

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ**

**ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный  
университет имени императора Петра I»**

**Агроинженерный факультет**

**Кафедра тракторов и автомобилей**

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по выполнению контрольных работ для студентов  
заочной формы обучения по дисциплине**

**«Электротехника и электрооборудование  
транспортных и транспортно-технологических  
машин и оборудования»**

**для направления 190600.62 – «Эксплуатация транспортно -  
технологических машин и комплексов»**

**профиль подготовки бакалавра**

**190601.62 - «Автомобили и автомобильное хозяйство»**

**Воронеж  
2013**

Составитель: доцент кафедры тракторов и автомобилей  
*О.М. Костиков.*

Рецензент: доцент кафедры электрификации сельского хозяйства ВГАУ *Ю.М. Помогаев*

Методические указания по выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения по дисциплине «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования» для направления 190600.62 – «Эксплуатация транспортно - технологических машин и комплексов» профиль подготовки бакалавра 190601.62 - «Автомобили и автомобильное хозяйство» рассмотрены и рекомендованы на заседании кафедры тракторов и автомобилей (протокол № 2 от 3 октября 2013 г.).

Методические указания по выполнению контрольных работ для студентов заочной формы обучения по дисциплине «Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования» для направления 190600.62 – «Эксплуатация транспортно - технологических машин и комплексов» профиль подготовки бакалавра 190601.62 - «Автомобили и автомобильное хозяйство» рекомендованы методической комиссией агроинженерного факультета (протокол № 1 от 16 октября 2013 г.).

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ.....	5
2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	10
2.1. Системы электроснабжения.....	10
2.2. Системы пуска.....	11
2.3. Системы зажигания.....	11
2.4. Контрольно-измерительные приборы и информационные системы.....	12
2.5. Системы освещения и сигнализации.....	13
2.6. Электронные системы автоматического управления агрегатами ТиТТМО.....	13
2.7. Электропривод и коммутационная аппаратура.....	14
3. РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ.....	15
3.1. Методика определения скоростной характеристики батарейной системы зажигания.....	15
3.2. Порядок расчета скоростной характеристики батарейной системы зажигания.....	18
3.3. Пример расчета скоростной характеристики батарейной системы зажигания.....	20
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	24

## ВВЕДЕНИЕ

Электротехника и электрооборудование транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования (ТиТТМО) представляет собой комплекс взаимосвязанных электрических и электронных систем, обеспечивающих надежное функционирование двигателя, трансмиссии, ходовой части, безопасность движения, автоматизацию рабочих процессов и комфортные условия эксплуатации.

В настоящее время модельный ряд автомобилей и тракторов находящейся в эксплуатации серьезно изменился и расширился. Появилось большое количество зарубежных образцов транспортных и транспортно-технологических машин. В конструкции современных автомобилей и тракторов существенно расширился состав электрооборудования. Сегодня стоимость электрооборудования современных автомобилей и тракторов составляет до 25 % стоимости их самих.

Грамотная эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования в современных условиях не возможен без глубоких и полных знаний рабочих процессов протекающих в различных системах электрооборудования, на основе которых современный специалист разрабатывает способы воздействия для улучшения их рабочих характеристик.

Настоящая контрольная работа направлена на повышение уровня знаний студентов в ходе самостоятельного изучения дисциплины «Электротехника и электрооборудование ТиТТМО».

## 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Дисциплина электротехника и электрооборудование ТиТТМО является дисциплиной базовой части профессионального цикла дисциплин учебного плана по направлению 190600.62 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» профиль подготовки бакалавра 190601.62 - «Автомобили и автомобильное хозяйство»

Целью изучения дисциплины является дать будущему специалисту электротехнические знания в области электротехники и электрооборудования ТиТТМО, без которых невозможно изучение последующих специальных дисциплин на современном научном уровне.

Задачами дисциплины являются: изучение современных теоретических и практических положений электрооборудования ТиТТМО, которые позволяют будущему специалисту понять действие разнообразных электротехнических аппаратов и приборов, разбираться в их назначении, устройстве, особенностях конструкции и принципе действия, а также изложение особенностей конструкции зарубежных изделий.

Процесс изучения дисциплины «Электротехника и электрооборудование ТиТТМО» направлен на формирование следующих **компетенций**:

владеет культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения (**ОК-1**);

использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (**ОК-10**);

владеет основами методики разработки проектов и программ для отрасли, проведения необходимых мероприятий, связанных с безопасной и эффективной эксплуатацией транспортных и транспортно-технологических машин различного назначения, их агрегатов, систем и элементов, а также выполнения работ по стандартизации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов; основами умений рассмотрения и анализа различной технической документации (**ПК-5**);

способен к участию в составе коллектива исполнителей в проведении испытаний транспортно-технологических процессов и их элементов **(ПК-9)**;

способен в составе коллектива исполнителей к выполнению теоретических, экспериментальных, вычислительных исследований по научно-техническому обоснованию инновационных технологий эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов **(ПК-18)**;

способен к участию в составе коллектива исполнителей при выполнении лабораторных, стендовых, полигонных, приемосдаточных и иных видов испытаний систем и средств эксплуатации транспортно-технологических машин и комплексов **(ПК-19)**.

Контрольная работа по дисциплине «Электротехника и электрооборудование ТиТТМО» выполняется после изучения курса математики, физики, химии, общей электротехники и параллельно с курсом специальных дисциплин.

Контрольная работа выполняется в соответствии с индивидуальным вариантом и включает следующие задания:

- ответы на 4 вопроса по разделам теоретического курса;
- решение расчетного задания по определению скоростной характеристики батарейной системы зажигания.

Контрольные вопросы включают следующие разделы курса:

1. Системы электроснабжения;
2. Системы пуска;
3. Системы зажигания;
4. Контрольно-измерительные приборы и информационные системы;
5. Системы освещения и сигнализации;
6. Электронные системы автоматического управления агрегатами ТиТТМО;
7. Электропривод и коммутационная аппаратура.

Оформление работы осуществляется в тетради или на листах формата А4 в виде рукописи или машинописного текста шрифтом Times New Roman 12...14 размера. Рисунки и схемы выполняются карандашом или на компьютере с применением правил черчения, при необходимости они могут быть выполнены на масштабной бумаге и вклеены в соответствующие места ответов.

**Вариант задания на контрольную работу определяется по двум последним цифрам зачетной книжки.**

Номера вопросов согласно варианту задания, на которые требуется дать письменные ответы, определяются по таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Номера вопросов заданий по вариантам

Вариант	Номера вопросов по разделам				Номер расчетного задания
	1	2	3	4	
00	18	38	39	90	100
01	1	19	40	59	91
02	2	20	41	60	92
03	3	21	42	61	93
04	4	22	43	62	94
05	5	23	44	63	95
06	6	24	45	64	96
07	7	25	46	65	97
08	8	26	47	66	98
09	9	27	48	67	99
10	10	28	49	68	100
11	11	29	50	69	91
12	12	30	51	70	92
13	13	31	52	71	93
14	14	32	53	72	94
15	15	33	54	73	95
16	16	34	55	74	96
17	17	35	56	75	97
18	18	36	57	76	98
19	1	37	58	77	99
20	2	38	39	78	100
21	3	37	40	79	91
22	4	36	41	80	92
23	5	35	42	81	93
24	6	34	43	82	94
25	7	33	44	83	95
26	8	32	45	84	96
27	9	31	46	85	97
28	10	30	47	86	98
29	11	29	48	87	99

Вариант	Номера вопросов по разделам				Номер расчетного задания
	1	2	3	4	
30	12	28	49	88	100
31	13	27	50	89	91
32	14	26	51	90	92
33	15	25	52	89	93
34	16	24	53	88	94
35	17	23	54	87	95
36	18	22	55	86	96
37	1	21	56	85	97
38	2	20	57	84	98
39	3	19	58	83	99
40	4	20	39	82	100
41	5	21	40	81	91
42	6	22	41	80	92
43	7	23	42	79	93
44	8	24	43	78	94
45	9	25	44	77	95
46	10	26	45	76	96
47	11	27	46	75	97
48	12	28	47	74	98
49	13	29	48	73	99
50	14	30	49	72	100
51	15	31	50	71	91
52	16	32	51	70	92
53	17	33	52	69	93
54	18	34	53	68	94
55	1	35	54	67	95
56	2	36	55	66	96
57	3	37	56	65	97
58	4	38	57	64	98
59	5	37	58	63	99
60	6	36	39	62	100
61	7	35	40	61	91
62	8	34	41	60	92
63	9	33	42	59	93
64	10	32	43	60	94



Вариант	Номера вопросов по разделам				Номер расчетного задания
	1	2	3	4	
65	11	31	44	61	95
66	12	30	45	62	96
67	13	29	46	63	97
68	14	28	47	64	98
69	15	27	48	65	99
70	16	26	49	66	100
71	17	25	50	67	91
72	18	24	51	68	92
73	1	23	52	69	93
74	2	22	53	70	94
75	3	21	54	71	95
76	4	20	55	72	96
77	5	19	56	73	97
78	6	20	57	74	98
79	7	21	58	75	99
80	8	22	39	76	100
81	9	23	40	77	91
82	10	24	41	78	92
83	11	25	42	79	93
84	12	26	43	80	94
85	13	27	44	81	95
86	14	28	45	82	96
87	15	29	46	83	97
88	16	30	47	84	98
89	17	31	48	85	99
90	18	32	49	86	100
91	1	33	50	87	91
92	2	34	51	88	92
93	3	35	52	89	93
94	4	36	53	90	94
95	5	37	54	89	95
96	6	38	55	88	96
97	7	37	56	87	97
98	8	36	57	86	98
99	9	35	58	85	99

## 2. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Для удобства определения вопросов контрольной работы для конкретного варианта, все приведенные контрольные вопросы по разделам имеют сплошную нумерацию, соответствующую таблице 1.1.

### 2.1. Системы электроснабжения

1. Какие типы генераторов применяются в настоящее время на автомобилях, каковы достоинства и недостатки этих генераторов?

2. Приведите электрические схемы генераторов переменного тока с клювообразным ротором и индукторного и дайте их сравнительную оценку.

3. Приведите основные характеристики генераторов переменного тока и проведите их анализ.

4. Объясните причины самоограничения максимального тока на современных автотракторных генераторах при увеличении частоты вращения ротора.

5. Опишите основные принципы автоматического регулирования напряжения генератора.

6. Какие типы регуляторов напряжения используются в электрооборудовании автомобилей, в чем заключаются их достоинства и недостатки?

7. Приведите схему и опишите работу электромагнитного регулятора напряжения (РР380 или его аналог).

8. Приведите схему и опишите работу регулятора напряжения смешанного типа (РР362 или его аналог).

9. Приведите схему и опишите работу электронного регулятора напряжения (РР350 или его аналог).

10. Приведите схему и опишите работу интегрального регулятора напряжения (Я112А или его аналог).

11. Приведите схему и опишите работу электронного регулятора напряжения с широтно-импульсным модулятором (Я212А или его аналог).

12. Опишите операции технического обслуживания генераторных установок.

13. Укажите назначение, условия эксплуатации и требования, предъявляемые к стартерным аккумуляторным батареям.

14. Объясните принцип работы свинцового аккумулятора.
15. В чем заключается явление саморазряда свинцовых аккумуляторных батарей, и какие факторы оказывают на это влияние?
16. Перечислите правила эксплуатации свинцовых стартерных батарей в зависимости от времени года и климатических условий.
17. Опишите правила подготовки свинцовых аккумуляторных батарей к эксплуатации.
18. Опишите методы заряда аккумуляторных батарей и перечислите их достоинства и недостатки.

## **2.2. Системы пуска**

19. Опишите особенности процесса пуска автомобильных и тракторных двигателей.
20. Какими показателями оцениваются пусковые качества автомобильных и тракторных двигателей?
21. Укажите структурную схему системы электростартерного пуска и поясните назначение ее основных элементов.
22. Опишите особенности работы электростартеров и приведите основные требования, предъявляемые к ним.
23. Укажите электромеханические характеристики электростартеров.
24. Приведите схемы внутренних соединений электростартеров и укажите их основные особенности.
25. Приведите схемы управления электростартерами используемые в системах пуска двигателей автомобилей.
26. Что представляет собой система «стоп-старта» и как она работает?
27. Укажите правила эксплуатации и технического обслуживания электростартеров.
28. Приведите основные неисправности электрических стартеров и укажите способы их устранения.

## **2.3. Системы зажигания**

29. Укажите назначение, и принцип действия системы зажигания двигателей с принудительным воспламенением рабочей смеси.

30. Приведите основные параметры, характеризующие системы зажигания.

31. Дайте характеристику этапам рабочего процесса протекающего в системах зажигания двигателей автомобилей.

32. Приведите основные способы распределения зажигания по цилиндрам двигателя.

33. Опишите принцип действия классической (контактной) системы зажигания.

34. Опишите принцип действия контактно-транзисторной системы зажигания.

35. Опишите принцип действия электронной системы зажигания с нерегулируемым временем накопления энергии.

36. Опишите принцип действия электронной системы зажигания с регулируемым временем накопления энергии.

37. Опишите принцип действия микропроцессорной системы зажигания.

38. Перечислите основные операции технического обслуживания систем зажигания.

#### **2.4. Контрольно-измерительные приборы и информационные системы**

39. Каково назначение информационно-измерительной системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования и какие требования предъявляются к ней?

40. Приведите основные типы приборов применяемых в информационных системах автомобилей и тракторов.

41. Укажите типы датчиков применяемых в информационных системах и опишите их устройство.

42. Укажите типы указателей применяемых в информационных системах и опишите их устройство.

43. Объясните принцип действия приборов для измерения давления и разряжения.

44. Объясните принцип действия приборов для измерения температуры жидкости или газа.

45. Объясните принцип действия приборов контроля зарядного режима аккумуляторной батареи.

46. Объясните принцип действия спидометра и тахометра с механическим приводом.

47. Объясните принцип действия спидометра и тахометра с электрическим приводом.

48. Объясните назначение и особенности работы тахографов.

## **2.5. Системы освещения и сигнализации**

49. Укажите назначение и приведите классификацию световых приборов применяемых на автомобилях и тракторах.

50. Приведите правила международной системы обозначения световых приборов.

51. Как устроены лампы световых приборов?

52. Какова сущность рабочего процесса протекающего в галогенных лампах?

53. Объясните правила формирования светового пучка в фарах головного освещения.

54. Приведите отличительные признаки американских и европейских систем светораспределения.

55. Опишите особенности работы двухфарной и четырехфарной системы светораспределения.

56. Укажите оценочные критерии, используемые при нормировании светотехнических характеристик головных фар.

57. Приведите перечень светосигнальных приборов допускаемых к применению на автомобиле.

58. Перечислите основные операции технического обслуживания системы освещения и сигнализации.

## **2.6. Электронные системы автоматического управления агрегатами ТиТТМО**

59. Опишите принципы автоматического управления двигателем.

60. Укажите назначение и опишите работу системы автоматического управления экономайзером принудительного холостого хода.

61. Опишите работу карбюратора с электронным управлением.

62. Опишите работу электронной системы центрального (моно) впрыскивания топлива в бензиновых двигателях.

63. Опишите работу электронной системы распределенного

впрыскивания топлива в бензиновых двигателях.

64. Опишите принцип работы комплексных электронных систем автоматического управления бензиновым двигателем.

65. Опишите устройство и принципы работы датчиков электронных систем управления двигателем.

66. Опишите устройство и принципы работы исполнительных устройств электронных систем управления двигателем.

67. Как устроена и работает система улавливания паров бензина в электронных системах управления двигателями?

68. Опишите работу электронных систем управления дизельными двигателями.

69. Укажите основные правила эксплуатации и технического обслуживания электронных систем управления.

70. Приведите особенности диагностирования электронных систем управления двигателем бортовыми диагностическими средствами.

71. Приведите особенности диагностирования электронных систем управления двигателем небортовыми диагностическими средствами.

72. Приведите назначение, функциональные возможности и режимы работы диагностического сканера (ДСТ-10Н или его аналога).

73. Приведите назначение, функциональные возможности и режимы работы компьютерного сканера (Мотор-Тестер МТ10 или его аналога).

74. Приведите назначение, функциональные возможности и режимы работы маршрутно-диагностического компьютера (Prestige-V55 или его аналога).

## **2.7. Электропривод и коммутационная аппаратура**

75. Опишите режимы работы электропривода вспомогательного электрооборудования автомобилей.

76. Опишите устройство и принцип работы электродвигателя с электромагнитным возбуждением применяемом во вспомогательном электрооборудовании автомобилей.

77. Опишите устройство и принцип работы электродвигателя с возбуждением от постоянных магнитов применяемом во вспомогательном электрооборудовании автомобилей.

78. Опишите устройство и работу моторедуктора применяемого в стеклоочистителях.

79. Опишите устройство работу моторедуктора применяемого в стеклоподъемниках.

80. Опишите устройство работу моторедуктора блокировки замков дверей.

81. Приведите электрическую схему электропривода стеклоочистителя и опишите ее работу.

82. Приведите электрическую схему управления системой блокировки замков дверей и опишите ее работу.

83. Приведите электрическую схему блока управления стеклоподъемником и опишите ее работу.

84. Опишите устройство и работу автоматической системы управления стеклоочистителем и стеклоомывателем.

85. Укажите основные операции технического обслуживания электропривода вспомогательного электрооборудования.

86. Как осуществляется распределение электроэнергии для питания потребителей на автомобилях и тракторах?

87. Как выбирают допустимые потери напряжения в цепях электрооборудования автомобилей и тракторов.

88. Приведите основные принципы построения схем электрооборудования автомобилей и тракторов.

89. Опишите устройство и работу дистанционного выключателя массы.

90. Укажите основные операции технического обслуживания бортовой сети автомобилей и тракторов.

### **3. РАСЧЕТНОЕ ЗАДАНИЕ**

#### **3.1. Методика определения скоростной характеристики батарейной системы зажигания**

Целью расчетного задания является определение зависимостей тока разрыва первичной цепи и максимального вторичного напряжения батарейной системы зажигания с накоплением энергии в индуктивности от частоты вращения коленчатого вала двигателя.

Электрическая схема батарейной системы зажигания с накоплением энергии в индуктивности изображена на рисунке 3.1.

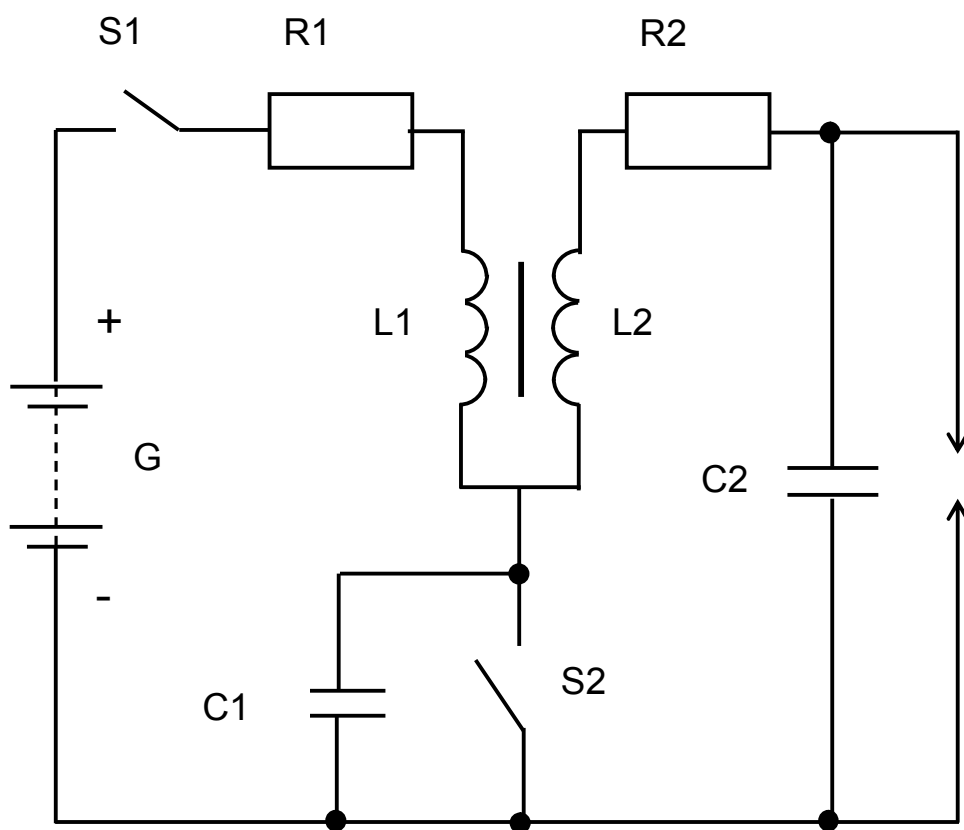


Рисунок 3.1 - Схема батарейной системы зажигания с накоплением энергии в индуктивности

Система зажигания работает следующим образом. Выключатель зажигания S1 включает систему в сеть питания. При вращении коленчатого вала двигателя происходит замыкание контактов прерывательного механизма S2, и ток в первичной обмотке катушки зажигания начинает нарастать. В момент подачи искрового импульса, для зажигания рабочей смеси в цилиндре двигателя, прерыватель S2 размыкает свои контакты, после чего в системе зажигания возникает колебательный процесс, связанный с обменом энергией между магнитным полем катушки и электрическим полем в емкостях первичной и вторичной цепей, что приводит к индуцированию во вторичной обмотке катушки зажигания высокого вторичного напряжения. Если максимальное значение вторичного напряжения превышает напряжение пробоя искрового промежутка свечи, возникает необходимая для зажигания искра.



Максимальное вторичное напряжение системы зажигания  $U_{2m}$ , В, определяется по формуле

$$U_{2m} = I_p \frac{W_2}{W_1} \sqrt{\frac{L_1}{C_1 + C_2 \left(\frac{W_2}{W_1}\right)^2}} \eta \quad (1)$$

где  $I_p$  - ток разрыва первичной цепи, А;

$W_1$  и  $W_2$  соответственно число витков первичной и вторичной обмоток катушки зажигания;

$L_1$  - индуктивность первичной цепи, Гн;

$C_1$  и  $C_2$  - емкости первичной и вторичной цепей системы зажигания соответственно, Ф;

$\eta$  - коэффициент учитывает потери энергии в катушке зажигания.

Ток разрыва первичной цепи определяется по формуле

$$I_p = \frac{U_1}{R_1} \left(1 - e^{-\frac{t_3}{\tau_1}}\right) \quad (2)$$

где  $U_1$  - напряжение в первичной цепи системы зажигания, В;

$R_1$  - сопротивление первичной цепи, Ом;

$t_3$  - время замкнутого состояния контактов, с;

$\tau_1$  - постоянная времени первичной цепи,  $\frac{\text{Гн}}{\text{Ом}}$ .

Для четырехтактного двигателя время замкнутого состояния контактов определяется как

$$t_3 = \tau_3 \frac{120}{z n} \quad (3)$$

где  $\tau_3$  - относительное время замкнутого состояния контактов;

$z$  - число цилиндров двигателя;

$n$  - частота вращения коленчатого вала двигателя,  $\text{мин}^{-1}$ .

Постоянная времени первичной цепи системы зажигания равна

$$\tau_1 = \frac{L_1}{R_1}. \quad (4)$$

### **3.2. Порядок расчета скоростной характеристики батарейной системы зажигания**

Номер варианта исходных данных для расчетного задания определяется по таблице 1.1.

Скоростная характеристика батарейной системы зажигания определяется по формулам (1) и (4) данного методического указания, исходные данные для расчетов указаны в таблице 3.1.

Расчеты проводятся для шести значений частот вращения коленчатого вала двигателя в диапазоне  $500 \dots 5500 \text{ мин}^{-1}$  с интервалом  $1000 \text{ мин}^{-1}$ . Результаты расчетов сводятся в таблицу и представляются в виде графической зависимости тока разрыва первичной цепи и максимального вторичного напряжения от частоты вращения коленчатого вала двигателя ( $I_p = f(n)$  и  $U_{2m} = f(n)$ ).

После выполнения задания необходимо объяснить характер и причины изменения тока разрыва первичной цепи и максимального вторичного напряжения при увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя. Кроме того следует указать как повлияет изменение параметров скоростной характеристики батарейной системы зажигания на процесс воспламенения рабочей смеси в цилиндрах двигателя.

Таблица 3.1 - Исходные данные для расчета скоростной характеристики батарейной системы зажигания

Наименование параметра	Обозначение	Номера вариантов расчетного задания									
		91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Число цилиндров двигателя	$z$	2	2	4	4	4	6	6	6	8	8
Напряжение в первичной цепи, В	$U_1$	9,5	10,2	8,7	9,0	9,2	9,5	9,7	10,0	10,5	10,7
Число витков первичной обмотки катушки зажигания	$W_1$	185	215	230	200	195	180	205	220	210	190
Число витков вторичной обмотки катушки зажигания	$W_2$	26000	30000	35000	28000	31000	25000	27000	33000	29000	36000
Сопротивление первичной цепи, Ом	$R_1$	1,5	2,1	1,6	1,8	1,8	1,9	1,4	1,3	1,2	1,3
Индуктивность первичной цепи, Гн	$L_1$	$3,7 \times 10^{-3}$	$3,4 \times 10^{-3}$	$3,1 \times 10^{-3}$	$4,2 \times 10^{-3}$	$4,5 \times 10^{-3}$	$4,8 \times 10^{-3}$	$5,1 \times 10^{-3}$	$3,3 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-3}$	$4,3 \times 10^{-3}$
Емкость первичной цепи, Ф	$C_1$	$1,5 \times 10^{-7}$	$1,7 \times 10^{-7}$	$1,9 \times 10^{-7}$	$2,1 \times 10^{-7}$	$2,3 \times 10^{-7}$	$2,5 \times 10^{-7}$	$3,1 \times 10^{-7}$	$3,3 \times 10^{-7}$	$3,5 \times 10^{-7}$	$3,8 \times 10^{-7}$
Емкость вторичной цепи, Ф	$C_2$	$7 \times 10^{-11}$	$10 \times 10^{-11}$	$8 \times 10^{-11}$	$12 \times 10^{-11}$	$15 \times 10^{-11}$	$18 \times 10^{-11}$	$20 \times 10^{-11}$	$22 \times 10^{-11}$	$25 \times 10^{-11}$	$30 \times 10^{-11}$
Относительное время замкнутого состояния контактов	$\tau_3$	0,27	0,24	0,25	0,31	0,33	0,35	0,34	0,32	0,23	0,22
Коэффициент учитывающий потери энергии в катушке зажигания	$\eta$	0,7	0,72	0,74	0,76	0,78	0,8	0,82	0,84	0,86	0,88

### 3.3. Пример расчета скоростной характеристики батарейной системы зажигания

Исходные данные для расчета выбираются из таблицы 3.1.

$$z = 8; U_1 = 10 \text{ В}; W_1 = 185; W_2 = 26000; R_1 = 1,5 \text{ Ом}; \\ L_1 = 3,7 \times 10^{-3} \text{ Гн}; C_1 = 1,5 \times 10^{-7} \text{ Ф}; C_2 = 7 \times 10^{-11} \text{ Ф}; \tau_3 = 0,22; \eta = 0,7$$

Затем по формуле 3 определяется время замкнутого состояния контактов

$$t_{3\ 500} = 0,22 \frac{120}{8 \cdot 500} = 6,6 \cdot 10^{-3} \text{ с};$$

$$t_{3\ 1500} = 0,22 \frac{120}{8 \cdot 1500} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ с};$$

$$t_{3\ 2500} = 0,22 \frac{120}{8 \cdot 2500} = 1,3 \cdot 10^{-3} \text{ с};$$

$$t_{3\ 3500} = 0,22 \frac{120}{8 \cdot 3500} = 0,9 \cdot 10^{-3} \text{ с};$$

$$t_{3\ 4500} = 0,22 \frac{120}{8 \cdot 4500} = 0,7 \cdot 10^{-3} \text{ с};$$

$$t_{3\ 5500} = 0,22 \frac{120}{8 \cdot 5500} = 0,6 \cdot 10^{-3} \text{ с}.$$

Далее определяется ток разрыва первичной цепи по формуле 2 учитывая значение постоянной времени первичной цепи системы зажигания, которая рассчитывается по формуле 4.

$$\tau_1 = \frac{3,7 \cdot 10^{-3}}{1,5} = 2,5 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Гн}}{\text{Ом}};$$

$$I_{p500} = \frac{10}{1,5} \left( 1 - 2,7 \frac{6,6 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-3}} \right) = 6,2 \text{ A};$$

$$I_{p1500} = \frac{10}{1,5} \left( 1 - 2,7 \frac{2,2 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-3}} \right) = 3,9 \text{ A};$$

$$I_{p2500} = \frac{10}{1,5} \left( 1 - 2,7 \frac{1,3 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-3}} \right) = 2,7 \text{ A};$$

$$I_{p3500} = \frac{10}{1,5} \left( 1 - 2,7 \frac{0,9 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-3}} \right) = 2,1 \text{ A};$$

$$I_{p4500} = \frac{10}{1,5} \left( 1 - 2,7 \frac{0,7 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-3}} \right) = 1,7 \text{ A};$$

$$I_{p5500} = \frac{10}{1,5} \left( 1 - 2,7 \frac{0,6 \cdot 10^{-3}}{2,5 \cdot 10^{-3}} \right) = 1,4 \text{ A}.$$

После расчета тока разрыва первичной цепи определяем максимальное вторичное напряжение системы зажигания по формуле 1

$$U_{2m500} = 6,2 \frac{26000}{185} \sqrt{\frac{3,7 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 10^{-7} + 7 \cdot 10^{-11} \left(\frac{26000}{185}\right)^2}} \cdot 0,7 = 35718 \text{ В};$$

$$U_{2m1500} = 3,9 \frac{26000}{185} \sqrt{\frac{3,7 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 10^{-7} + 7 \cdot 10^{-11} \left(\frac{26000}{185}\right)^2}} \cdot 0,7 = 22445 \text{ В};$$

$$U_{2m2500} = 2,7 \frac{26000}{185} \sqrt{\frac{3,7 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 10^{-7} + 7 \cdot 10^{-11} \left(\frac{26000}{185}\right)^2}} \cdot 0,7 = 15718 \text{ В};$$

$$U_{2m3500} = 2,1 \frac{26000}{185} \sqrt{\frac{3,7 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 10^{-7} + 7 \cdot 10^{-11} \left(\frac{26000}{185}\right)^2}} \cdot 0,7 = 12033 \text{ В};$$

$$U_{2m4500} = 1,7 \frac{26000}{185} \sqrt{\frac{3,7 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 10^{-7} + 7 \cdot 10^{-11} \left(\frac{26000}{185}\right)^2}} \cdot 0,7 = 9734 \text{ В};$$

$$U_{2m5500} = 1,4 \frac{26000}{185} \sqrt{\frac{3,7 \cdot 10^{-3}}{1,5 \cdot 10^{-7} + 7 \cdot 10^{-11} \left(\frac{26000}{185}\right)^2}} \cdot 0,7 = 8169 \text{ В}.$$

Полученные результаты расчета скоростной характеристики батарейной системы зажигания заносятся в таблицу 3.2 и представляются в виде графической зависимости тока разрыва первичной цепи и максимального вторичного напряжения от частоты вращения коленчатого вала двигателя (рисунок 3.2).

Таблица 3.2 - Результаты расчета скоростной характеристики батарейной системы зажигания

Параметры рабочего процесса	Частота вращения коленчатого вала $n$ , $\text{мин}^{-1}$ .					
	500	1500	2500	3500	4500	5500
Ток разрыва первичной цепи $I_p$ , А	6,2	3,9	2,7	2,1	1,7	1,4
Максимальное вторичное напряжение $U_{2m}$ , В	35718	22445	15718	12033	9734	8169

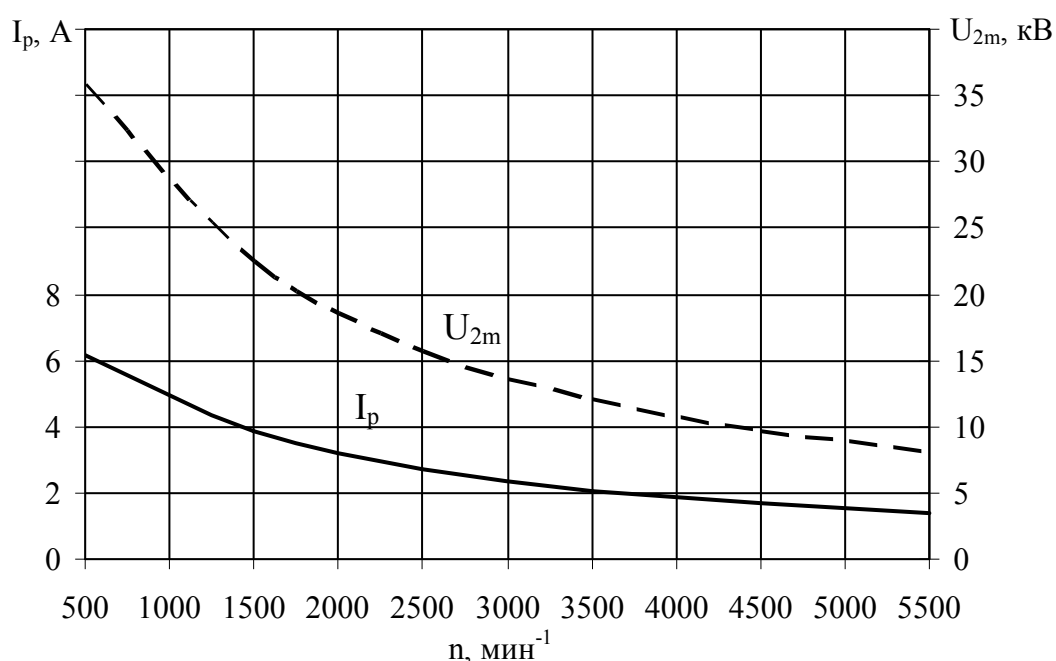


Рисунок 3.2 - Графическая зависимость тока разрыва первичной цепи и максимального вторичного напряжения от частоты вращения коленчатого вала двигателя

Вывод: При увеличении частоты вращения коленчатого вала двигателя наблюдается снижение тока разрыва первичной цепи и максимального вторичного напряжения, которые имеют прямо пропорциональную зависимость. На снижение тока разрыва первичной цепи влияет время замкнутого состояния контактов, которое с ростом частоты вращения коленчатого вала уменьшается и ограничивает нарастание тока в первичной цепи.

При частоте вращения коленчатого вала двигателя более  $2500 \text{ мин}^{-1}$  режим воспламенения рабочей смеси в цилиндрах становится ненадежным из за низкого значения вторичного напряжения (менее 15 кВ).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Акимов, С.В. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов/ С.В. Акимов, Ю.П. Чижков. – М.: ЗАО «КЖИ «За рулем», 2004. – 384 с.
2. Ютт, В.Е. Электрооборудование автомобилей: учебник для вузов/ В.Е. Ютт. – М.: Горячая линия-телеком, 2006. – 440с.
3. Поливаев, О.И. Электронные системы управления бензиновых двигателей: учебное пособие для вузов/ О.И. Поливаев, О.М. Костиков, О.С. Ведринский. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2008. – 137 с.
4. Соснин, Д.А. Электрическое, электронное и автотронное оборудование легковых автомобилей (Автотроника-3): учебник для вузов/ Д.А. Соснин. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2010 . – 379 с.
5. Болотов, А.К. Конструкция тракторов и автомобилей/ А.К. Болотов, А.А. Лопарев, В.И. Судницын. – М: КолосС, 2008.– 319 с.
6. Конструкция тракторов и автомобилей: учебное пособие для студентов вузов/ О.И. Поливаев [и др.]; под общ. ред. О.И. Поливаева. – Воронеж: ВГАУ, 2011. – 429 с.