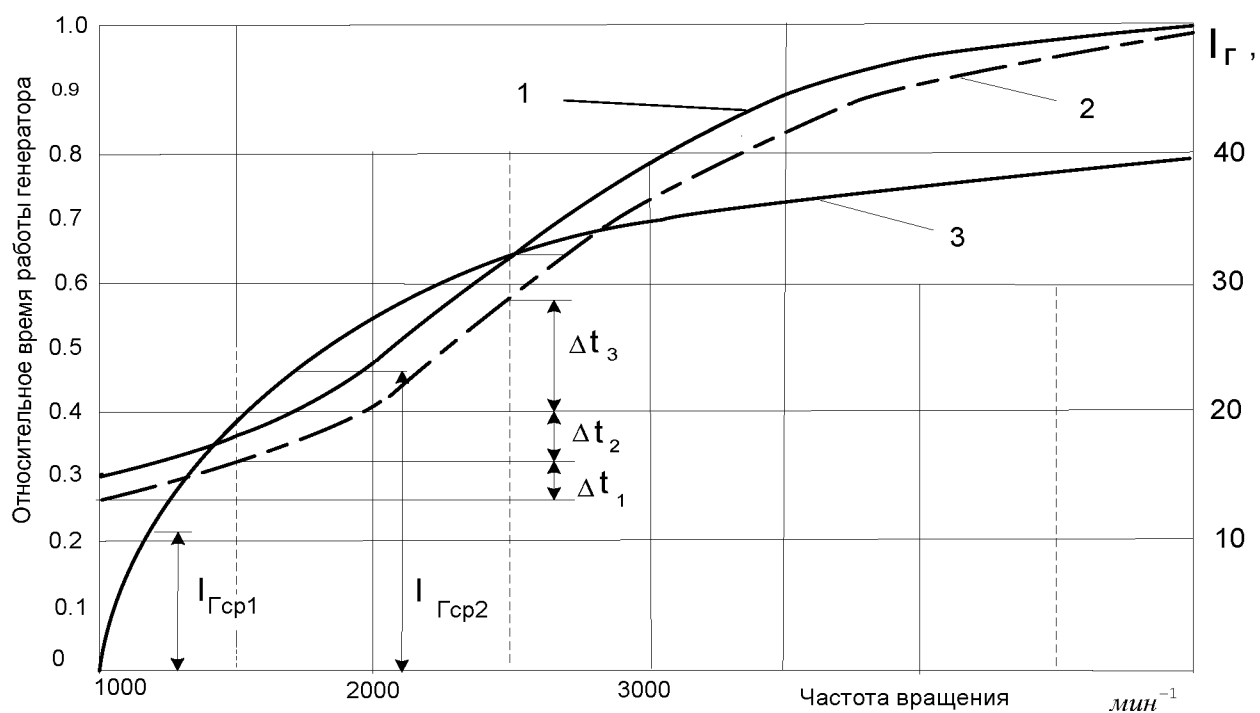


Рис. П.8 Пример графического расчета баланса электроэнергии системы электроснабжения автомобиля

10. Разбивают рабочий диапазон частоты вращения генератора (от 1000 до 5000 мин⁻¹) на интервалы $\Delta n_1, \Delta n_2$ и т.д. по 500 мин⁻¹. Для каждого интервала по токоскоростной характеристике $I_{\Gamma} = f(n_{\Gamma})$ определяют среднюю величину тока генератора, $I_{\Gamma.CP1}, I_{\Gamma.CP2}$ и т.д., а по интегральной кривой – относительное время работы генератора в каждом интервале $\Delta t_1, \Delta t_2$ и т.д. Результаты замеров заносят в табл. П.5.

Таблица П.5.

Параметры расчета зарядного баланса

$\Delta n_{\Gamma},$ мин ⁻¹	Δt_i	$I_{\Gamma.CP}$ А	Ночной режим		Дневной режим	
			I'_{BC}, A	C^{3HH}	I''_{BC}, A	$C^{3ГД}$
1	2	3	4	5	6	7
1000-1500						
1500-2000						
			Итого			

11. Рассчитывают часовой расход электроэнергии дневного режима движения

$$C_{\text{час}}^{3ГД} = \sum_{i=1}^n \left(I_{\Gamma.CP_i} - \sum I_{\text{МП}}^{3ГД} \right) \cdot \Delta t_i = \sum_{i=1}^n I_{B_i}'' \Delta t_i,$$

где k – количество интервалов в графе 1 табл. П.5; I_{B_i}'' – ток аккумуляторной батареи с учетом знака, полученного для каждого интервала разностью, приведенной в скобках.

Аналогичным образом рассчитывают расход электроэнергии для ночного режима.

Таким образом, часовой расход энергии для соответствующего режима движения получают суммированием с учетом знака данных по интервалам в

графе 5 и 7 табл. П.4. Для любого из режимов он может быть как со знаком плюс, так и со знаком минус.

12. Рассчитывают суточный баланс электроэнергии системы электроснабжения в А·ч

Расчет суточного баланса электроэнергии производят по формулам

$$C_{сут} = C_{час}^{згд} \cdot t_{д} + C_{час}^{зшн} \cdot t_{н} - C_{ст},$$

где $t_{д}$ и $t_{н}$ – число часов движения автомобиля за сутки соответственно при дневной и ночной эксплуатации(в расчетах принимается $t_{д}=t_{н}=5$ ч; $C_{ст}$ – расход емкости аккумуляторной батареи на пуск двигателя в течение суток, (А·ч).

Суточный расход емкости аккумуляторной батареи на пуск двигателя стартером $C_{ст}$ принимают равным

- для автомобилей с бензиновыми ДВС – $0,036 \cdot C_{20}$;
- для автомобилей с дизельным ДВС – $0,1 \cdot C_{20}$.

Если суточный баланс **положителен**, то делают вывод, что аккумуляторная батарея и генераторная установка выбраны **правильно**.

Определение частоты прокручивания коленчатого вала двигателя при пуске

Для определения частоты прокручивания коленчатого вала двигателя в заданных условиях пуска необходимо рассчитать вольт-амперную характеристику аккумуляторной батареи для заданной температуры пуска с учетом параметров ΔC_P и $Z_{\text{п}}$. Для сокращения вычислений ВАХ взять из задачи №1.

Таблица П.6

Номинальные параметры стартера

Тип стартера В	Значения параметров						
	$P_{CH \max}$, кВт	$M_{CH \max}$, $H \cdot m$	$n_{CH \max}$, об/мин	$I_{CH \max}$ А	I_{CHT} ,А	R_c , Ом	U_{CH} В
СТ362	0,67	2,8	2205	150	300	0,027	12
СТ221	1,38	8,8	1500	300	560	0,013	12
СТ230-Б1	1,6	11,5	1328	310	610	0,011	12
СТ230-А1	1,6	11,5	1328	310	610	0,011	12
СТ130-А3	1,6	11,5	1328	310	610	0,011	12
СТ230-А	1,6	11,5	1328	310	610	0,011	12
СТ103	7,8	70	1070	885	1680	0,0071	24
СТ130-А2	1,54	13,1	1120	300	624	0,0124	12
СТ100	7,5	60	1200	800	1500	0,0086	24
СТ142-Б	8,0	60	1275	900	1710	0,0056	24

Расчет электромеханических характеристик стартера для заданной вольт-амперной характеристики производят по следующим формулам:

- частоты вращения

$$n_c = n_{CH\max} * \frac{(1,22 \frac{U'_{HP}}{I_{CHT} \cdot R'_{\Sigma\Pi}} - 0,22)(1 - 1,52 \ln(\frac{I_C \cdot I_{CHT} \cdot R'_{\Sigma\Pi}}{U'_{HP} \cdot I_{CH\max}}))}{\left(\frac{U'_{HP}}{I_{CHT} \cdot R'_{\Sigma\Pi}}\right)^{1,3} + 0,15 \left(\frac{U'_{HP}}{I_{CHT} \cdot R'_{\Sigma\Pi}} - 1\right)};$$

- крутящего момента (в Н·м)

$$M_C = M_{CH\max} \left[\left(\frac{U'_{HP}}{I_{CHT} \cdot R'_{\Sigma\Pi}} \right)^{1,3} + 0,15 \left(\frac{U'_{HP}}{I_{CHT} \cdot R'_{\Sigma\Pi}} - 1 \right) \right] \times \\ \times \left[\left(\frac{I_C \cdot I_{CHT} \cdot R'_{\Sigma\Pi}}{U'_{HP} \cdot I_{CH\max}} \right)^{1,3} + 0,15 \left(\frac{I_C \cdot I_{CHT} \cdot R'_{\Sigma\Pi}}{U'_{HP} \cdot I_{CH\max}} \right) \right],$$

где U'_{HP} и $R'_{\Sigma\Pi}$ – начальное разрядное напряжение и суммарное сопротивление системы пуска при заданных условиях пуска, В и Ом соответственно; $n_{CH\max}$, $M_{CH\max}$, $I_{CH\max}$, I_{CHT} , R_C – параметры номинальной характеристики, выбираемые из табл. П.6. согласно заданному варианту.

Суммарное сопротивление системы пуска определяют по формуле

$$R'_{\Sigma\Pi} = R'_B + R_C + R_{\Pi},$$

где R'_B – сопротивление аккумуляторной батареи при заданных условиях пуска, Ом; R_C – сопротивление стартера, Ом (см. табл. П.6.); R_{Π} – сопротивление стартерной цепи, Ом. Его принимают равным 0,002 Ом.

Расчет параметров стартера для построения его электромеханических характеристик производят в нескольких точках от тока холостого тока (I_{CX}) до тока полного торможения – I_{CT} , с интервалом $(I_{CT} - I_{CX})/5$.

Ток холостого хода I_{CX} принимают равным $0,18 \cdot I_{CH \max}$, а ток торможения стартера рассчитывают по формуле

$$I_{CT} = \frac{U'_{HP}}{R'_B + R_{Ц} + R_C} = \frac{U'_{HP}}{R'_{\Sigma\Pi}},$$

Мощность стартера рассчитывают по найденным значениям n_c и M_c при $I_C = const$ по формуле (в кВт)

$$P_C = M_c \cdot n_c / 9550.$$

Результаты расчета заносят в табл. П.7, по данным таблицы в координатах мощность – частота вращения якоря стартера строят мощностную характеристику $P_C = f(n_c)$, как показано на рис. П.9.

Таблица П.7

Параметры электромеханических характеристик стартера

Параметры стартера	Ток стартера I_C, A					
	I_{CX}	I_{C1}	I_{C1+1}	I_{C1+2}	I_{C1+n}	I_{CT}
$n_c, мин^{-1}$						
$M_c, Н \cdot м$						
$P_c, кВт$						

Следующим этапом является расчет момента и мощности сопротивления прокручиванию коленчатого вала двигателя при пуске, т.е. зависимостей

$$M_{ДС} = f(n_D) \text{ и } N_{ДС} = f(n_D).$$

Момент сопротивления прокручиванию рассчитывают по эмпирической формуле (в Н·м)

$$M_{ДС} = 7,8 \cdot V_{л} \cdot k_3 (a_m + v_m \cdot n_{д}) v_m^c,$$

где $V_{л}$ – рабочий объем двигателя, л; k_3 – коэффициент учета момента сопротивления прокручиванию от дополнительных агрегатов (принимают равным 1,1); v_m – кинематическая вязкость моторного масла, мм²/с (сСт); $n_{д}$ – частота прокручивания коленчатого вала ДВС, мин⁻¹; a_m, v_m и c – эмпирические коэффициенты, которые для различных типов двигателей приведены в табл. П.8.

Таблица П.8

Значения эмпирических коэффициентов для расчета момента сопротивления прокручиванию

Тип двигателя	Число цилиндров	Значения коэффициентов		
		a_m	v_m	c
Бензиновый двигатель	6 и менее	0,05	0,00040	0,5
	8 и более	0,036	0,00028	0,5
Дизельный двигатель	4 и более	0,24	0,00033	0,37
	6	0,1	0,00033	0,41
	8 и более	0,11	0,00022	0,39

Вязкость моторного масла, для которой производят расчет момента сопротивления прокручиванию, указана в задании. Частоту прокручивания для бензиновых двигателей принимают в пределах 20–100 мин⁻¹ с интервалом 20 мин⁻¹, а дизельных 30–150 мин⁻¹ с интервалом 30 мин⁻¹.

Мощность сопротивления прокручиванию рассчитывают по формуле

$$N_{ДС} = \frac{M_{ДС} \cdot n_{ДС}}{9550}.$$

Рассчитанные значения момента и мощности сопротивления прокручиванию заносят в табл. П.9.

Таблица П.9

Момент и мощность сопротивления прокручиванию

Параметр	Значения момента и мощности сопротивления при частоте прокручивания, мин^{-1} :				
$M_{ДС}, \text{Н} \cdot \text{м}$					
$N_{ДС}, \text{кВт}$					

Рассчитанные таким образом характеристики стартера и двигателя могут быть совмещены для нахождения рабочей точки стартера при пуске (рис.П.9).

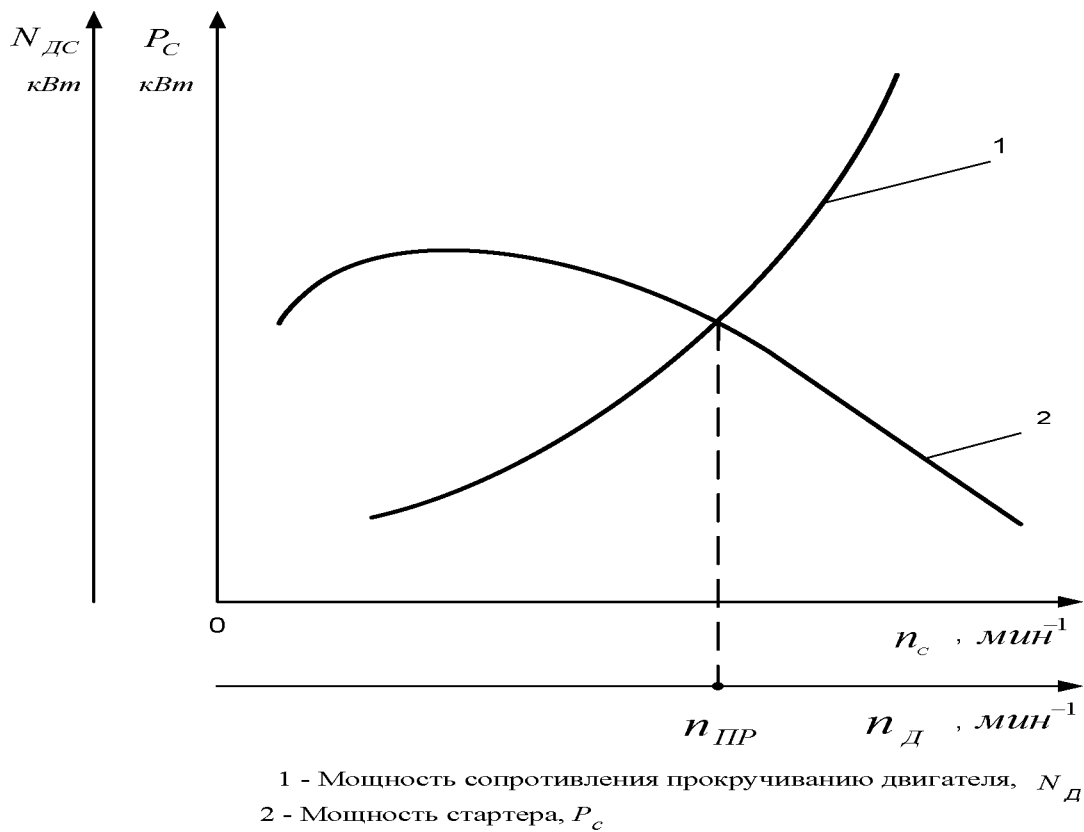


Рис. П.9 Совмещение мощностных характеристик стартера и двигателя

При совмещении зависимостей $P_{С} = f(n_{С})$ и $N_{ДС} = f(n_{Д})$ необходимо помнить, что $n_{Д} = n_{С} / i_{ДС}$, а $N_{ДС} = P_{С} \cdot \eta_{З}$ где $i_{ДС}$ - передаточное число привода стартера; $\eta_{З}$ – КПД передачи стартер - двигатель (принять равным 0,9).

В результате совмещения характеристик $P_c = f(n_c)$ и $N_{дс} = f(n_d)$ определяют частоту прокручивания коленчатого вала двигателя при заданных условиях. По совокупности таких точек, полученных для различных условий пуска по температуре и вязкости моторного масла, строят выходные характеристики системы электростартерного пуска.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие положения.....	3
Рабочая программа.....	5
Содержание дисциплины.....	6
Контрольная работа.....	9
Задача №1.....	14
Задача №2.....	15
Задача №3.....	15
Задача №4.....	17
Методические указания по выполнению контрольной работы.....	19
Библиографический список.....	20
Приложение 1 Расчет вольт-амперных характеристик аккумуляторной батареи	25
Приложение 2 Расчет характеристик системы зажигания	28
Приложение 3 Расчет зарядного баланса системы электроснабжения	30
Приложение 4 Определение частоты прокручивания коленчатого вала двигателя при пуске	36

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ

Методические указания по выполнению контрольной работы для студентов для студентов направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (профили «Автомобили и автомобильное хозяйство», «Автомобильный сервис», 43.03.01 «Сервис» профиль «Сервис транспортных средств») очной и заочной форм обучения

Составители: *Волков Е.В.*

Попов Е.В.

Главный редактор *Л. А. Суевалова*

Редактор *Н. Г. Петряева*

Подписано в печать 00.00.08 Формат 60х84 1/16.

Бумага писчая. Гарнитура «Таймс». Печать цифровая. Усл.печ.л.2,38

Тираж 111 экз. Заказ 111

Издательство Тихоокеанского государственного университета

680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.

Отдел оперативной полиграфии издательства Тихоокеанского государственного университета.

680035, Хабаровск, ул. Тихоокеанская, 136.