

**Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Уфимский государственный авиационный технический университет**

**ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ
УСТРОЙСТВА И ЭЛЕКТРОНИКА**

**Методические указания
к выполнению расчетно-графических работ
по дисциплине «Электротехника и электроника»**

Уфа 2009

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Уфимский государственный авиационный технический университет

Кафедра теоретических основ электротехники

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ УСТРОЙСТВА И ЭЛЕКТРОНИКА

Методические указания
к выполнению расчетно-графических работ
по дисциплине «Электротехника и электроника»

Уфа 2009

Составители: Р.В. Ахмадеев, И.В. Вавилова, П.А. Грахов,
А.П. Казадаев, Т.М. Крымская

УДК 621.3 (07)

ББК 31.2 (я7)

Э45

Электрические цепи, электромагнитные устройства и электроника: Методические указания к выполнению расчетно-графических работ по дисциплине «Электротехника и электроника» / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т; Сост.: Р.В. Ахмадеев, И.В. Вавилова, П.А. Грахов, А.П. Казадаев, Т.М. Крымская, -Уфа, 2009. – 65с.

Методические указания содержат варианты заданий по расчетно-графическим работам и рекомендации по их выполнению.

Методические указания соответствуют требованиям, предъявляемым государственным образовательным стандартом к содержанию дисциплины «Электротехника и электроника».

Методические указания предназначены для студентов направлений подготовки бакалавров: 140100, 140500, 160100, и студентов, обучающихся по специальностям: 140101, 140501, 150802, 160301, 160304, 160901, 190700.

Табл. 18. Ил.49. Библиогр.: 11 назв.

Рецензенты: канд. техн. наук, доц. кафедры ТОЭ УГАТУ
А.Р. Фатхиев;
канд. техн. наук, доц. кафедры ЭМ УГАТУ
Н.К. Потапчук.

© Уфимский государственный авиационный
технический университет, 2009

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| Введение..... | 4 |
| Задача ЭЦ-1. Расчет линейной электрической цепи постоянного тока..... | 7 |
| Задача ЭЦ-2. Расчет электрической цепи однофазного переменного тока..... | 14 |
| Задача ЭЦ-3. Расчет трехфазной цепи | 17 |
| Задача МЦ-1. Расчет магнитной системы электромагнитного клапана..... | 20 |
| Задача МЦ-2. Расчет характеристик силовых трансформаторов..... | 25 |
| Задача ЭМ-1. Расчет характеристик авиационных электрических машин постоянного тока | 30 |
| Задача ЭМ-2. Расчет характеристик электрических машин постоянного тока промышленного назначения..... | 33 |
| Задача ЭМ-3. Расчет характеристик асинхронных двигателей..... | 37 |
| Задача ЭП-1. Расчет стабилизированного блока питания..... | 44 |
| Приложение П-1. Кривые намагничивания электротехнических сталей | 48 |
| Приложение П-2. Конструктивное исполнение электрических машин..... | 57 |
| Приложение П-3. Пример оформления титульного листа..... | 63 |
| Литература..... | 64 |

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к выполнению расчетно-графических работ являются составной частью учебно-методического комплекса (УМК) по дисциплине «Электротехника и электроника» для следующих направлений и специальностей подготовки бакалавров: 140100 – Теплоэнергетика, 140500 – Энергомашиностроение, 160100 – Авиа- и ракетостроение; и дипломированных специалистов: 140101 – Тепловые электрические станции, 140501 – Двигатели внутреннего сгорания, 150802 – Гидравлические машины, гидроприводы и гидропнеумоавтоматика, 160301 –Авиационные двигатели и энергетические установки, 160304 –Авиационная и ракетно-космическая теплотехника, 160901 – Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей, 190700 – Организация перевозок и управление на транспорте (транспортная логистика).

Тематика и содержание расчетно-графических работ (РГР) составлены в соответствии с требованиями Государственных образовательных стандартов и с рекомендациями типовой программы дисциплины «Электротехника и электроника», рекомендованной Минобразованием России для направлений подготовки бакалавров и специалистов в области техники и технологии.

Целью РГР по дисциплине «Электротехника и электроника» является развитие инженерного мышления, приобретение знаний, необходимых для изучения специальных дисциплин, связанных с проектированием и эксплуатацией электротехнического оборудования.

Выполнение студентами РГР способствует получению ими знаний, умений и навыков, необходимых для квалифицированного использования того или иного электротехнического устройства в процессе решения проектно-конструкторских задач и правильного выбора необходимых электротехнических, электронных и электроизмерительных устройств; умению правильно эксплуатировать эти устройства и составлять совместно с инженерами-электриками технические задания на разработку электрических частей автоматизированных устройств для управления энергетическими установками и гидроприводами.

В процессе выполнения РГР приобретаются практические навыки по построению моделей и схем замещения электрических цепей, электромагнитных устройств, электрических машин, электрон-

ных устройств, а также расчету основных эксплуатационных характеристик электротехнического оборудования, необходимых как при изучении дальнейших специальных дисциплин, так и в практической деятельности инженеров-механиков при работе с технологическим оборудованием, имеющим электрический привод и современные измерительные системы.

В результате выполнения РГР студент

получает практическое представление о

- методах анализа электрических, магнитных и электронных цепей;

- принципах действия, эксплуатационных особенностях и выборе электромагнитных устройств, электрических машин и приборов;

- принципах действия и возможностях применения электроизмерительных приборов и способах измерений электрических величин;

- основные свойства, характеристики и параметры современных электронных приборов и интегральных микросхем;

учится:

-использовать основные свойства и характеристики электрических цепей;

- различать принципы действия, конструктивные и эксплуатационные особенности электрических машин и приводов;

- изображать электрические схемы по требованиям к оформлению технической документации и изображения электротехнических систем в соответствии с ЕСКД и ГОСТ;

приобретает навык:

- практического анализа работы электрических и электронных цепей и выполнения простейших оценочных электромагнитных расчетов;

- чтения и расчета электротехнических схем и расчета основных характеристик электротехнических устройств;

- выбора средств и методов расчета, измерений, оценки достоверности получаемых результатов.

Каждое задание расчетно-графической работы содержит условие задачи, поясняющий текст, а также рекомендации по преобразо-

ванию схемы и ссылки на литературу, где разобраны аналогичные задачи.

В зависимости от специальности задание может корректироваться преподавателем в соответствии с учебной программой дисциплины.

Пояснительная записка к расчетно-графической работе оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.105-79 «Общие требования к текстовым документам», ГОСТ 2.106-68 «Текстовые документы».

Пояснительная записка выполняется на листах на одной стороне листа формата А4 с основной надписью. Титульный лист является первым листом. Пример оформления титульного листа приведен в приложении.

Каждая расчетно-графическая работа должна содержать следующие основные части:

- расчетная схема с подклеенной машинной распечаткой индивидуального задания и условия задачи,
- расчет,
- необходимые графики и диаграммы.

При оформлении работы следует руководствоваться следующими правилами:

1. Рисунки, графики, схемы, выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.702-75.

2. Расчет каждой искомой величины следует выполнять сначала в общем виде, а затем в полученную формулу подставить числовые значения и привести окончательный результат с указанием единицы измерения. Решение задач не следует перегружать приведением всех алгебраических преобразований и арифметических расчетов.

3. В ходе решения задачи не следует изменять однажды принятые направления токов, напряжений, наименование узлов и т.д. При решении одной и той же задачи различными методами одна и та же величина должна обозначаться одним и тем же буквенным символом.

Нумерация страниц должна быть сквозной, включая иллюстрации и графики.

ЗАДАЧА ЭЦ-1

РАСЧЕТ ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Задание:

Для заданной схемы (рис.ЭЦ-1.1 – ЭЦ-1.28) требуется:

- 1) определить токи в ветвях с помощью уравнений составленных по законам Кирхгофа;
- 2) составить уравнение баланса мощностей;
- 3) определить показания вольтметра;
- 4) определить ток I_1 в ветви с сопротивлением R_1 по методу эквивалентного генератора и построить график зависимости $I_1 = f(R)$ при изменении $R < R_1 < 10R$

Номер схемы, её параметры (R_i, E_i) выдаются преподавателем каждому студенту индивидуально в виде распечатки на ЭВМ или из табл. ЭЦ1.1 и ЭЦ1.2.

Таблица ЭЦ1.1

| Число десятков в номере задания | E_1 | E_2 | E_3 | E_4 | E_5 | E_5 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | - | - | + | + | - | + |
| 1 | + | - | - | + | - | + |
| 2 | - | - | + | + | - | - |
| 3 | + | - | - | + | + | - |
| 4 | - | + | - | + | + | - |
| 5 | + | + | - | + | - | - |
| 6 | + | + | - | - | + | - |
| 7 | - | + | + | - | + | - |
| 8 | - | + | + | - | - | + |
| 9 | + | - | + | - | - | + |

| Число единиц в номере задания | E_1 | E_2 | E_3 | E_4 | E_5 | E_6 | R_1 | R_2 | R_3 | R_4 | R_5 | R_6 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | -42 | 14 | -43 | 56 | 36 | 49 | 93 | 16 | 31 | 58 | 10 | 46 |
| 1 | 30 | 45 | 11 | -55 | 75 | 10 | 11 | 75 | 48 | 35 | 63 | 87 |
| 2 | 23 | 44 | 54 | 10 | 19 | -41 | 39 | 43 | 34 | 91 | 26 | 79 |
| 3 | 80 | -53 | 19 | 35 | -29 | 27 | 96 | 16 | 85 | 40 | 62 | 91 |
| 4 | 16 | 12 | 39 | 18 | 25 | 48 | 77 | 12 | 69 | 70 | 84 | 49 |
| 5 | 40 | -44 | 19 | -50 | 17 | 51 | 87 | 81 | 27 | 37 | 12 | 78 |
| 6 | 45 | 33 | -48 | 51 | 22 | -42 | 12 | 95 | 11 | 18 | 17 | 46 |
| 7 | 25 | -13 | 44 | -49 | 24 | 41 | 42 | 23 | 20 | 73 | 65 | 94 |
| 8 | 47 | 11 | 19 | -29 | -51 | 31 | 66 | 68 | 58 | 34 | 18 | 96 |
| 9 | -31 | 26 | 30 | 38 | 20 | -39 | 89 | 15 | 40 | 24 | 48 | 30 |

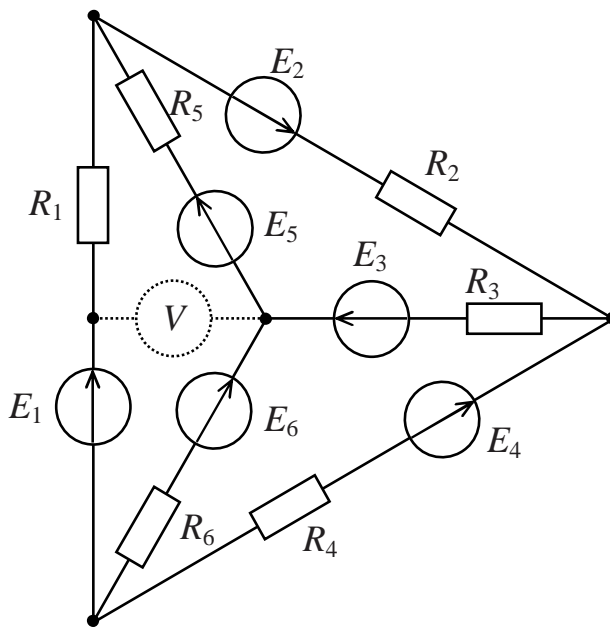


Рис.ЭЦ-1.1

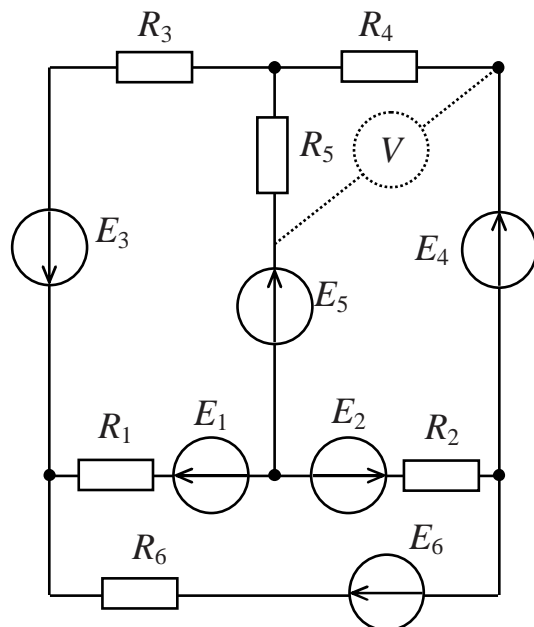


Рис. ЭЦ-1.2

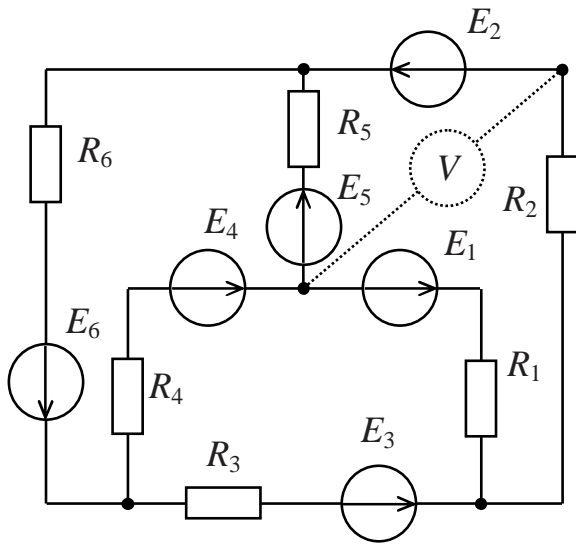


Рис. ЭЦ-1.3

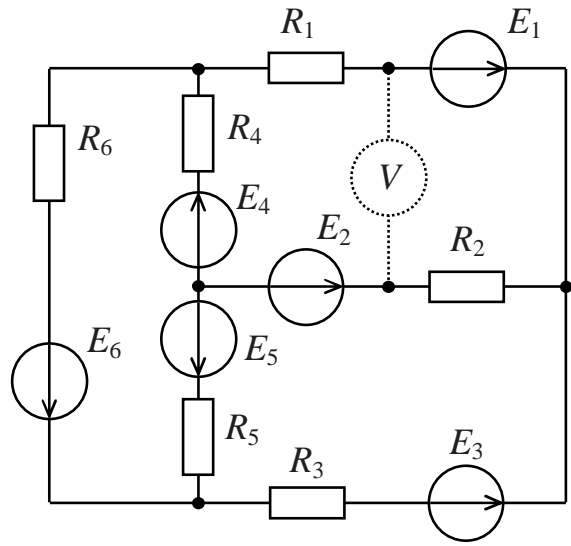


Рис. ЭЦ-1.4

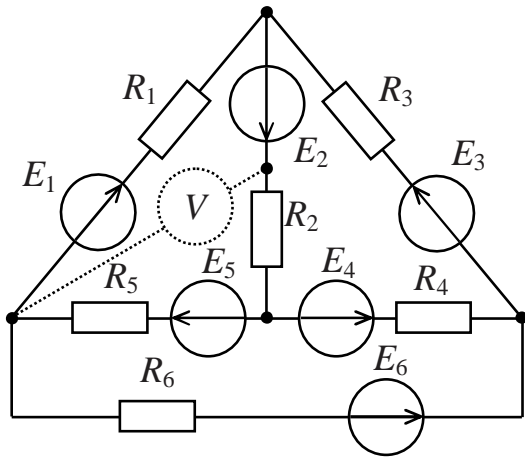


Рис. ЭЦ-1.5

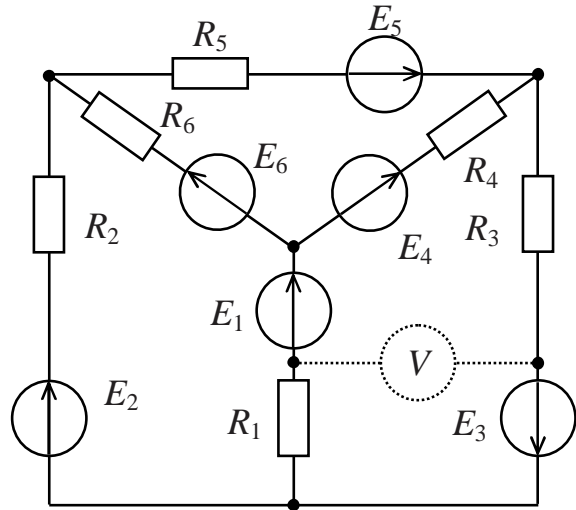


Рис. ЭЦ-1.6

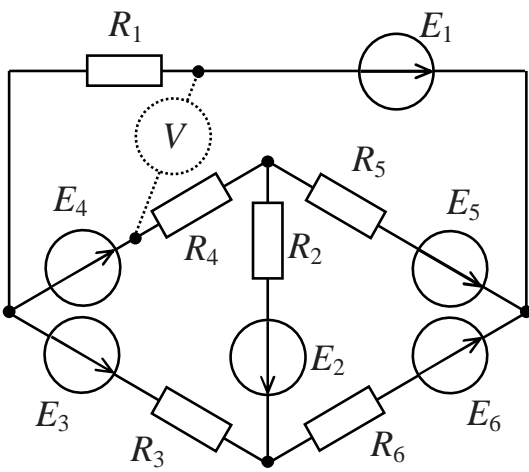


Рис. ЭЦ-1.7

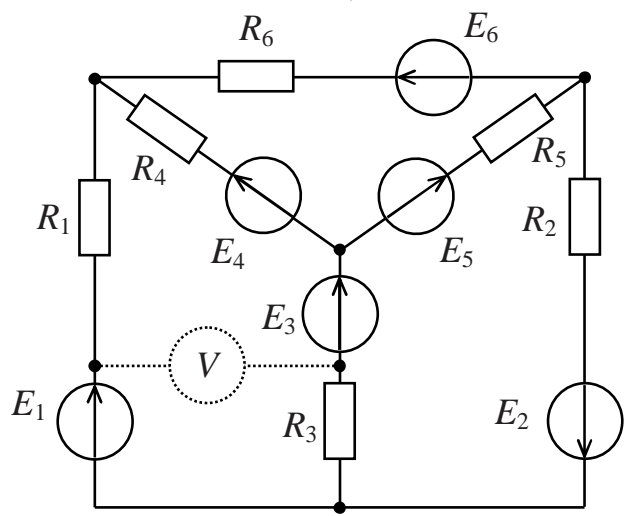


Рис. ЭЦ-1.8

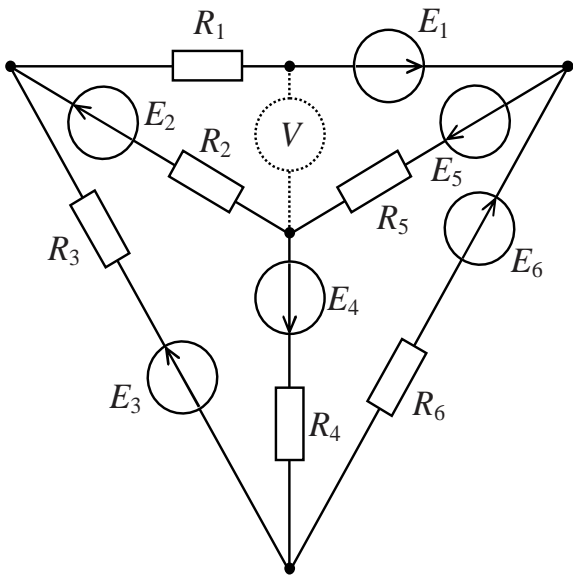


Рис. ЭЦ-1.9

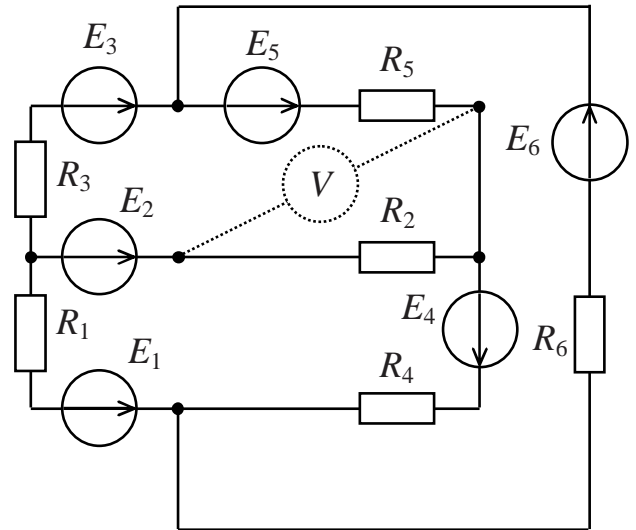


Рис. ЭЦ-1.10

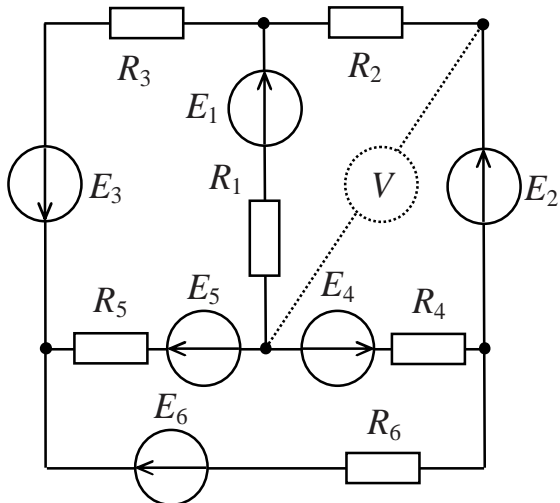


Рис. ЭЦ-1.11

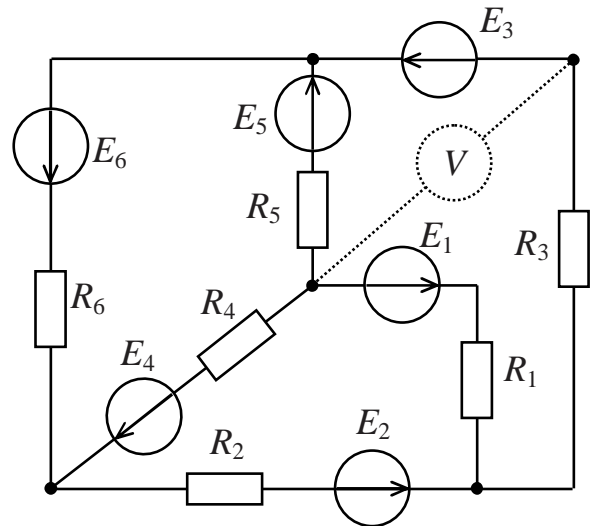


Рис. ЭЦ-1.12

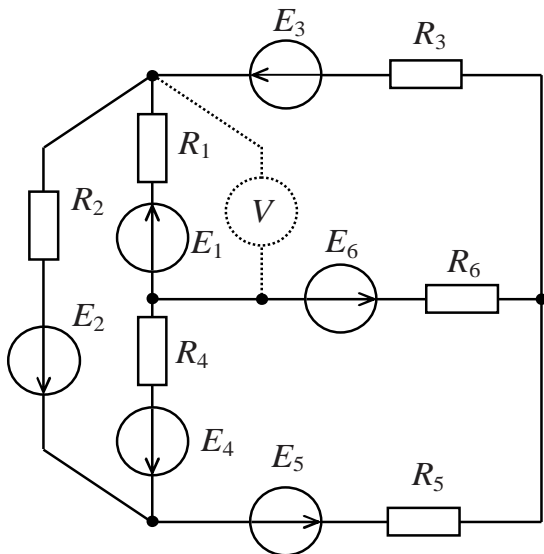


Рис. ЭЦ-1.13

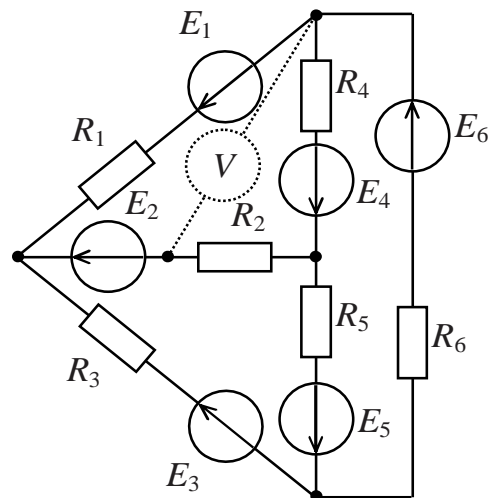


Рис. ЭЦ-1.14

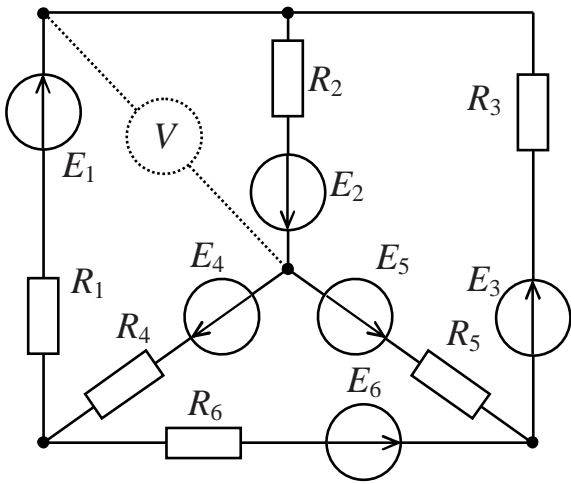


Рис. ЭЦ-1.15

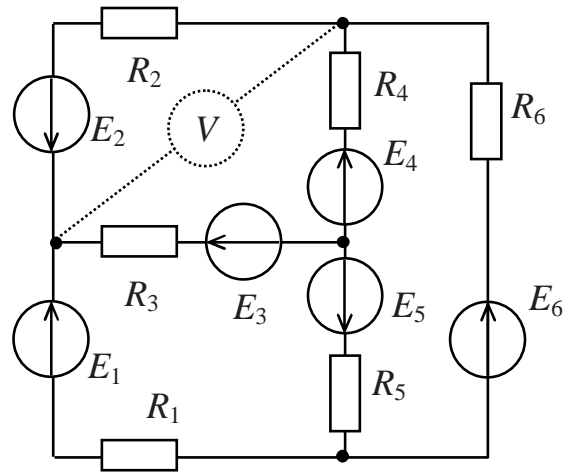


Рис. ЭЦ-1.16

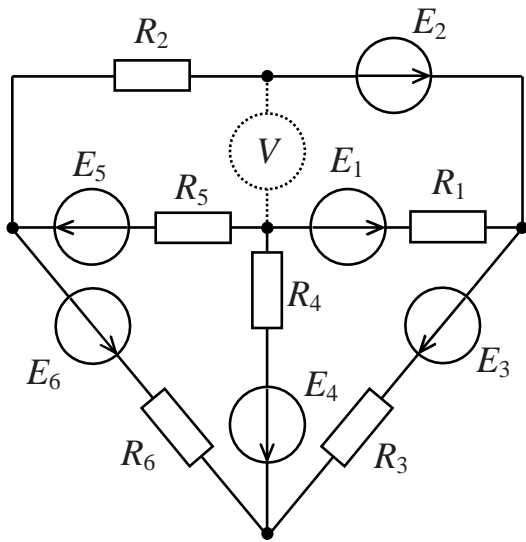


Рис. ЭЦ-1.17

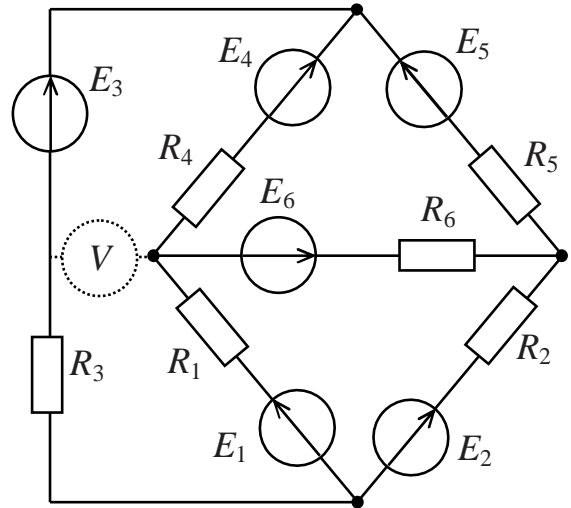


Рис. ЭЦ-1.18

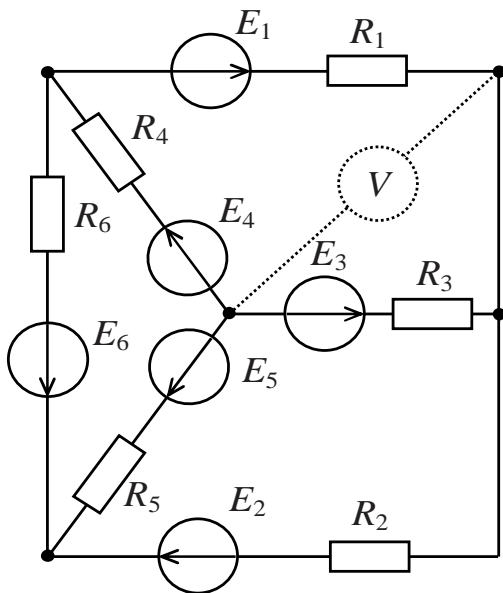


Рис. ЭЦ-1.19

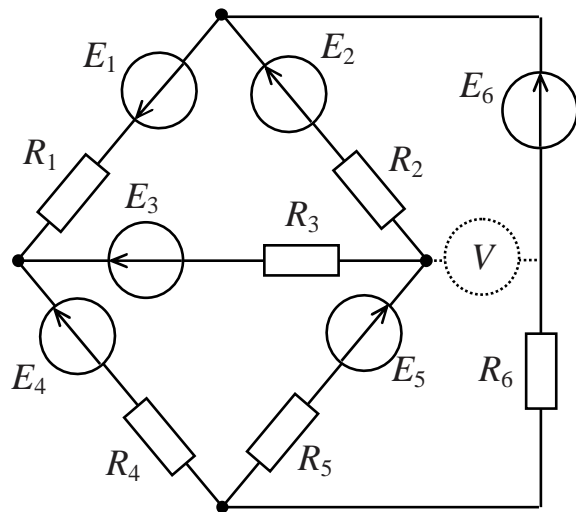
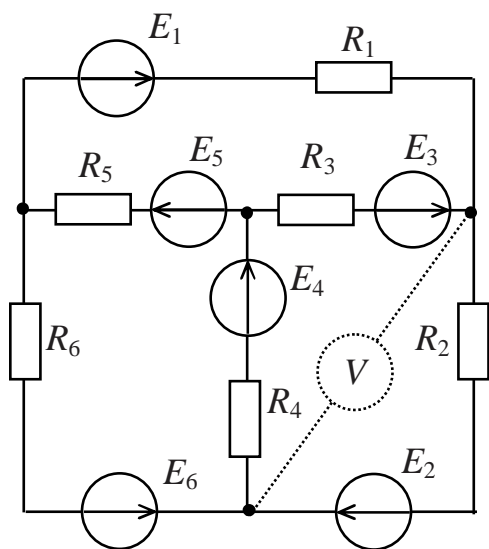
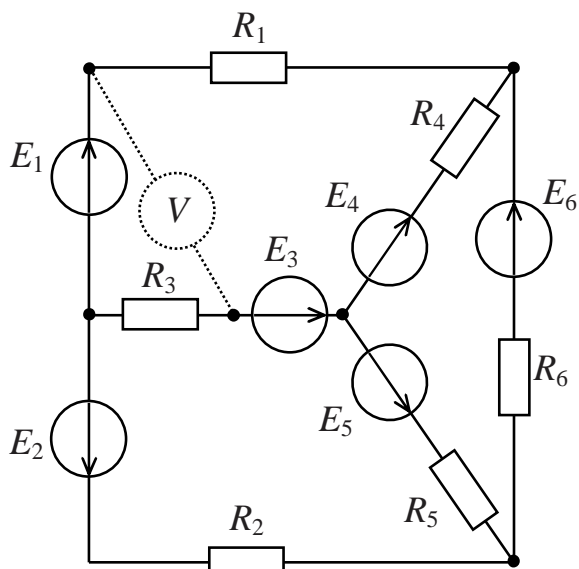


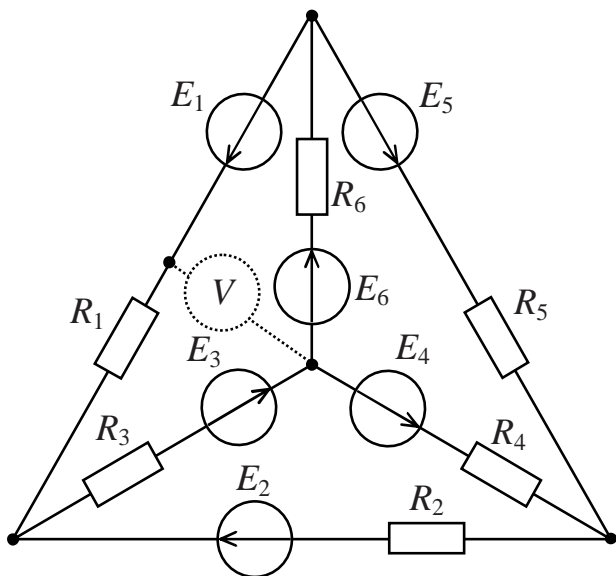
Рис. ЭЦ-1.20



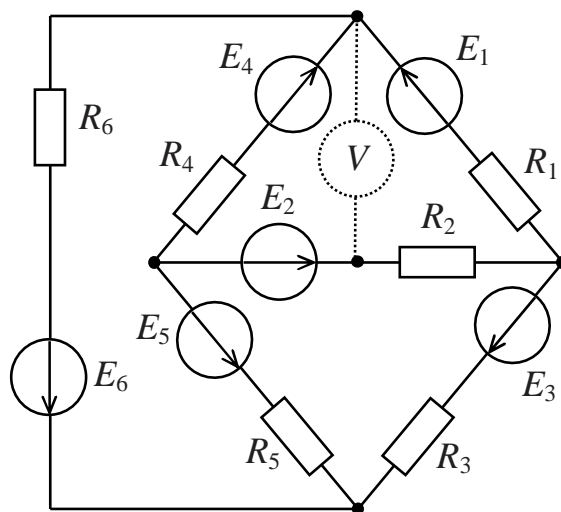
Пис. ЭЦ-1.21



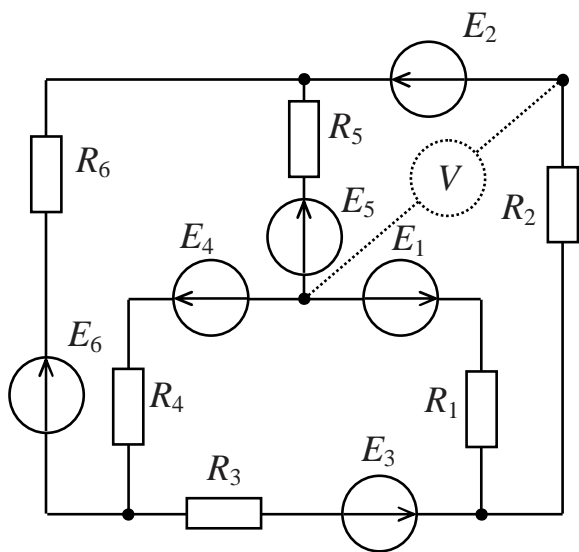
Пис. ЭЦ-1.22



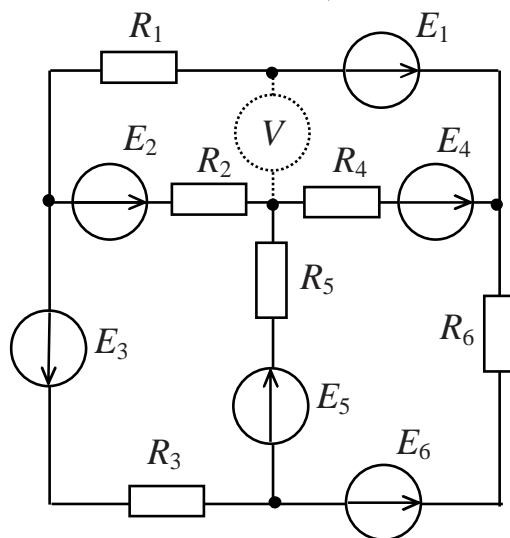
Пис. ЭЦ-1.23



Пис. ЭЦ-1.24



Пис. ЭЦ-1.25



Пис. ЭЦ-1.26

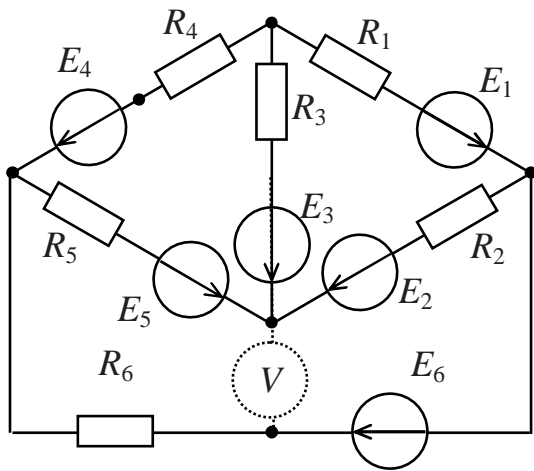


Рис. ЭЦ-1.27

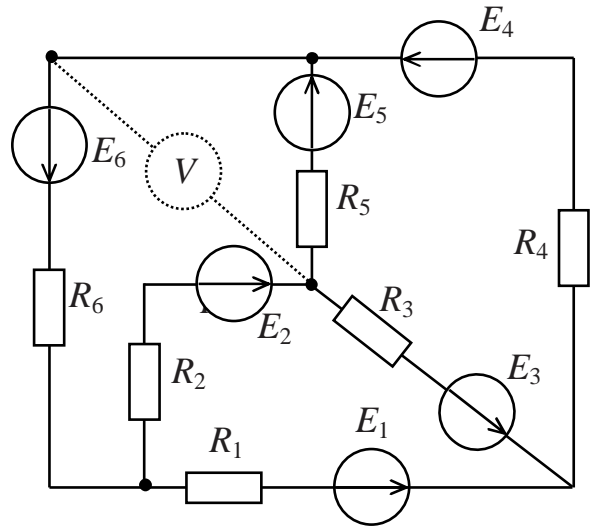


Рис. ЭЦ-1.28

Методические рекомендации:

По исходной схеме электрической цепи (рис.ЭЦ-1.29) и машинной распечатке индивидуального задания сформируйте свою расчетную схему (рис.ЭЦ-1.30). Участок цепи, где величина источника ЭДС приравнена к нулю – закорачивается.

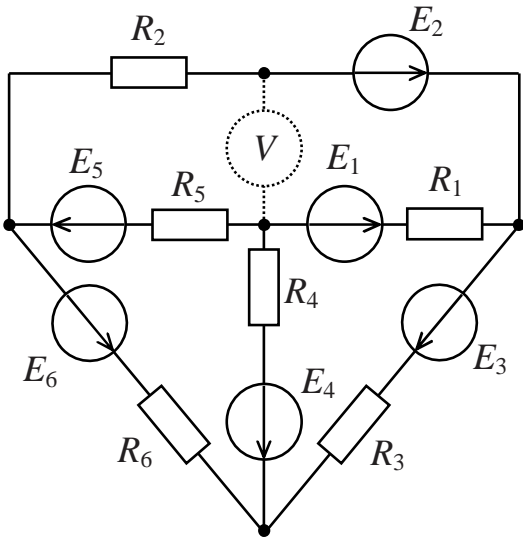


Рис.ЭЦ-1.29

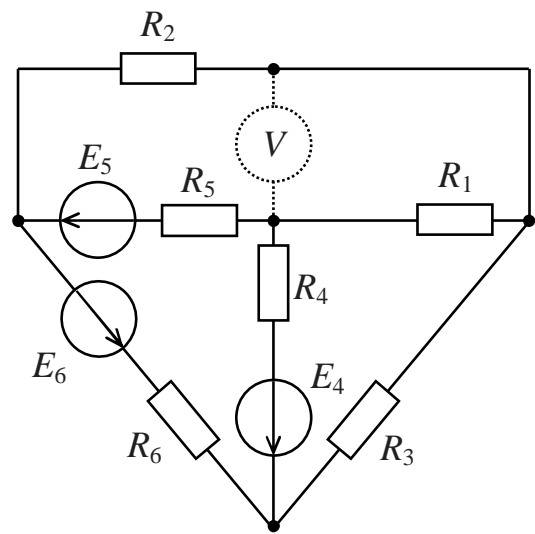


Рис.ЭЦ-1.30

C80-106854-17
 R1= 39 R2= 34
 R3= 78 R4= 71
 R5= 88 R6= 22
 E1= 0 E2= 0
 E3= 0 E4=-69
 E5= 18 E6=-39

В машинной распечатке индивидуального задания сопротивления резисторов R указаны в Омах [Ом], величины источников ЭДС E – в Вольтах [В].

Перед выполнением задания рекомендуется ознакомиться с задачами 2.1-2.9. учебного пособия «Электрические и магнитные цепи: практикум по дисциплине «Электротехника и электроника»/Р.В.Ахмадеев, И.В.Вавилова, П.А.Грахов, Т.М.Крымская.- Уфа: УГАТУ, 2007.

ЗАДАЧА ЭЦ-2

РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ОДНОФАЗНОГО ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

Задание:

В сеть включены по приведенной схеме две ветви (рис.ЭЦ-2.1), требуется:

- 1) определить показания приборов.
- 2) вычислить полную комплексную мощность цепи;
- 3) рассчитать параметры элемента X (индуктивности или емкости), при включении которого, в цепи наступит резонанс токов;
- 4) построить векторные диаграммы токов и напряжений для режимов до и после подключения компенсирующего элемента X .

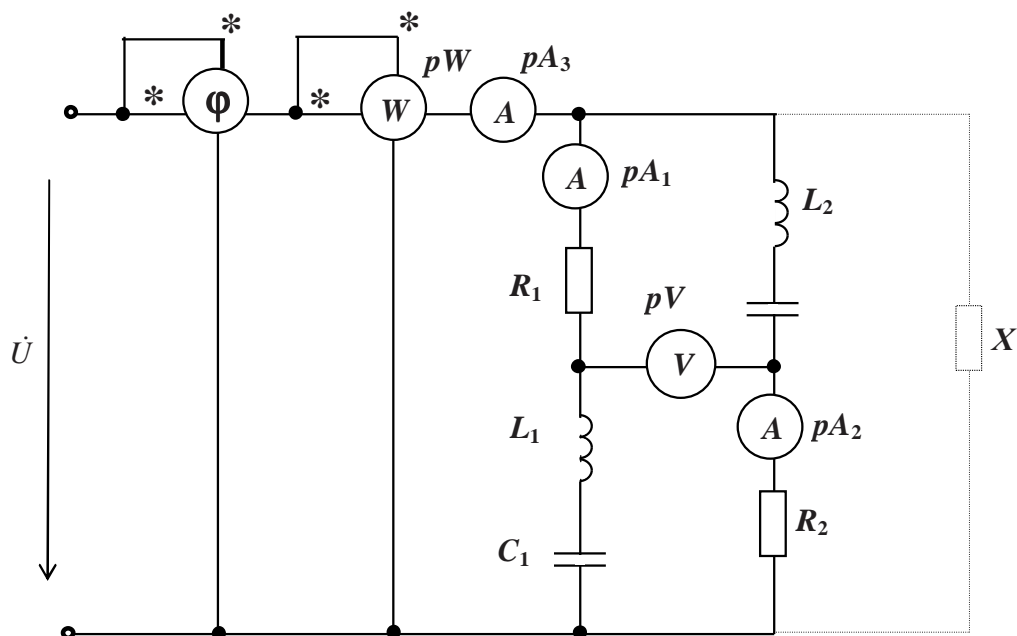


Рис.ЭЦ-2.1

Характеристики сети и параметров сопротивлений ветвей выдаются преподавателем каждому студенту индивидуально в виде распечатки на ЭВМ или из табл. ЭЦ-2.1 и ЭЦ-2.2.

Таблица ЭЦ-2.1

| Число десятков в номере задания | U | f | R_1 | L_1 | C_1 | R_2 | L_2 | C_2 |
|---------------------------------|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 220 | 70 | + | + | - | - | - | + |
| 1 | 127 | 60 | - | + | + | + | + | - |
| 2 | 127 | 80 | + | + | + | - | - | + |
| 3 | 220 | 90 | - | + | - | + | + | + |
| 4 | 100 | 100 | + | - | + | + | - | - |
| 5 | 150 | 120 | + | - | + | - | - | + |
| 6 | 200 | 400 | + | + | - | - | + | + |
| 7 | 140 | 120 | - | - | + | + | - | + |
| 8 | 160 | 70 | - | + | + | + | + | + |
| 9 | 170 | 50 | + | + | + | - | + | - |

Таблица ЭЦ-2.2

| Число единиц в номере задания | R_1 | L_1 | C_1 | R_2 | L_2 | C_2 |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 56 | 114 | 49 | 58 | 460 | 16 |
| 1 | 55 | 450 | 10 | 35 | 870 | 75 |
| 2 | 10 | 440 | 41 | 91 | 790 | 43 |
| 3 | 35 | 153 | 27 | 40 | 91 | 16 |
| 4 | 18 | 102 | 48 | 70 | 490 | 12 |
| 5 | 50 | 404 | 51 | 37 | 178 | 81 |
| 6 | 51 | 330 | 42 | 18 | 146 | 95 |
| 7 | 49 | 130 | 41 | 73 | 94 | 23 |
| 8 | 29 | 110 | 31 | 34 | 196 | 68 |
| 9 | 38 | 260 | 39 | 24 | 300 | 15 |

Методические рекомендации:

В распечатке и в таблицах напряжения заданы в Вольтах [В], частота в Герцах [Гц], сопротивления в Омах [Ом], индуктивности в миллиГенри [мГн], емкости в микроФарадах [мкФ].

По исходной схеме электрической цепи и машинной распечатке индивидуального задания сформируйте свою расчетную схему.

Если в распечатке указано нулевое значение – это означает, что данный элемент в расчетной схеме отсутствует – этот участок необходимо замкнуть. Так, например, для индивидуального задания СМ-209 2-9 расчетная схема приобретает вид, представленный на рис.ЭЦ-2.2.

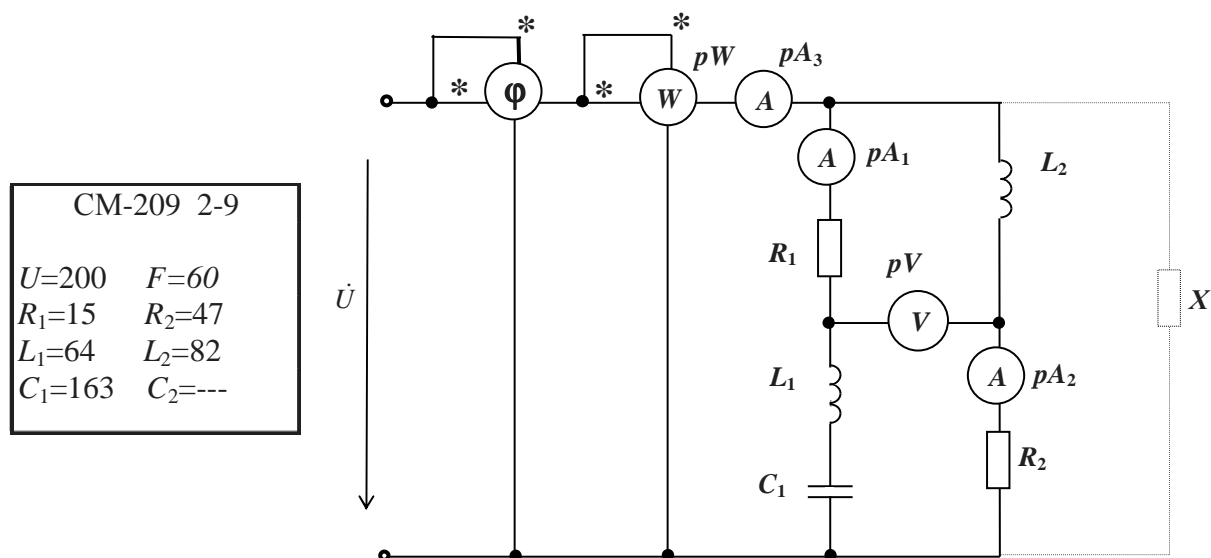


Рис.ЭЦ-2.2

Перед выполнением задания рекомендуется ознакомиться с задачами 3.1 – 5.5 учебного пособия «Электрические и магнитные цепи: практикум по дисциплине «Электротехника и электроника»/Р.В.Ахмадеев, И.В.Вавилова, П.А.Грахов, Т.М.Крымская.- Уфа: УГАТУ, 2007.

ЗАДАЧА ЭЦ-3

РАСЧЕТ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ

Задание:

В трехфазную сеть включены однофазные приемники, которые образуют симметричную и несимметричную нагрузки (рис. ЭЦ-3.1.). При заданном напряжении сети и параметрах приемников требуется:

- 1) составить схему включения приемников;
- 2) определить линейные и фазные токи в каждом трехфазном приемнике;
- 3) построить векторные диаграммы токов и напряжений каждого приемника;
- 4) определить активную и реактивную мощности каждого приемника;
- 5) составить схему включения ваттметров для измерения активной мощности каждого трехфазного приемника.

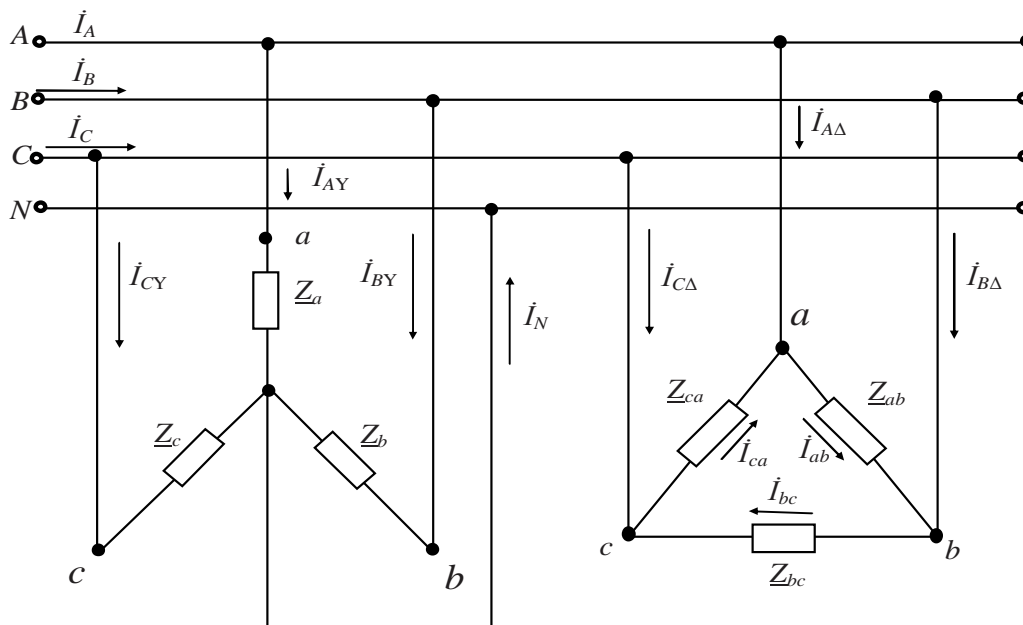


Рис.ЭЦ-3.1

Примечание: при симметричной нагрузке, включенной по схеме «звезда», нейтральный провод отсутствует.

Данные приёмников выдаются преподавателем каждому студенту индивидуально в виде распечатки на ЭВМ или из табл.ЭЦ-3.1 и ЭЦ-3.2.

Таблица ЭЦ-3.1

| № | | Сх. | $U_{\text{сети}}$ | R_1 | L_1 | C_1 | R_2 | L_2 | C_2 | R_3 | L_3 | C_3 |
|---|-------------|----------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | Симметр. | Y | 220 | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| | Не симметр. | Δ | | + | + | - | + | - | + | + | + | - |
| 1 | Симметр. | Y | 380 | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| | Не симметр. | Δ | | + | + | - | + | - | + | + | + | - |
| 2 | Симметр. | Y | 660 | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| | Не симметр. | Δ | | + | + | - | + | - | + | + | + | - |
| 3 | Симметр. | Y | 127 | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| | Не симметр. | Δ | | + | + | - | + | - | + | + | + | - |
| 4 | Симметр. | Δ | 220 | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| | Не симметр. | Y | | + | + | - | + | - | + | + | + | - |
| 5 | Симметр. | Δ | 380 | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| | Не симметр. | Y | | + | + | - | + | - | + | + | + | - |
| 6 | Симметр. | Δ | 660 | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| | Не симметр. | Y | | + | + | - | + | - | + | + | + | - |
| 7 | Симметр. | Δ | 127 | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| | Не симметр. | Y | | + | + | - | + | - | + | + | + | - |
| 8 | Симметр. | Δ | 220 | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| | Не симметр. | Y | | + | + | - | + | - | + | + | + | - |
| 9 | Симметр. | Δ | 380 | + | - | + | - | - | - | - | - | - |
| | Не симметр. | Y | | + | + | - | + | - | + | + | + | - |

Таблица ЭЦ-3.2

| № | R_1 | L_1 | C_1 | R_2 | L_2 | C_2 | R_3 | L_3 | C_3 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | 58 | 460 | 16 | 11 | 175 | 48 | 56 | 114 | 49 |
| 1 | 35 | 870 | 75 | 27 | 280 | 142 | 55 | 450 | 10 |
| 2 | 91 | 790 | 43 | 77 | 120 | 69 | 10 | 440 | 41 |
| 3 | 40 | 91 | 16 | 37 | 120 | 83 | 35 | 153 | 27 |
| 4 | 70 | 490 | 12 | 42 | 93 | 44 | 18 | 102 | 48 |
| 5 | 37 | 178 | 81 | 33 | 192 | 61 | 50 | 404 | 51 |
| 6 | 18 | 146 | 95 | 73 | 165 | 94 | 51 | 330 | 42 |
| 7 | 73 | 94 | 23 | 97 | 489 | 88 | 49 | 130 | 41 |
| 8 | 34 | 196 | 68 | 39 | 577 | 27 | 29 | 110 | 31 |
| 9 | 24 | 300 | 15 | 22 | 210 | 120 | 38 | 260 | 39 |

Методические рекомендации:

По исходной схеме электрической цепи и машинной распечатке индивидуального задания сформируйте свою расчетную схему. Если в распечатке указано нулевое значение, это означает, что данный элемент в расчетной схеме отсутствует, участок закорачивается.

В общем случае однофазные приемники, которые образуют симметричный и несимметричный трехфазные приемники, содержат один или два элемента, включенные последовательно.

Так, например, для индивидуального задания 902491-10 расчетная схема приобретает вид, представленный на рис.ЭЦ 3-1.2.

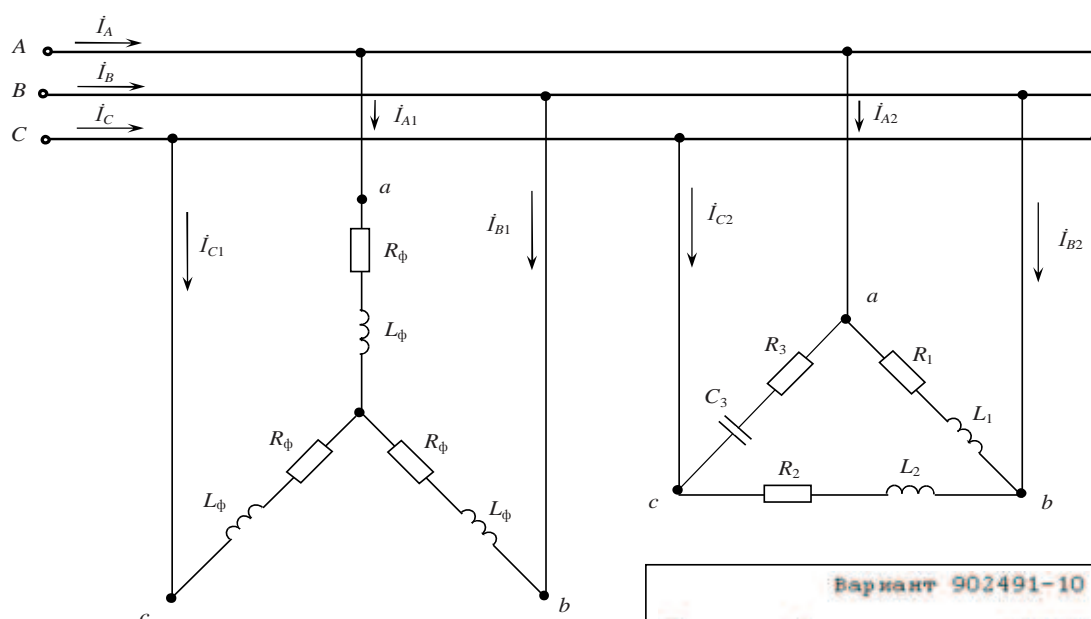


Рис. ЭЦ 3-1.2.

| Вариант 902491-10 | | | |
|---|----|-------|----|
| Цепи трехфазного тока U=380 | | | |
| Нагрузка : симметричная. | | | |
| Схема соединения приемников: звезда. | | | |
| R= | 83 | L= 29 | |
| Нагрузка : несимметричная. | | | |
| Схема соединения приемников: треугольник. | | | |
| R | 50 | 41 | 36 |
| L | 98 | 81 | 0 |
| C | 0 | 0 | 27 |

Сопротивления заданы в Омах [Ом], индуктивности в миллиГенри [мГн], емкости в микроФарадах [мкФ]. Частоту питающей сети принять $f = 50$ Гц.

Перед выполнением задания рекомендуется ознакомиться с задачами 6.1-7.3. учебного пособия «Электрические и магнитные цепи: практикум по дисциплине «Электротехника и электроника»/Р.В.Ахмадеев, И.В.Вавилова, П.А.Грахов, Т.М.Крымская.- Уфа: УГАТУ, 2007.

ЗАДАЧА МЦ-1

РАСЧЕТ МАГНИТНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО КЛАПАНА

Задание:

Для магнитной системы электромагнитного клапана пускового топлива авиационного двигателя при заданных усредненных геометрических размерах, максимальной величине воздушного зазора δ_{\max} и соответствующем ему магнитном потоке Φ требуется:

- 1) рассчитать ток в катушке, необходимый для создания заданного потока;
- 2) определить индуктивность катушки при максимальном воздушном зазоре;
- 3) построить тяговую характеристику электромагнита $F=f(\delta)$ не менее чем по четырем точкам при изменении воздушного зазора от δ_{\max} до 0 для воздушных зазоров: δ_{\max} ; $0,75\delta_{\max}$; $0,5\delta_{\max}$, $0,25\delta_{\max}$ при этом, ток считать неизменным и равным значению, полученному в п.1.

Принцип работы и устройство электромагнитного клапана пускового топлива

Электрическая часть клапана (рис.МЦ-1.1) представляет собой сочетание броневое электромагнита с втяжным сердечником 5 и стандартного штепсельного разъема 11.

Электромагнит состоит из корпуса 6 клапана, возвратной пружины 7, катушки 8 соленоида, корпуса 9 соленоида. Обмотка катушки выполнена из медного провода с эмалевой изоляцией. В сердечнике имеется гнездо для возвратной пружины и специальная выточка, заполненная резиной, которая под действием пружины 7 прижимается к гнезду выходного штуцера 4. Пружина фильтра 2, винт 10.

На работающем двигателе и во время стоянки клапан пускового топлива находится в обесточенном состоянии. Под действием пружины 7 сердечник 5 закрывает выходной штуцер. Топливо к пусковому блоку не подается.

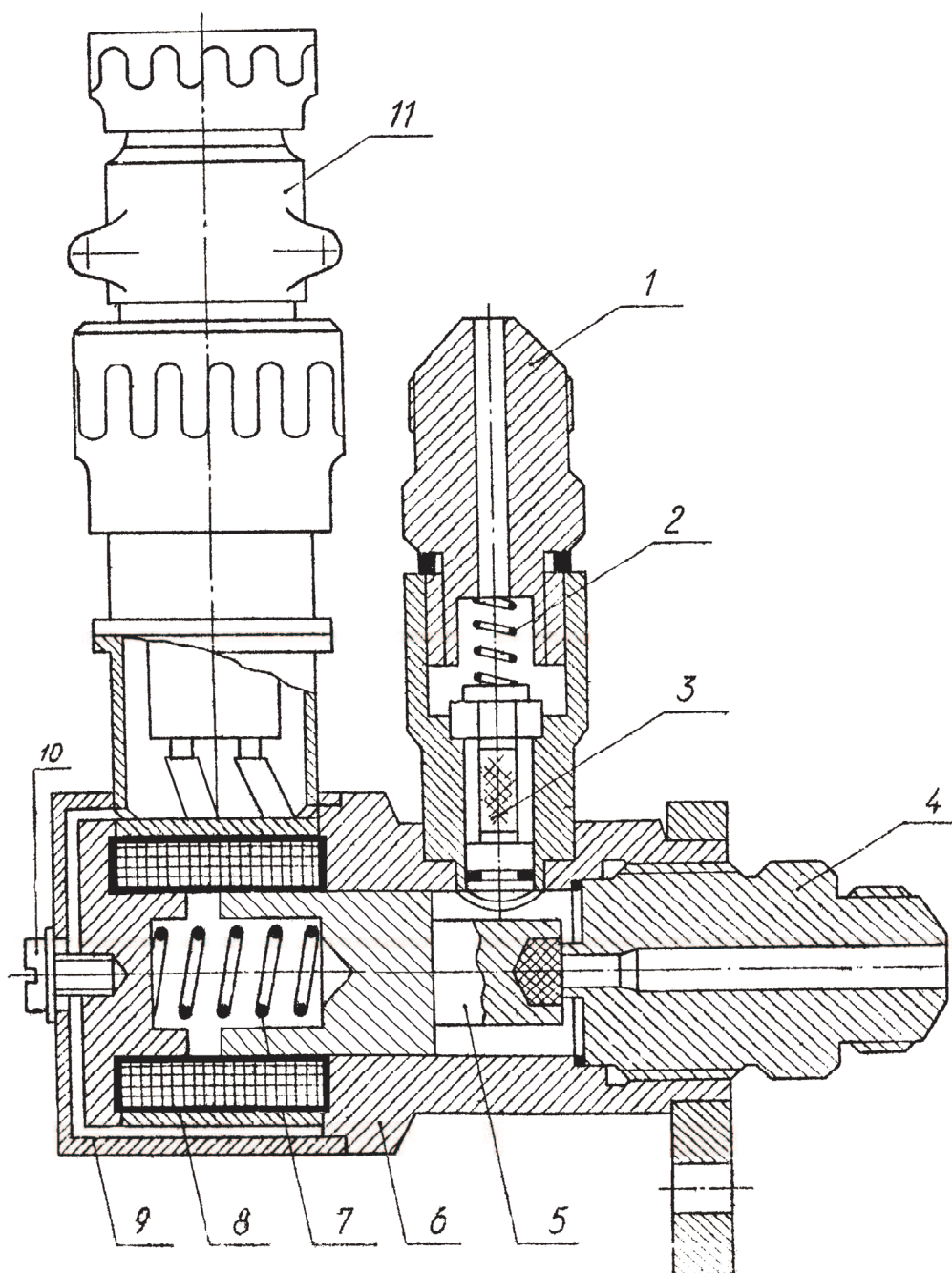


Рис. МЦ-1.1 Электромагнитный клапан пускового топлива

Электромагнитный клапан является одним из самых распространенных элементов систем управления силовыми установками. Системы управления некоторых современных двигателей насчитывают до 20 - 25 клапанов такого типа.

На рис. МЦ-1.2 представлена магнитная система с обозначением геометрических размеров расчетных участков – l_1, l_2, l_3, l_4 , и δ_{\max} .

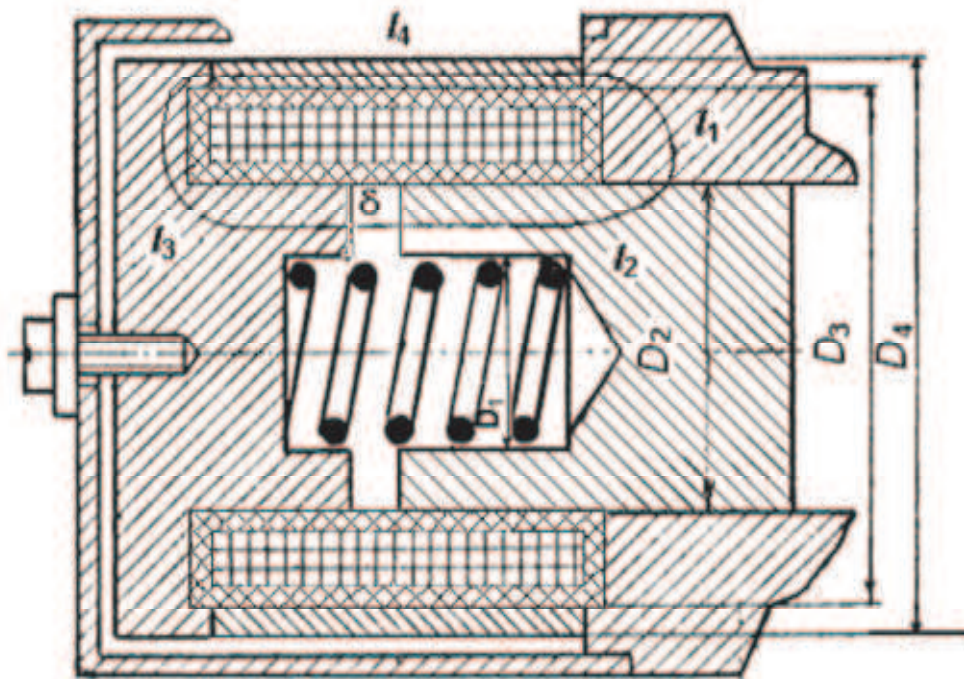


Рис. МЦ-1.2. Расчетная схема магнитной цепи электромагнитного клапана.

Числовые значения вариантов задания выдаются преподавателем каждому студенту индивидуально или в соответствии с табл. МЦ-1.1.

Методические рекомендации:

- 1) потоками рассеяния и полями выпучивания пренебречь;
- 2) сведения об электромагнитных материалах и кривые намагничивания электротехнических сталей приведены в приложении П-1.

| Вариант | Участок 1 | | | Участок 2 | | | Участок 3 | | | Участок 4 | | | Участок 5 | | Погок | Число ВИТКОВ |
|---------|---------------|----------------------------|----------------|---------------|----------------------------|----------------|---------------|----------------------------|----------------|---------------|-----------|----------------|---------------|-----------|--------|-----------------|
| | l_1 , мм | S_1 , мм ² | Марка стали | l_2 , мм | S_2 , мм ² | Марка стали | l_3 , мм | S_3 , мм ² | Марка стали | l_4 , мм | D_4/D_3 | Марка стали | l_4 , мм | D_2/D_1 | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | 6 | 85 | 2212 | 13 | 100 | 2213 | 24 | 127 | 3404 | 39 | 51/41 | 3408 | 1 | 21/19 | 0,0317 | 320 |
| 2 | 18 | 73 | 3413 | 19 | 210 | 2411 | 27 | 370 | 3404 | 38 | 2/46 | 2212 | 2 | 24/16 | 0,0553 | 490 |
| 3 | 22 | 93 | 2213 | 24 | 231 | 3406 | 25 | 288 | 3408 | 30 | 56/51 | 2411 | 2 | 35/31 | 0,053 | 250 |
| 4 | 6 | 92 | 3406 | 12 | 113 | 3413 | 23 | 366 | 3404 | 34 | 54/32 | 2212 | 3 | 30/19 | 0,0511 | 240 |
| 5 | 6 | 76 | 2213 | 29 | 100 | 2212 | 31 | 353 | 3413 | 40 | 51/47 | 2411 | 2 | 40/29 | 0,0298 | 100 |
| 6 | 15 | 120 | 3404 | 18 | 154 | 2411 | 34 | 182 | 3413 | 36 | 58/40 | 3408 | 4 | 39/31 | 0,0395 | 320 |
| 7 | 21 | 140 | 3413 | 25 | 232 | 3406 | 39 | 443 | 3404 | 40 | 59/57 | 2213 | 3 | 24/18 | 0,0666 | 260 |
| 8 | 13 | 128 | 2411 | 24 | 304 | 3413 | 33 | 310 | 2212 | 38 | 51/42 | 3404 | 4 | 33/31 | 0,0332 | 300 |
| 9 | 5 | 147 | 2213 | 8 | 165 | 2212 | 9 | 420 | 3413 | 44 | 57/53 | 2411 | 2 | 39/31 | 0,0536 | 160 |
| 10 | 9 | 97 | 2411 | 10 | 167 | 3404 | 32 | 426 | 3408 | 37 | 38/27 | 3413 | 2 | 26/23 | 0,0164 | 400 |
| 11 | 7 | 155 | 3406 | 17 | 175 | 3408 | 21 | 287 | 3404 | 26 | 56/51 | 2411 | 3 | 46/37 | 0,0434 | 360 |
| 12 | 13 | 148 | 2212 | 14 | 175 | 3413 | 33 | 285 | 2213 | 41 | 57/55 | 3404 | 3 | 38/34 | 0,0416 | 480 |
| 13 | 10 | 194 | 2411 | 19 | 363 | 2212 | 25 | 377 | 2213 | 37 | 2/26 | 3413 | 3 | 0/16 | 0,0171 | 280 |
| 14 | 9 | 182 | 3413 | 10 | 238 | 3404 | 17 | 441 | 2411 | 38 | 58/51 | 3406 | 2 | 39/35 | 0,0111 | 100 |
| 15 | 20 | 99 | 2213 | 23 | 151 | 3406 | 27 | 202 | 2411 | 34 | 49/38 | 2411 | 1 | 25/18 | 0,0242 | 390 |
| 16 | 19 | 222 | 3406 | 23 | 229 | 2212 | 24 | 359 | 3408 | 28 | 45/41 | 2213 | 2 | 26/22 | 0,0153 | 370 |
| 17 | 11 | 210 | 2213 | 26 | 220 | 3406 | 36 | 307 | 3413 | 43 | 58/33 | 2411 | 4 | 19/15 | 0,0623 | 160 |
| 18 | 8 | 81 | 3404 | 27 | 229 | 2411 | 32 | 417 | 2212 | 39 | 51/46 | 3408 | 2 | 38/30 | 0,0432 | 190 |
| 19 | 12 | 95 | 3408 | 17 | 249 | 2212 | 36 | 417 | 2213 | 38 | 49/32 | 3404 | 2 | 25/19 | 0,0104 | 210 |
| 20 | 6 | 128 | 3413 | 8 | 150 | 2213 | 24 | 237 | 3406 | 36 | 59/43 | 2411 | 3 | 26/20 | 0,0605 | 350 |
| 21 | 12 | 257 | 3408 | 20 | 283 | 2213 | 36 | 432 | 3404 | 41 | 46/45 | 2212 | 4 | 34/24 | 0,0473 | 390 |
| 22 | 5 | 276 | 3404 | 7 | 361 | 2411 | 8 | 449 | 2213 | 40 | 56/50 | 3406 | 2 | 33/17 | 0,0321 | 280 |
| 23 | 5 | 154 | 3406 | 11 | 264 | 3408 | 29 | 439 | 3413 | 37 | 38/36 | 2411 | 1 | 30/24 | 0,0147 | 230 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
|----|----|-----|------|----|-----|------|----|-----|------|----|-------|------|----|-------|--------|-----|
| 24 | 11 | 149 | 2212 | 13 | 284 | 3406 | 23 | 415 | 2213 | 25 | 57/50 | 3404 | 4 | 40/30 | 0,0104 | 490 |
| 25 | 3 | 227 | 2411 | 17 | 276 | 2213 | 27 | 304 | 2212 | 38 | 58/43 | 3413 | 2 | 31/22 | 0,017 | 270 |
| 26 | 9 | 137 | 3413 | 14 | 291 | 3404 | 22 | 304 | 2212 | 39 | 49/41 | 3408 | 3 | 32/20 | 0,0342 | 150 |
| 27 | 6 | 311 | 2213 | 11 | 366 | 3408 | 20 | 414 | 3404 | 38 | 45/40 | 2212 | 1 | 31/16 | 0,0609 | 250 |
| 28 | 15 | 92 | 2212 | 22 | 146 | 3413 | 26 | 331 | 3404 | 31 | 57/41 | 2411 | 4 | 32/28 | 0,0226 | 230 |
| 29 | 15 | 88 | 2213 | 22 | 170 | 2411 | 24 | 319 | 2212 | 27 | 54/30 | 3413 | 2 | 26/20 | 0,0659 | 360 |
| 30 | 10 | 280 | 3404 | 24 | 339 | 2411 | 30 | 444 | 3413 | 39 | 56/52 | 2212 | 1 | 28/20 | 0,0332 | 390 |
| 31 | 24 | 210 | 3413 | 35 | 326 | 3408 | 38 | 358 | 2212 | 42 | 55/40 | 2411 | 1 | 37/32 | 0,0604 | 410 |
| 32 | 8 | 71 | 2411 | 14 | 346 | 2212 | 27 | 436 | 3406 | 33 | 59/53 | 3413 | 4 | 28/20 | 0,0328 | 260 |
| 33 | 23 | 114 | 3408 | 26 | 332 | 2411 | 32 | 366 | 2213 | 39 | 52/39 | 2212 | 1 | 37/32 | 0,0358 | 470 |
| 34 | 5 | 193 | 2212 | 11 | 224 | 3404 | 17 | 354 | 3408 | 30 | 57/52 | 2213 | 3 | 40/18 | 0,0247 | 460 |
| 35 | 39 | 302 | 3408 | 41 | 373 | 3404 | 42 | 422 | 3413 | 43 | 45/40 | 2411 | 2 | 29/19 | 0,0212 | 410 |
| 36 | 8 | 283 | 2212 | 14 | 380 | 3413 | 25 | 393 | 2213 | 36 | 52/41 | 3408 | 1 | 38/17 | 0,0131 | 460 |
| 37 | 10 | 90 | 2411 | 14 | 143 | 2213 | 18 | 381 | 3413 | 24 | 57/51 | 3404 | 1 | 44/38 | 0,0673 | 300 |
| 38 | 12 | 168 | 3406 | 20 | 401 | 3404 | 30 | 404 | 2411 | 34 | 36/30 | 3413 | 4 | 22/16 | 0,0464 | 200 |
| 39 | 8 | 205 | 3408 | 18 | 246 | 2411 | 20 | 421 | 2213 | 41 | 52/46 | 3413 | 2 | 40/23 | 0,0648 | 440 |
| 40 | 5 | 126 | 3406 | 24 | 356 | 2213 | 37 | 408 | 2212 | 43 | 54/39 | 3413 | 4 | 25/19 | 0,0178 | 100 |
| 41 | 17 | 378 | 2213 | 25 | 428 | 2411 | 27 | 434 | 3408 | 30 | 50/36 | 3413 | 1 | 27/19 | 0,0559 | 480 |
| 42 | 11 | 111 | 3404 | 13 | 216 | 2411 | 27 | 448 | 3406 | 29 | 59/53 | 3413 | 1 | 38/24 | 0,06 | 210 |
| 43 | 9 | 221 | 3413 | 32 | 403 | 3408 | 33 | 436 | 2213 | 36 | 53/47 | 2411 | 1 | 39/30 | 0,0694 | 140 |
| 44 | 5 | 55 | 2411 | 20 | 299 | 2212 | 38 | 338 | 3413 | 39 | 49/31 | 3408 | 2 | 26/20 | 0,0208 | 206 |
| 45 | 17 | 75 | 3408 | 26 | 199 | 2411 | 37 | 377 | 2213 | 44 | 59/49 | 3406 | 2 | 32/23 | 0,0517 | 480 |
| 46 | 21 | 60 | 2212 | 22 | 63 | 3406 | 29 | 87 | 3404 | 43 | 50/44 | 2213 | 2 | 36/28 | 0,0457 | 300 |
| 47 | 8 | 83 | 3406 | 10 | 165 | 3408 | 13 | 321 | 3413 | 32 | 59/53 | 2411 | 4 | 26/16 | 0,0393 | 140 |
| 48 | 6 | 102 | 2212 | 37 | 182 | 2213 | 39 | 243 | 3406 | 44 | 59/34 | 2411 | 3 | 28/20 | 0,0405 | 450 |
| 49 | 8 | 90 | 2411 | 12 | 353 | 2213 | 22 | 411 | 3408 | 35 | 56/48 | 2212 | 4 | 40/30 | 0,0338 | 190 |
| 50 | 6 | 110 | 3413 | 18 | 272 | 3406 | 20 | 431 | 3404 | 23 | 40/34 | 2212 | 1 | 22/16 | 0,0587 | 470 |

ЗАДАЧА МЦ-2

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Задание:

По техническим данным трехфазного двухобмоточного трансформатора требуется:

1) рассчитать и изобразить Т - образную схему замещения одной фазы;

При коэффициентах нагрузки $\beta = 0,05; 0,2; 0,4; 0,8; 1,0; 1,2$:

2) построить внешнюю характеристику $U_2 = f(I_2)$;

3) определить и построить зависимости:

а) КПД - $\eta = f(\beta)$;

б) отклонение напряжения $\Delta U_2 - \Delta U_2 = f(\beta)$;

4) построить векторную диаграмму.

В табл. МЦ-2.1 приведены характер и коэффициент мощности нагрузки, при которой необходимо определить зависимости $U_2 = f(I_2)$, $\eta = f(\beta)$; $\Delta U_2 = f(\beta)$, а также построить векторную диаграмму.

Таблица МЦ-2.1

| Характер нагрузки | <i>R</i> | <i>RL</i> | <i>RL</i> | <i>RL</i> | <i>RC</i> | <i>RC</i> | <i>RC</i> |
|-------------------|--|--|---|---|---|---|---|
| $\cos\varphi$ | 1 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,9 | 0,8 | 0,7 |
| № варианта | 1; 8; 15; 22; 29; 36;43; 50; 57; 64; 71; 78; 85 | 2; 9; 16; 23; 30; 37;44; 51; 58; 65; 72; 79; 86 | 3; 10;17; 24; 31; 38; 45; 52; 59; 66; 73; 80; 87 | 4; 11;18; 25; 32; 39; 46; 53; 60; 67; 74; 81; 88 | 5; 12;19; 26; 33; 40; 47; 54; 61; 68; 75; 82; 89 | 6; 13;20; 27; 34; 41; 48; 55; 62; 69; 76; 83; 90 | 7; 14;21; 28; 35; 42; 49; 56; 63; 70; 77; 84 |

Технические характеристики трансформаторов приведены в табл. МЦ-2.2.

Способ соединения обмоток:

1) $Y/Y_n - 0$ для четных вариантов;

2) $\Delta/Y_n - 11$ для нечетных вариантов.

Таблица МЦ. 2.1

| № варианта | Тип трансформатора | Мощность, кВА | Верхний предел номинального напряжения обмотки, кВ | | Потери, кВт | | Ток хол. хода, % | Напряжение.КЗ на номинальной ступени, % |
|------------|--------------------|---------------|--|------|-------------|-------|------------------|---|
| | | | ВН | НН | ХХ | КЗ | | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | ТМ - 25/6 | 25 | 6,3 | 0,23 | 0,170 | 0,6 | 5,15 | 4,5 |
| 2 | ТМ - 40/6 | 40 | 6,3 | 0,4 | 0,240 | 0,880 | 4,5 | 4,5 |
| 3 | ТМ - 63/6 | 63 | 6,3 | 0,4 | 0,360 | 1,28 | 4,5 | 4,5 |
| 4 | ТМ -100/6 | 100 | 6,3 | 0,4 | 0,490 | 1,97 | 4,15 | 4,5 |
| 5 | ТМ -160/6 | 160 | 6,3 | 0,23 | 0,73 | 2,65 | 3,85 | 4,5 |
| 6 | ТМ -250/6 | 250 | 6,3 | 0,4 | 1,05 | 3,7 | 3,7 | 4,5 |
| 7 | ТМ - 400/6 | 400 | 6,0 | 0,23 | 1,2 | 5,5 | 2,1 | 4,5 |
| 8 | ТМВМ-25/6 | 25 | 6,3 | 0,23 | 0,105 | 0,6 | 0,6 | 4,5 |
| 9 | ТМВМ-40/10 | 40 | 10,0 | 0,23 | 0,15 | 0,88 | 0,6 | 4,5 |
| 10 | ТМВМ-63/6 | 63 | 6,3 | 0,23 | 0,22 | 1,28 | 0,55 | 4,5 |
| 11 | ТМВМ-100/6 | 100 | 6,3 | 0,4 | 0,31 | 1,97 | 0,55 | 4,5 |
| 12 | ТМВМ-160/6 | 160 | 6,3 | 0,4 | 0,46 | 2,65 | 0,5 | 4,5 |
| 13 | ТМВМ-250/6 | 250 | 6,3 | 0,23 | 0,66 | 3,7 | 0,5 | 4,5 |
| 14 | ТМ - 25/6 | 25 | 6,3 | 0,4 | 0,170 | 0,6 | 5,15 | 4,5 |
| 15 | ТМ- 25/10 | 25 | 10,0 | 0,23 | 0,170 | 0,6 | 5,15 | 4,5 |
| 16 | ТМ - 40/10 | 40 | 10,0 | 0,4 | 0,240 | 0,880 | 4,5 | 4,5 |
| 17 | ТМ - 63/10 | 63 | 10,0 | 0,4 | 0,360 | 1,28 | 2,8 | 4,5 |
| 18 | ТМ-100/10 | 100 | 10,0 | 0,4 | 0,490 | 1,97 | 4,15 | 4,5 |
| 19 | ТМ-160/10 | 160 | 10,0 | 0,23 | 0,73 | 2,65 | 3,85 | 4,5 |
| 20 | ТМ-250/10 | 250 | 10,0 | 0,23 | 1,05 | 3,7 | 3,7 | 4,5 |
| 21 | ТМ-400/10 | 400 | 10,0 | 0,23 | 1,2 | 5,5 | 2,1 | 4,5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

| | | | | | | | | |
|----|----------------|-----|------|-------|-------|-------|------|-----|
| 22 | TMBM-25/10 | 25 | 10,0 | 0,23 | 0,105 | 0,6 | 0,6 | 4,5 |
| 23 | TM - 40/10 | 40 | 10,0 | 0,23 | 0,240 | 0,880 | 4,5 | 4,5 |
| 24 | TMBM-100/10 | 100 | 10,0 | 0,4 | 0,31 | 1,97 | 0,55 | 4,5 |
| 25 | TMBM-160/10 | 160 | 10,0 | 0,23 | 0,46 | 2,65 | 0,5 | 4,5 |
| 26 | TMBM-250/10 | 250 | 10,0 | 0,23 | 0,66 | 3,7 | 0,5 | 4,5 |
| 27 | TMГ-100/10-X1 | 100 | 10,0 | 0,23 | 0,29 | 1,97 | 2,0 | 4,5 |
| 28 | TMBГ-250/10-X1 | 250 | 10,0 | 0,23 | 0,525 | 3,7 | 0,45 | 4,7 |
| 29 | TCM-320/10 | 320 | 10,0 | 0,525 | 1,35 | 4,65 | 5,5 | 4,5 |
| 30 | TC3-169/10 | 160 | 6,0 | 0,23 | 0,7 | 2,7 | 5,5 | 4,0 |
| 31 | TM - 63/10 | 63 | 10,0 | 0,23 | 0,360 | 1,28 | 2,8 | 4,5 |
| 32 | TC3- 400/10 | 400 | 6,0 | 0,23 | 1,3 | 5,4 | 5,5 | 3,0 |
| 33 | TC3C-630/10 | 630 | 6,3 | 0,4 | 2,0 | 8,5 | 8,0 | 2,0 |
| 34 | TM -63/20 | 63 | 20,0 | 0,4 | 0,390 | 1,28 | 4,5 | 5,0 |
| 35 | TM-100/20 | 100 | 20,0 | 0,4 | 0,625 | 1,97 | 4,15 | 6,5 |
| 36 | TM-100/20 | 100 | 20,0 | 0,23 | 0,625 | 1,97 | 4,15 | 6,5 |
| 37 | TM -63/20 | 63 | 20,0 | 0,23 | 0,390 | 1,28 | 4,5 | 5,0 |
| 38 | TM-100/35 | 100 | 35,0 | 0,4 | 0,625 | 1,97 | 4,15 | 6,5 |
| 39 | TM-100/35 | 100 | 35,0 | 0,23 | 0,625 | 1,97 | 4,15 | 6,5 |
| 40 | TM -250/3 | 250 | 3,0 | 0,4 | 1,05 | 3,7 | 3,7 | 4,5 |
| 41 | TM -160/3 | 160 | 3,0 | 0,23 | 0,73 | 2,65 | 3,85 | 4,5 |
| 42 | TMBM-63/6 | 63 | 10,0 | 0,4 | 0,22 | 1,28 | 0,55 | 4,5 |
| 43 | TM - 40/6 | 40 | 6,3 | 0,23 | 0,240 | 0,880 | 4,5 | 4,5 |
| 44 | TM - 63/6 | 63 | 6,3 | 0,23 | 0,360 | 1,28 | 4,5 | 4,5 |
| 45 | TM -250/6 | 250 | 6,3 | 0,23 | 1,05 | 3,7 | 3,7 | 4,5 |
| 46 | TM - 400/6 | 400 | 6,0 | 0,4 | 1,2 | 5,5 | 2,1 | 4,5 |
| 47 | TMBM-25/6 | 25 | 6,3 | 0,4 | 0,105 | 0,6 | 0,6 | 4,5 |
| 48 | TMBM-63/6 | 63 | 6,3 | 0,4 | 0,22 | 1,28 | 0,55 | 4,5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

| | | | | | | | | |
|----|----------------|-----|------|------|-------|------|------|-----|
| 49 | TMBM-100/6 | 100 | 6,3 | 0,23 | 0,31 | 1,97 | 0,55 | 4,5 |
| 50 | TMBM-160/6 | 160 | 6,3 | 0,23 | 0,46 | 2,65 | 0,5 | 4,5 |
| 51 | TMBM-40/10 | 40 | 10,0 | 0,23 | 0,15 | 0,88 | 0,6 | 4,5 |
| 52 | TM -160/6 | 160 | 6,3 | 0,4 | 0,73 | 2,65 | 3,85 | 4,5 |
| 53 | TM -250/6 | 250 | 6,3 | 0,69 | 1,05 | 3,7 | 3,7 | 4,5 |
| 54 | TM - 400/6 | 400 | 6,0 | 0,69 | 1,2 | 5,5 | 2,1 | 4,5 |
| 55 | TMBM-40/6 | 40 | 6,3 | 0,4 | 0,15 | 0,88 | 0,6 | 4,5 |
| 56 | TMBM-160/6 | 160 | 6,3 | 0,69 | 0,46 | 2,65 | 0,5 | 4,5 |
| 57 | TM -160/6 | 160 | 6,3 | 0,69 | 0,73 | 2,65 | 3,85 | 4,5 |
| 58 | TMBM-160/6 | 160 | 10,0 | 0,69 | 0,46 | 2,65 | 0,5 | 4,5 |
| 59 | TH3- 25/10 | 25 | 10,0 | 0,4 | 0,12 | 0,49 | 3,0 | 4,5 |
| 60 | TMГ-160/10-X1 | 160 | 10,0 | 0,23 | 0,44 | 2,65 | 1,8 | 4,5 |
| 61 | TMBГ-250/10-X1 | 250 | 10,0 | 0,69 | 0,525 | 3,7 | 0,45 | 4,5 |
| 62 | TMГ-400/10-X1 | 400 | 10,0 | 0,23 | 0,8 | 5,5 | 1,1 | 4,5 |
| 63 | TM-160/10 | 160 | 10,0 | 0,4 | 0,73 | 2,65 | 3,85 | 4,5 |
| 64 | TM-250/10 | 250 | 10,0 | 0,69 | 1,05 | 3,7 | 3,7 | 4,5 |
| 65 | TM-400/10 | 400 | 10,0 | 0,69 | 1,2 | 5,5 | 2,1 | 4,5 |
| 66 | TMBM-40/6 | 40 | 6,3 | 0,23 | 0,15 | 0,88 | 0,6 | 4,5 |
| 67 | TMГ-100/10-X1 | 100 | 10,0 | 0,4 | 0,29 | 1,97 | 2,0 | 4,5 |
| 68 | TMГ-160/10-X1 | 160 | 10,0 | 0,4 | 0,44 | 2,65 | 1,8 | 4,5 |
| 69 | TMГ-400/10-X1 | 400 | 10,0 | 0,4 | 0,8 | 5,5 | 1,1 | 4,5 |
| 70 | TMBM-250/10 | 250 | 10,0 | 0,4 | 0,66 | 3,7 | 0,5 | 4,5 |
| 71 | TC-630/10 | 630 | 10,0 | 0,4 | 2,0 | 7,3 | 5,5 | 1,5 |
| 72 | TM-250/10 | 250 | 10,0 | 0,4 | 1,05 | 3,7 | 3,7 | 4,5 |
| 73 | TMBГ-250/10-X1 | 250 | 10,0 | 0,4 | 0,525 | 3,7 | 0,45 | 4,5 |
| 74 | TM-100/10 | 100 | 10,0 | 0,23 | 0,490 | 1,97 | 4,15 | 4,5 |
| 75 | TMBM-25/10 | 25 | 10,0 | 0,4 | 0,105 | 0,6 | 0,6 | 4,5 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

| | | | | | | | | |
|----|---------------|-----|------|------|-------|------|------|-----|
| 76 | ТМВМ-63/10 | 63 | 10,0 | 0,23 | 0,22 | 1,28 | 0,55 | 4,5 |
| 77 | ТМГ-160/10-X1 | 160 | 10,0 | 0,69 | 0,44 | 2,65 | 1,8 | 4,5 |
| 78 | ТМГ-400/10-X1 | 400 | 10,0 | 0,69 | 0,8 | 5,5 | 1,1 | 4,5 |
| 79 | ТСЗ-400/15 | 400 | 13,8 | 0,4 | 1,4 | 6,0 | 8,0 | 3,5 |
| 80 | ТМ-400/10 | 400 | 10,0 | 0,4 | 1,2 | 5,5 | 2,1 | 4,5 |
| 81 | ТМВМ-100/10 | 100 | 10,0 | 0,23 | 0,31 | 1,97 | 0,55 | 4,5 |
| 82 | ТМВМ-160/10 | 160 | 10,0 | 0,4 | 0,46 | 2,65 | 0,5 | 4,5 |
| 83 | ТМВМ-250/6 | 250 | 6,3 | 0,4 | 0,66 | 3,7 | 0,5 | 4,5 |
| 84 | ТМ-160/10 | 160 | 10,0 | 0,69 | 0,73 | 2,65 | 3,85 | 4,5 |
| 85 | ТМВМ-250/10 | 250 | 10,0 | 0,69 | 0,66 | 3,7 | 0,5 | 4,5 |
| 86 | ТМ- 25/10 | 25 | 10,0 | 0,4 | 0,170 | 0,6 | 5,15 | 4,5 |
| 87 | ТСЗ- 250/15 | 250 | 13,8 | 0,4 | 1,1 | 4,4 | 8,0 | 4,0 |
| 88 | ТСЗ-250/10 | 250 | 6,0 | 0,4 | 1,0 | 3,8 | 5,5 | 3,5 |
| 89 | ТМ -100/6 | 100 | 6,3 | 0,23 | 0,490 | 1,97 | 4,15 | 4,5 |
| 90 | ТМВМ-250/6 | 250 | 6,3 | 0,69 | 0,66 | 3,7 | 0,5 | 4,5 |

Методические рекомендации:

Для расшифровки обозначения трансформаторов следует учесть, что установлены следующие условные обозначения:

ТМ – трехфазный масляный;

ТНЗ – трехфазный с регулированием под нагрузкой с естественным масляным охлаждением;

ТМВМ – трехфазный с принудительной циркуляцией воды и естественной циркуляцией масла;

ТМГ – трехфазный масляный с герметичным исполнением;

ТМВГ – трехфазный масляный с принудительной циркуляцией воды и естественной циркуляцией масла с герметичным исполнением;

ТСЗ – трехфазный, естественное воздушное охлаждение при защищенном исполнении;

ТСЗС – трехфазный, сухой, защищенный.

ЗАДАЧА ЭМ-1

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК АВИАЦИОННЫХ МАШИН ПОСТОЯННОГО ТОКА

Задание:

По заданным параметрам стартер - генератора рассчитать и построить:

1) естественную (при $U_{\text{ном}} = 24 \text{ В}$) и искусственную (при повышенном или пониженном напряжении) механические характеристики. Для четных вариантов напряжение принять $U_1 = 36 \text{ В}$, для нечетных - $U_1 = 18 \text{ В}$.

Расчет производить как для двигателя смешанного возбуждения (рис.ЭМ-1.1).

2) естественную нагрузочную характеристику генератора и напряжение при заданной нагрузке ($\frac{I}{I_{\text{ном}}}$).

Расчет производить как для генератора параллельного возбуждения (рис. ЭМ-1.2).

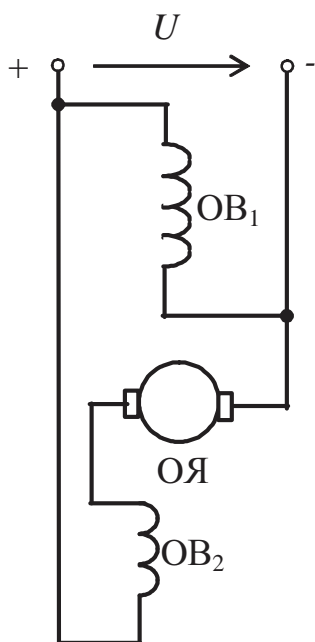


Рис. ЭМ-1.1

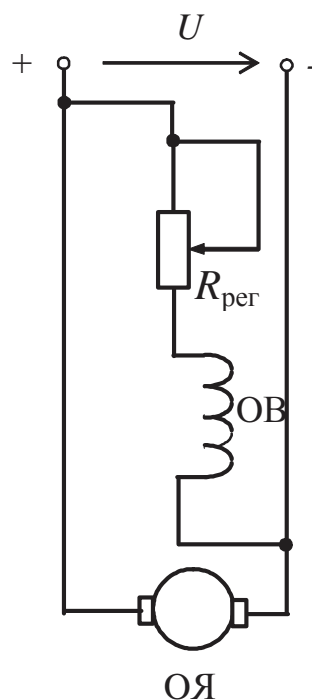


Рис. ЭМ-1.2

Варианты задания и характеристики стартер - генераторов выбираются из табл. ЭМ.1.1 и ЭМ.1.2 или задаются преподавателем индивидуально каждому студенту в виде распечатки.

Таблица ЭМ-1.1.

| Характеристика генераторов | ГСР-СТ-9000 | ГСР-СТ-12 | ГСР-СТ-12 | ГСР-СТ-18 | ГСР-СТ-1800 | ГСР-СТ-10510 |
|----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| $P_{\text{НОМ}}$, кВт | 9 | 12 | 15 | 18 | 18 | 18 |
| $I_{\text{НОМ}}$, А | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 | 600 |
| $R_{\text{я}}$, Ом | 0,0054 | 0,0031 | 0,0041 | 0,0032 | 0,0032 | 0,0028 |
| $R_{\text{об}}$, Ом | 1,879 | 1,256 | 1,284 | 1,134 | 1,134 | 1,206 |
| $R_{\text{об}}$, Ом | 0,0032 | 0,0019 | 0,0028 | 0,0022 | 0,0022 | 0,0017 |
| $n_{\text{НОМ}}$, об/м | 6200 | 6000 | 5600 | 5600 | 6000 | 6100 |
| КПД, % | 76 | 77,5 | 75 | 76 | 79 | 76 |
| № варианта | 1, 7, 13, 19, 25, 31, 37, 43, 49 | 2, 8, 14, 20, 26, 32, 38, 44, 50 | 3, 9, 15, 21, 27, 33, 39, 45 | 4, 10, 16, 22, 28, 34, 40, 46 | 5, 11, 17, 23, 29, 35, 41, 47 | 6, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48 |

Таблица ЭМ-1.2

| | | | | | | |
|---|--------------------------|---------------------------------|--|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| $\Phi_{\text{парл}}/\Phi_{\text{послед}}$ | 30/70 | 40/60 | 55/45 | 50/50 | 60/40 | 70/30 |
| $I/I_{\text{НОМ}}$ | 1 | 0,9 | 0,8 | 1,1 | 1,2 | 0,5 |
| № варианта | 1, 8, 16, 23, 30, 37, 44 | 2, 7, 9, 17, 24, 31, 38, 45, 50 | 1, 3, 10, 14, 18, 25, 29, 32, 39, 43, 46 | 4, 11, 15, 19, 22, 26, 33, 40, 47 | 5, 12, 20, 27, 34, 36, 41, 48 | 6, 13, 21, 28, 35, 42, 49 |

Методические рекомендации:

При расчете величины магнитного потока последовательной обмотки в зависимости от $I_{\text{я}}$ необходимо воспользоваться кривой $\Phi/\Phi_{\text{н}} = f(I/I_{\text{я}})$ – рис. ЭМ-1.3.

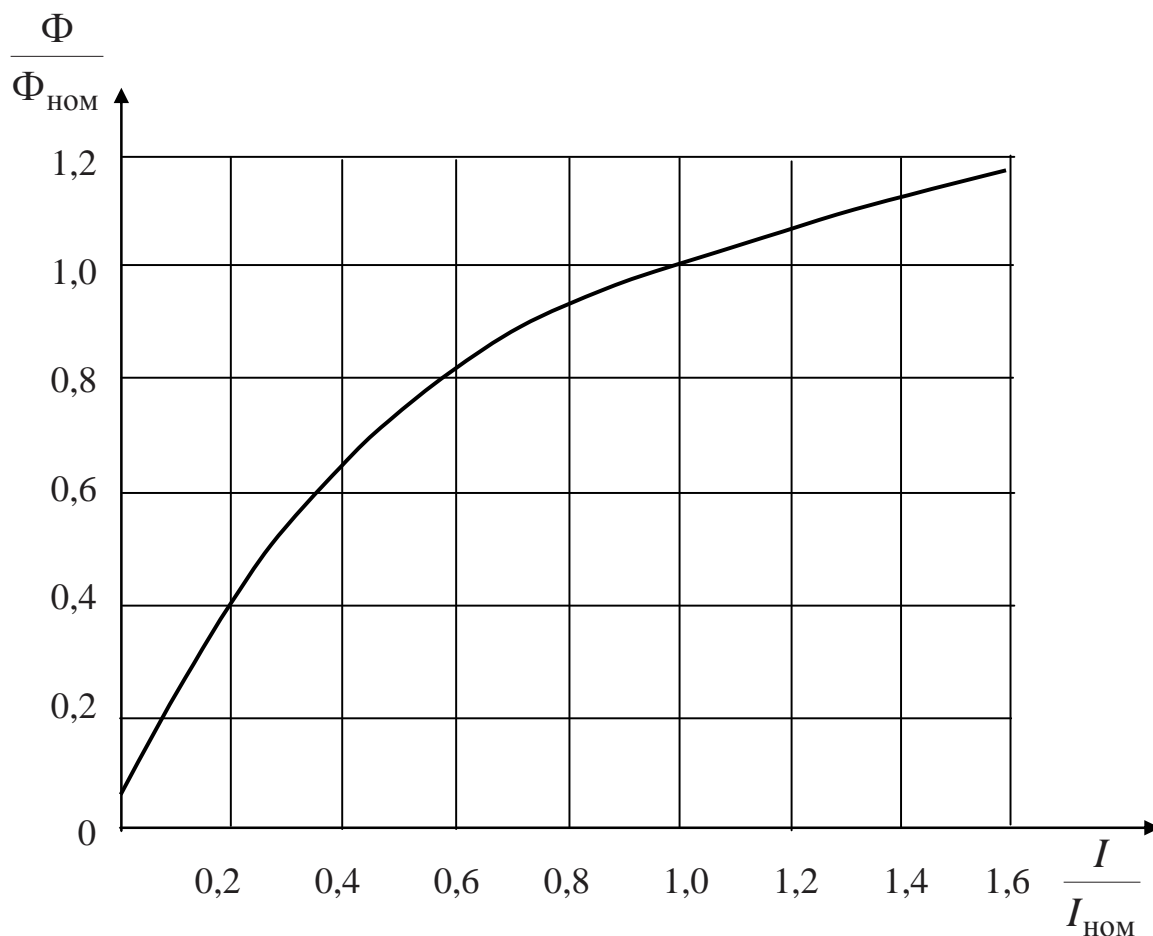


Рис. ЭМ-1.3.

В двигателе постоянного тока смешанного возбуждения магнитный поток машины представляет собой сумму потоков $\Phi = \Phi_{\text{парал}} + \Phi_{\text{посл}}$, созданных каждой из обмоток, в отношении, заданном табл. ЭМ-1.2.

Например, если $\frac{\Phi}{\Phi_{\text{НОМ}}} = \frac{30}{70}$, то в относительных единицах при

номинальном напряжении : $\Phi^* = \Phi_{\text{парал}}^* + \Phi_{\text{посл}}^* = 0,3 + 0,7 \frac{\Phi}{\Phi_{\text{НОМ}}}$. Учи-

тывая, что величина тока якоря зависит от момента нагрузки, то при построении механической характеристики необходимо условно

принимать значения $\frac{I}{I_{\text{НОМ}}}$ и при помощи рис.ЭМ-1.3 определять Φ^* .

ЗАДАЧА ЭМ-2

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Для заданного номера варианта типа двигателя (табл. ЭМ-2.1) выполнить следующие расчеты и построить графики:

1) определить величину сопротивления реостата R_{Π} чтобы пусковой момент был равен:

- а) $1,5 M_H$; б) $2 M_H$

2) рассчитать и построить графики естественной и реостатных механических характеристик при следующих значениях сопротивлений пускового реостата R_{Π} , включенного последовательно в цепь якоря: $0,5R_{я}$; $R_{я}$; $1,5R_{я}$; $2R_{я}$. Расчет каждой механической характеристики произвести для двух значений момента от 0 до $2M_H$.

4) определить частоту вращения и потери двигателя при заданном моменте сопротивления рабочего механизма $M_{сопр}$.

Таблица ЭМ-2.1

Технические данные
двигателей постоянного тока с параллельным возбуждением

| № ва- ри- ан- та | Тип двигателя | P_H Вт | U_H В | n_H об/мин | η_H % | $R_{я}$ Ом | R_B Ом | $M_{сопр}$ |
|------------------------------|-------------------|-----------------|----------------|---------------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 2ПН90МУХЛ4 | 0,17 | 110 | 750 | 47,5 | 5,84 | 162 | $0,7 M_H$ |
| 2 | 2ПН90МУХЛ4 | 0,37 | 220 | 1500 | 61,5 | 10,61 | 610 | $0,8 M_H$ |
| 3 | 2ПН90ЛУХЛ4 | 0,55 | 110 | 1500 | 67,5 | 1,3 | 112 | $0,9 M_H$ |
| 4 | 2ПН90ЛУХЛ4 | 1,3 | 220 | 3150 | 78,0 | 1,3 | 340 | $1,1 M_H$ |
| 5 | 2ПБ90МУХЛ4 | 0,28 | 110 | 1600 | 63,5 | 2,69 | 222 | $1,2 M_H$ |
| 6 | 2ПБ90МУХЛ4 | 0,55 | 220 | 3000 | 71,0 | 3,99 | 810 | $1,3 M_H$ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----|--------------------|------|-----|------|------|-------|------|-----------|
| 7 | 2ПБ90ЛУХЛ4 | 0,37 | 110 | 1500 | 66,0 | 2,1 | 192 | 1,4 M_H |
| 8 | 2ПБ90ЛУХЛ4 | 0,75 | 220 | 3150 | 77,0 | 2,28 | 720 | 0,2 M_H |
| 9 | 2ПН100МУХЛ4 | 0,5 | 110 | 1000 | 65 | 1,79 | 120 | 0,3 M_H |
| 10 | 2ПН100МУХЛ4 | 2,0 | 220 | 3000 | 79,0 | 0,805 | 265 | 0,4 M_H |
| 11 | 2ПН100ЛУХЛ4 | 1,1 | 110 | 1500 | 72,5 | 0,52 | 81 | 0,5 M_H |
| 12 | 2ПН100ЛУХЛ4 | 2,2 | 220 | 3150 | 81,0 | 0,52 | 295 | 0,6 M_H |
| 13 | 2ПБ100МУХЛ4 | 0,6 | 110 | 1500 | 72,0 | 1,083 | 153 | 0,7 M_H |
| 14 | 2ПБ100МУХЛ4 | 1,2 | 220 | 3150 | 80,0 | 1,325 | 595 | 0,8 M_H |
| 15 | 2ПН112МУХЛ4 | 1,5 | 110 | 1500 | 70,0 | 0,42 | 44 | 0,9 M_H |
| 16 | 2ПН112МУХЛ4 | 3,6 | 220 | 3000 | 79,0 | 0,42 | 129 | 1,1 M_H |
| 17 | 2ПН112ЛУХЛ4 | 2,2 | 110 | 4000 | 74,5 | 0,242 | 44 | 1,2 M_H |
| 18 | 2ПН112ЛУХЛ4 | 5,3 | 220 | 3000 | 80,0 | 0,242 | 96,3 | 1,3 M_H |
| 19 | 2ПБ112МУХЛ4 | 0,75 | 110 | 1500 | 70,0 | 0,565 | 84,3 | 1,4 M_H |
| 20 | 2ПБ112МУХЛ4 | 1,4 | 220 | 3000 | 78,5 | 0,788 | 403 | 0,1 M_H |
| 21 | 2ПБ112ЛУХЛ4 | 1,0 | 110 | 1600 | 74,0 | 0,378 | 80 | 0,2 M_H |
| 22 | 2ПБ112ЛУХЛ4 | 2,0 | 220 | 3150 | 81,0 | 0,413 | 303 | 0,3 M_H |
| 23 | 2ПН132МУХЛ4 | 4,0 | 440 | 1500 | 79,0 | 2,28 | 134 | 0,4 M_H |
| 24 | 2ПН132МУХЛ4 | 7,0 | 110 | 2200 | 81,0 | 0,067 | 25,6 | 0,5 M_H |
| 25 | 2ПН132ЛУХЛ4 | 3,0 | 220 | 1000 | 75,5 | 0,88 | 138 | 0,6 M_H |
| 26 | 2ПН132ЛУХЛ4 | 5,5 | 440 | 1600 | 81,0 | 1,28 | 101 | 0,7 M_H |
| 27 | 2ПБ132МУХЛ4 | 1,6 | 110 | 1060 | 71,0 | 0,346 | 54,5 | 0,8 M_H |
| 28 | 2ПБ132МУХЛ4 | 3,7 | 220 | 2360 | 81,0 | 0,346 | 202 | 0,9 M_H |
| 29 | 2ПБ132ЛУХЛ4 | 1,9 | 440 | 1120 | 78,0 | 4,05 | 216 | 1,1 M_H |
| 30 | 2ПБ132ЛУХЛ4 | 4,5 | 110 | 2360 | 84,0 | 0,055 | 43 | 1,2 M_H |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|----|--------------------|------|-----|------|------|-------|------|-----------|
| 31 | 2ПО132МУХЛ4 | 1,8 | 220 | 1000 | 64,5 | 1,38 | 175 | 1,3 M_H |
| 32 | 2ПО132МУХЛ4 | 4,5 | 440 | 2240 | 81,0 | 1,08 | 175 | 1,4 M_H |
| 33 | 2ПО132ЛУХЛ4 | 2,2 | 110 | 1000 | 74,0 | 0,22 | 37,4 | 1,5 M_H |
| 34 | 2ПО132ЛУХЛ4 | 6,7 | 220 | 3000 | 86,0 | 0,12 | 138 | 1,6 M_H |
| 35 | 2ПФ132МУХЛ4 | 3,0 | 440 | 1060 | 73,0 | 4,06 | 134 | 0,1 M_H |
| 36 | 2ПФ132МУХЛ4 | 6,0 | 220 | 2360 | 83,5 | 0,226 | 111 | 0,2 M_H |
| 37 | 2ПФ132ЛУХЛ4 | 2,8 | 110 | 750 | 66,5 | 0,269 | 25 | 0,3 M_H |
| 38 | 2ПФ132ЛУХЛ4 | 7,5 | 220 | 2120 | 83,5 | 0,167 | 167 | 0,4 M_H |
| 39 | 2ПН160МУХЛ4 | 3,0 | 440 | 750 | 76,0 | 3,15 | 128 | 0,5 M_H |
| 40 | 2ПН160МУХЛ4 | 7,5 | 110 | 1600 | 83,0 | 0,037 | 21,9 | 0,6 M_H |
| 41 | 2ПН160ЛУХЛ4 | 4,0 | 220 | 750 | 78,5 | 2,02 | 117 | 0,7 M_H |
| 42 | 2ПН160ЛУХЛ4 | 11,0 | 440 | 1600 | 85,5 | 0,385 | 65,3 | 0,8 M_H |
| 43 | 2ПБ160МУХЛ4 | 2,1 | 110 | 800 | 77,0 | 0,235 | 46,4 | 0,9 M_H |
| 44 | 2ПБ160МУХЛ4 | 4,2 | 220 | 1500 | 84,5 | 0,326 | 177 | 1,1 M_H |
| 45 | 2ПБ160ЛУХЛ4 | 3,2 | 440 | 1060 | 83,0 | 1,54 | 181 | 1,2 M_H |
| 46 | 2ПБ160ЛУХЛ4 | 7,5 | 220 | 2240 | 88,0 | 0,096 | 181 | 1,3 M_H |
| 47 | 2ПО160МУХЛ4 | 2,5 | 110 | 750 | 75,0 | 0,235 | 40,7 | 1,4 M_H |
| 48 | 2ПО160МУХЛ4 | 6,0 | 220 | 1600 | 84,5 | 0,235 | 148 | 1,5 M_H |
| 49 | 2ПО160ЛУХЛ4 | 3,2 | 440 | 750 | 78,5 | 2,27 | 117 | 0,1 M_H |
| 50 | 2ПО160ЛУХЛ4 | 7,1 | 110 | 1500 | 85,0 | 0,044 | 32,7 | 0,2 M_H |

Примечание:

В таблице приняты следующие обозначения:

- $M_{сопр}$ - момент сопротивления рабочего механизма, заданный в долях от номинального момента.

Методические рекомендации:

Для расшифровки обозначения двигателей постоянного тока следует учесть, что структура условного обозначения машин постоянного тока серии имеет вид:

$$\begin{array}{cccccc} \underline{2П} & \underline{Х} & \underline{Х} & \underline{Х} & \underline{Х} & \underline{Х} \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{array}$$

где 1 – название серии: вторая серия машин постоянного тока;

2 – исполнение по способу защиты и вентиляции: Н — защищенное с самовентиляцией, Ф — защищенное с независимой вентиляцией от постоянного вентилятора, Б — закрытое с естественным охлаждением, О — закрытое с внешним обдувом от постоянного вентилятора;

3 – высота оси вращения, мм;

4 – условное обозначение длины сердечника якоря: М — средняя, L — большая;

5 – буква Г при наличии встроенного тахогенератора (в обозначении двигателей постоянного тока без тахогенератора опускается);

6 – климатическое исполнение и категория размещения.

Например, обозначение двигателя 2ПФ314МУХЛ4 имеет следующую расшифровку:

2П – номер серии;

Ф – защищенное исполнение с независимой вентиляцией от постоянного вентилятора;

314 – высота оси вращения, мм;

М – длина сердечника якоря средняя;

УХЛ – климатическое исполнение для умеренного и холодного климата;

4 – категория размещения – для эксплуатации в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями (например, в закрытых отапливаемых производственных помещениях).

Стандарты на конструктивное исполнение электрических машин приведены в приложении П-2.

ЗАДАЧА ЭМ-3

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

По заданным параметрам асинхронного двигателя (табл. ЭМ-3.1.):

- 1) определить схему включения обмотки статора;
- 2) рассчитать и построить механическую характеристику $n_2 = f(M)$ и характеристику “момент - скольжение” $M = f(s)$;
- 3) рассчитать значение пускового тока.
- 4) определить, возможен ли запуск электродвигателя при аварийном пониженном напряжении сети на ΔU , %,
- 5) рассчитать сечение токоподводящих проводов, приняв плотность тока 3 А/мм^2 .

Таблица ЭМ-3.1

Технические характеристики асинхронных электродвигателей

| | Тип двигателя | $P_{\text{н}}$ кВт | $U_{\text{ном}}$ В | $n_{\text{н}}$ об/мин | η % | $\cos\varphi_{\text{н}}$ | α | β | λ | ΔU % |
|---|----------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-------------|--------------------------|----------|---------|-----------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| $U_{\text{сети}} = 380 \text{ В}$ | | | | | | | | | | |
| 1 | 4А50В2 | 0,12 | 380 | 2710 | 63,0 | 0,70 | 4,0 | 2,0 | 2,2 | 10 |
| 2 | РА200L8 | 15 | 380 | 730 | 88 | 0,8 | 5,7 | 2,0 | 2,5 | 7 |
| 3 | АИР315S | 110 | 220/380 | 987 | 93 | 0,92 | 6 | 1,4 | 2,3 | 15 |
| 4 | 4А56А2 | 0,18 | 380 | 2800 | 66,0 | 0,76 | 4,0 | 2,0 | 2,2 | 20 |
| 5 | 4А56В4 | 0,18 | 380 | 1365 | 64,0 | 0,64 | 3,5 | 2,1 | 2,2 | 5 |
| 6 | РА200L4 | 30 | 380/660 | 1475 | 91 | 0,86 | 7,7 | 2,7 | 3,2 | 3 |
| 7 | АИР160 | 18,5 | 380/660 | 1455 | 90,5 | 0,89 | 7 | 1,9 | 2,9 | 15 |

| $U_{\text{сети}} = 380 \text{ В}$ | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|---------|------|---------|------|------|------|-----|-----|-----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 8 | 4A63A6 | 0,18 | 380 | 885 | 56,0 | 0,62 | 3,0 | 2,2 | 2,2 | 6 |
| 9 | RA208 | 15 | 380/660 | 730 | 88 | 0,8 | 5,7 | 2,0 | 2,5 | 7 |
| 10 | AИP3S6 | 110 | 220/380 | 987 | 93 | 0,92 | 6 | 1,4 | 2,3 | 10 |
| 11 | 4A63B2 | 0,55 | 380 | 2740 | 73,0 | 0,86 | 4,5 | 2,0 | 2,2 | 8 |
| 12 | 4A71A4 | 0,55 | 380 | 1390 | 70,5 | 0,70 | 4,5 | 2,0 | 2,2 | 10 |
| 13 | RA71A2 | 0,37 | 380 | 2800 | 71 | 0,81 | 5,0 | 2,3 | 2,4 | 9 |
| 14 | AИP A2 | 0,09 | 220/380 | 2655 | 60 | 0,75 | 4,5 | 2,2 | 2,2 | 12 |
| 15 | 4A71B6 | 0,55 | 380 | 900 | 67,5 | 0,71 | 4,0 | 2,0 | 2,2 | 6 |
| 16 | 4A80B8 | 0,55 | 380 | 700 | 64,0 | 0,65 | 3,5 | 1,6 | 1,7 | 11 |
| 17 | 4A71A2 | 0,75 | 380 | 2840 | 77,0 | 0,87 | 5,5 | 2,0 | 2,2 | 13 |
| 18 | RA10B4 | 3 | 380 | 1420 | 81 | 0,81 | 6,2 | 2,2 | 2,6 | 6 |
| 19 | AИP250 | 90 | 220/380 | 2940 | 93 | 0,92 | 7,5 | 1,8 | 3 | 7 |
| 20 | 4A80A6 | 0,75 | 380 | 915 | 69,0 | 0,74 | 4,0 | 2,0 | 2,2 | 10 |
| 21 | 4A90A8 | 0,75 | 380 | 700 | 68,0 | 0,62 | 3,5 | 1,6 | 1,9 | 8 |
| 22 | RA18M | 22 | 380/660 | 2940 | 90,5 | 0,89 | 7,5 | 2,1 | 3,5 | 10 |
| 23 | AИP132S | 7,5 | 220/380 | 1440 | 87,5 | 0,86 | 7,5 | 2,0 | 2,5 | 9 |
| 24 | 4A71B2 | 1,1 | 380 | 2810 | 77,5 | 0,87 | 5,5 | 2,0 | 2,2 | 12 |
| 25 | 4A80A4 | 1,1 | 220/380 | 1420 | 75,0 | 0,81 | 5,0 | 2,0 | 2,2 | 6 |
| 26 | RA160L2 | 18,5 | 380 | 2940 | 90 | 0,88 | 7,5 | 2,0 | 3,2 | 11 |
| 27 | AИP160S | 11,0 | 220/380 | 970 | 88 | 0,83 | 6,5 | 2,0 | 2,7 | 13 |
| 28 | 4A90B8 | 1,1 | 220/380 | 700 | 70,0 | 0,68 | 3,5 | 1,6 | 1,9 | 6 |
| 29 | 4A80A2 | 1,5 | 220/380 | 2850 | 81,0 | 0,85 | 6,5 | 2,1 | 2,6 | 7 |
| 30 | RA90L2 | 2,2 | 380 | 2820 | 82 | 0,87 | 6,5 | 2,9 | 3,4 | 10 |
| 31 | AИP132S | 4 | 220/380 | 716 | 83 | 0,7 | 6,0 | 1,8 | 2,2 | 8 |
| 32 | 4A80B4 | 1,5 | 220/380 | 1415 | 77,0 | 0,83 | 5,0 | 2,0 | 2,2 | 10 |

| $U_{\text{сети}} = 380 \text{ В}$ | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----------|------|---------|------|------|------|-----|-----|-----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 33 | 4A80B2 | 2,2 | 380 | 2850 | 83,0 | 0,87 | 6,5 | 2,1 | 2,6 | 9 |
| 34 | RA160ML6 | 11,0 | 380 | 970 | 88,5 | 0,82 | 6,5 | 2,2 | 2,9 | 6 |
| 35 | AIP132M6 | 7,5 | 220/380 | 960 | 85,5 | 0,81 | 7,0 | 2,0 | 2,2 | 7 |
| 36 | 4A904 | 2,2 | 220/380 | 1425 | 80,0 | 0,83 | 6,0 | 2,1 | 2,4 | 10 |
| 37 | 4A1006 | 2,2 | 220/380 | 950 | 81,0 | 0,73 | 5,0 | 2,0 | 2,2 | 8 |
| 38 | RA112M2 | 4,0 | 380 | 2895 | 84 | 0,87 | 6,8 | 2,2 | 3,3 | 10 |
| 39 | AIP132M8 | 5,5 | 220/380 | 712 | 83 | 0,74 | 6,0 | 1,8 | 2,2 | 9 |
| 40 | 4A112MA8 | 2,2 | 380 | 700 | 76,5 | 0,71 | 5,0 | 1,9 | 2,2 | 12 |
| 44 | 4A902 | 3,0 | 380 | 2840 | 84,5 | 0,88 | 6,5 | 2,1 | 2,5 | 6 |
| 45 | 4A1004 | 3,0 | 380 | 1435 | 82,0 | 0,83 | 6,0 | 1,6 | 2,4 | 11 |
| 46 | 4A112MA6 | 3,0 | 380 | 955 | 81,0 | 0,76 | 6,0 | 2,0 | 2,5 | 13 |
| 47 | RA80A2 | 9,0 | 380 | 2820 | 74 | 0,83 | 5,3 | 2,5 | 2,7 | 7 |
| 48 | AIP80B4 | 1,5 | 220/380 | 1395 | 78 | 0,83 | 5,5 | 1,6 | 2,2 | 15 |
| 49 | 4A112MB8 | 3,0 | 380 | 700 | 79,0 | 0,74 | 5,0 | 1,9 | 2,2 | 6 |
| 50 | 4A112MB6 | 4,0 | 380 | 950 | 82,0 | 0,81 | 6,0 | 2,0 | 2,5 | 7 |
| 51 | 4A132M2 | 11,0 | 380/660 | 2900 | 88,0 | 0,90 | 7,5 | 1,7 | 2,8 | 10 |
| 52 | RA80B2 | 1,1 | 380 | 2880 | 77 | 0,86 | 5,2 | 2,6 | 2,8 | 8 |
| 53 | AIP112MB | 5,5 | 220/380 | 712 | 83 | 0,74 | 6,0 | 1,8 | 2,2 | 10 |
| 54 | 4A132M6 | 4,0 | 380 | 950 | 82 | 0,81 | 6,0 | 2,0 | 2,2 | 9 |
| 55 | 4A1606 | 11,0 | 380/660 | 975 | 86,0 | 0,86 | 6,0 | 1,2 | 2,2 | 12 |
| 56 | 4A160M8 | 11,0 | 380 | 730 | 87,0 | 0,75 | 6,0 | 1,4 | 2,2 | 6 |
| 57 | RA132SA2 | 5,5 | 380 | 2880 | 89 | 0,89 | 6,5 | 2,4 | 3,0 | 11 |
| 58 | AIP112MB8 | 3,0 | 220/380 | 708 | 79 | 0,74 | 6,0 | 1,8 | 2,2 | 13 |
| 59 | 4A1602 | 15,0 | 380/660 | 2940 | 88,0 | 0,91 | 7,0 | 1,4 | 2,2 | 10 |
| 60 | 4A1604 | 15,0 | 380/660 | 1465 | 88,5 | 0,88 | 7,0 | 1,4 | 2,3 | 9 |

| $U_{\text{сет}} = 660 \text{ В}$ | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|----------|------|---------|------|------|------|-----|-----|-----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 61 | 4A1802 | 22,0 | 380/660 | 2945 | 88,5 | 0,91 | 7,5 | 1,4 | 2,5 | 6 |
| 62 | 4A1804 | 22,0 | 380/660 | 1470 | 90,0 | 0,90 | 6,5 | 1,4 | 2,3 | 7 |
| 63 | 4A200M6 | 22,0 | 660 | 975 | 90,0 | 0,90 | 6,5 | 1,3 | 2,4 | 10 |
| 64 | 4AH180M6 | 22,0 | 380/660 | 975 | 88,5 | 0,87 | 6,0 | 1,2 | 2,0 | 8 |
| 65 | RA200LA2 | 30,0 | 380/660 | 2950 | 92 | 0,89 | 7,5 | 2,4 | 3,0 | 10 |
| 66 | AIP250S6 | 45,0 | 660 | 980 | 92,5 | 0,85 | 6,5 | 1,5 | 2,3 | 9 |
| 67 | 4A2008 | 22,0 | 380/660 | 730 | 88,5 | 0,84 | 5,5 | 1,2 | 2,0 | 12 |
| 68 | 4A200M2 | 37,0 | 380/660 | 2945 | 90,0 | 0,89 | 7,5 | 1,4 | 2,5 | 6 |
| 69 | 4A200M4 | 37,0 | 380/660 | 1475 | 91,0 | 0,90 | 7,0 | 1,4 | 2,5 | 11 |
| 70 | 4A225M6 | 37,0 | 380/660 | 980 | 91,0 | 0,89 | 6,5 | 1,2 | 2,3 | 13 |
| 71 | 4A2508 | 37,0 | 660 | 735 | 90,0 | 0,83 | 6,0 | 1,2 | 2,0 | 7 |
| 72 | 4A28010 | 37,0 | 380/660 | 590 | 91,0 | 0,78 | 6,0 | 1,0 | 1,8 | 15 |
| 73 | 4A2002 | 45,0 | 660 | 2945 | 91,0 | 0,90 | 7,5 | 1,4 | 2,5 | 6 |
| 74 | 4A2004 | 45,0 | 380/660 | 1475 | 92,0 | 0,90 | 7,0 | 1,4 | 2,5 | 7 |
| 75 | RA80B2 | 1,1 | 380 | 2880 | 77 | 0,86 | 5,2 | 2,6 | 2,8 | 10 |
| 76 | AIP112M | 5,5 | 660 | 712 | 83 | 0,74 | 6,0 | 1,8 | 2,2 | 8 |
| 77 | 4AH225M6 | 45,0 | 660 | 980 | 91,0 | 0,87 | 6,5 | 1,2 | 2,0 | 10 |
| 78 | 4AH2508 | 45,0 | 660 | 770 | 91,0 | 0,81 | 5,5 | 1,2 | 1,9 | 9 |
| 79 | 4A2502 | 75,0 | 380/660 | 2960 | 91,0 | 0,89 | 7,5 | 1,2 | 2,5 | 12 |
| 80 | 4A2504 | 75,0 | 660 | 1480 | 93,0 | 0,90 | 7,0 | 1,2 | 2,3 | 6 |
| 81 | 4A2806 | 75,0 | 380/660 | 985 | 92,0 | 0,89 | 5,5 | 1,4 | 2,2 | 11 |
| 82 | RA180L4 | 22,0 | 660 | 1480 | 91 | 0,88 | 7,0 | 2,1 | 2,9 | 13 |
| 83 | AIP250S4 | 75,0 | 380/660 | 1477 | 94 | 0,88 | 7,5 | 1,7 | 2,5 | 7 |
| 84 | 4A280M8 | 75,0 | 380/660 | 735 | 92,5 | 0,85 | 5,5 | 1,2 | 2,0 | 15 |
| 85 | 4A315M10 | 75,0 | 660 | 590 | 92,0 | 0,80 | 6,0 | 1,0 | 1,8 | 14 |

| $U_{\text{сети}} = 660 \text{ В}$ | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------|-----------|---------|------|------|------|-----|-----|-----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 86 | 4A35512 | 75,0 | 380/660 | 490 | 91,5 | 0,76 | 6,0 | 1,0 | 1,8 | 3 |
| 87 | 4A250M2 | 90,0 | 380/660 | 2960 | 92,0 | 0,90 | 7,5 | 1,2 | 2,5 | 4 |
| 88 | 4A250M4 | 90,0 | 380/660 | 1480 | 93,0 | 0,91 | 7,0 | 1,2 | 2,3 | 6 |
| 89 | 4A280M6 | 90,0 | 380/660 | 985 | 92,5 | 0,89 | 5,5 | 1,4 | 2,2 | 7 |
| 90 | 4A3158 | 90,0 | 380/660 | 740 | 93,0 | 0,85 | 6,5 | 1,2 | 2,3 | 10 |
| 91 | 4A35510 | 90,0 | 380/660 | 590 | 92,5 | 0,83 | 6,0 | 1,0 | 1,8 | 8 |
| 92 | 4A355M12 | 90,0 | 380/660 | 495 | 92,0 | 0,76 | 6,0 | 1,0 | 1,8 | 10 |
| 93 | 4A315M2 | 200 0 | 380/660 | 2970 | 92,5 | 0,90 | 7,0 | 1,2 | 2,2 | 9 |
| 94 | RA200LB2 | 37,0 | 380/660 | 2850 | 92 | 0,89 | 7,5 | 2,6 | 2,8 | 12 |
| 95 | AIP112MB | 110 | 380/660 | 738 | 93 | 0,86 | 6,0 | 1,1 | 2,2 | 6 |
| 96 | 4АН280M2 | 200 0 | 660 | 2960 | 94,5 | 0,90 | 6,5 | 1,2 | 2,2 | 11 |
| 97 | 4A315M4 | 200 0 | 660 | 1480 | 94,0 | 0,92 | 6,0 | 1,3 | 2,2 | 13 |
| 98 | 4АН3154 | 200 0 | 660 | 1475 | 94,0 | 0,91 | 6,0 | 1,2 | 2,0 | 7 |
| 99 | 4A355M6 | 200, 0 | 660 | 985 | 94,0 | 0,90 | 6,5 | 1,4 | 2,2 | 15 |
| 100 | 4АН355M8 | 200, 0 | 660 | 740 | 94,0 | 0,86 | 5,5 | 1,2 | 1,9 | 6 |

Примечание:

В таблице приняты следующие обозначения:

- $\alpha = \frac{I_{\text{п}}}{I_{\text{н}}}$ - кратность пускового тока;

- $\beta = \frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{н}}}$ - кратность пускового момента;

- $\lambda = \frac{M_{\text{max}}}{M_{\text{н}}}$ - кратность максимального момента (перегрузочная

способность двигателя).

Методические рекомендации:

1) При определении схемы включения в сеть обмоток статора следует учесть, что номинальное напряжение двигателя:

- 380 В соответствует соединению обмоток двигателя – «звезда»;
- 660 В соответствует соединению обмоток двигателя – «звезда»;
- 220/380, 380/660 соответствует соединению обмоток двигателя – «треугольник»/«звезда».

2) Построение механической характеристики следует производить по основным расчетным точкам – холостого хода, номинального режима, критического режима и пуска, а также двум произвольно выбранным точкам в области устойчивой работы двигателя.

3) Для определения частоты вращения магнитного поля статора (n_1) необходимо знать число пар полюсов двигателя. Для этого можно воспользоваться маркировкой двигателя.

Обозначение двигателя включает в себя следующую структуру:

| | | | | | | | | | |
|----------|----------|----------|----------|------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <u>Y</u> | <u>A</u> | <u>X</u> | <u>X</u> | <u>XXX</u> | <u>X</u> | <u>X</u> | <u>X</u> | <u>X</u> | <u>X</u> |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

1 – порядковый номер серии;

2 – род двигателя – асинхронный;

3 – исполнение по степени защиты (Н – IP23, отсутствие данного знака - IP44);

4 - исполнение двигателя по материалу станины и щита (А – станина и щиты алюминиевые; X – станина алюминиевая, щиты чугунные или наоборот; отсутствие данного знака означает, что станина и щиты чугунные или стальные);

5 - высота оси вращения;

6 - условная длина станины по МЭК (S,M,L);

7 – длина сердечника статора (А или В, отсутствие данного знака означает одну длину в установочном размере);

8 – климатические исполнения по ГОСТ 15150-69 (У – для умеренного климата);

9 – число полюсов: 2,4,6,8,10,12;

10 – категория размещения по ГОСТ 15150-69(3) (1 – на открытом воздухе; 2 – в помещения, в которых отсутствует прямое воздействие атмосферных осадков и солнечной радиации; 3 – закрытые помещения с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий).

Стандарты на конструктивное исполнение электрических машин приведены в приложении П-2.

Примеры обозначения асинхронных двигателей:

- 5A250M-4
5A – асинхронный двигатель 5 серии;
250 – высота оси вращения, мм;
M – длина средняя корпуса по установочным размерам;
4 – число полюсов (1500 об/мин).
- RA100M4
RA – российский асинхронный двигатель;
100 – высота оси вращения, мм;
M – длина средняя корпуса по установочным размерам;
4 – число полюсов (1500 об/мин).
- 4A200L4УЗ
4A – асинхронный двигатель 4 серии закрытый обдуваемый;
200 – высота оси вращения, мм;
L – большая длина корпуса по установочным размерам,
4 – число полюсов (1500 об/мин);
У – для районов с умеренным климатом,
З – категория размещения -для эксплуатации в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий.
- AIP250S6
AIP – асинхронный двигатель серии AIP: разработка этой серии базировалась, кроме отечественных стандартов, на рекомендациях МЭК (Международной электротехнической комиссии);
250 – высота оси вращения, мм;
S – малая длина корпуса по установочным размерам;
6 – число полюсов (1000 об/мин).

ЗАДАЧА ЭП-1

РАСЧЕТ СТАБИЛИЗИРОВАННОГО БЛОКА ПИТАНИЯ

Задание:

Для заданной схемы стабилизированного источника питания (рис.ЭП-1.1 – ЭП-1.3):

- 1) подобрать стабилитрон;
- 2) рассчитать параметрический стабилизатор на полупроводниковом стабилитроне для питания нагрузки с сопротивлением R_H , обеспечивающий постоянным и равным U_H значение напряжения на нагрузке, при колебании напряжения на входе схемы от U_1' до U_1'' ;
- 3) произвести проверку правильности подбора стабилитрона, рассчитав допустимый диапазон входных напряжений стабилизатора;
- 4) подобрать полупроводниковые диоды для заданной выпрямительной схемы и рассчитать коэффициент трансформации;

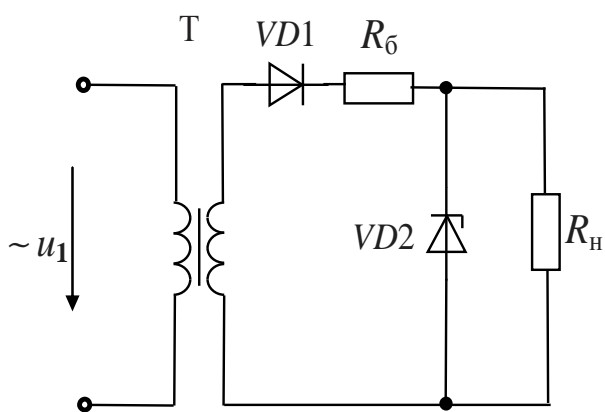


Рис.ЭП-1.1

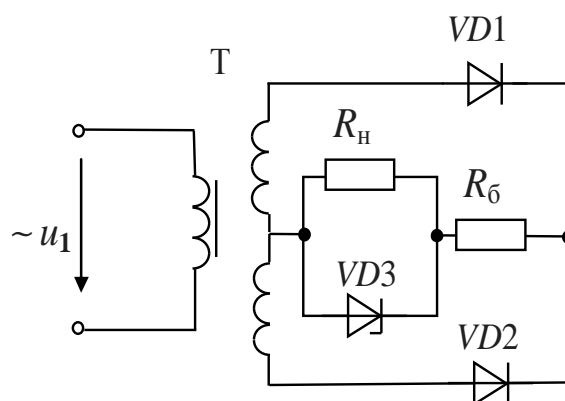


Рис. ЭП-1.3

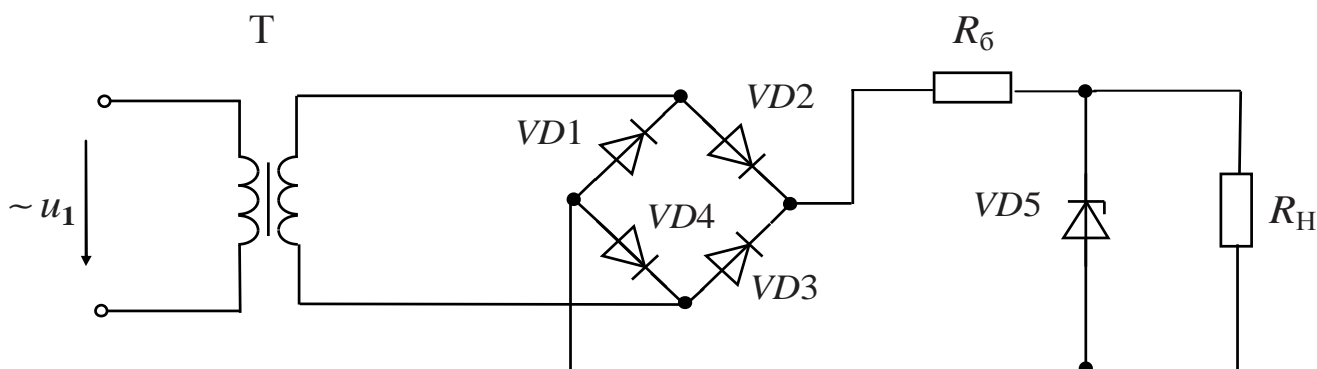


Рис. ЭП-1.2

5) исследовать в пакете Micro-Cap работу рассчитанного источника вторичного питания;

б) вычертить в масштабе временные диаграммы изменения напряжения на вторичной обмотке трансформатора u_2 , напряжения на одном из диодов u_{VD} , напряжения на входе стабилизатора $u_{вх.стаб.}$, напряжения на нагрузке u_H , тока через один из диодов i_{VD} , тока нагрузки i_H .

Варианты задания выдаются студентам индивидуально или в соответствии с табл.ЭП-1.1

Таблица ЭП-1.1

| Номер варианта | Параметры нагрузки | | Номер схемы | Напряжение на первичной обмотке трансформатора | |
|----------------|--------------------|--------------|-------------|--|-------------|
| | R_H , Ом | $U_{ст}$, В | | U'_1 , В | U''_1 , В |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 136 | 3,3 | 1 | 181 | 217 |
| 2 | 184 | 3,9 | 2 | 142 | 170 |
| 3 | 232 | 4,7 | 3 | 188 | 226 |
| 4 | 315 | 5,6 | 1 | 103 | 123 |
| 5 | 453 | 6,8 | 2 | 166 | 199 |
| 6 | 676 | 8,2 | 3 | 155 | 186 |
| 7 | 1000 | 10 | 1 | 137 | 165 |
| 8 | 1412 | 12 | 2 | 140 | 168 |
| 9 | 3130 | 18 | 3 | 115 | 138 |
| 10 | 6400 | 20 | 1 | 186 | 223 |
| 11 | 4632 | 22 | 2 | 164 | 197 |
| 12 | 13778 | 31 | 3 | 109 | 131 |
| 13 | 28923 | 47 | 1 | 109 | 131 |
| 14 | 26154 | 51 | 2 | 268 | 321 |
| 15 | 41846 | 68 | 3 | 217 | 260 |
| 16 | 74286 | 91 | 1 | 237 | 285 |
| 17 | 41 | 6 | 2 | 285 | 342 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 18 | 80 | 8 | 3 | 274 | 329 |
| 19 | 178 | 12 | 1 | 291 | 349 |
| 20 | 833 | 20 | 2 | 203 | 243 |
| 21 | 2000 | 32 | 3 | 267 | 320 |
| 22 | 5789 | 55 | 1 | 220 | 264 |
| 23 | 2500 | 9 | 2 | 242 | 291 |
| 24 | 4550 | 9,1 | 3 | 300 | 360 |
| 25 | 1000 | 32 | 1 | 222 | 267 |
| 26 | 2895 | 55 | 2 | 262 | 314 |
| 27 | 1250 | 9 | 3 | 215 | 258 |
| 28 | 2275 | 9,1 | 1 | 278 | 334 |
| 29 | 1240 | 6,2 | 2 | 293 | 351 |
| 30 | 1522 | 7 | 3 | 298 | 357 |
| 31 | 1786 | 7,5 | 1 | 206 | 248 |
| 32 | 2250 | 9 | 2 | 221 | 265 |
| 33 | 2676 | 9,1 | 3 | 272 | 326 |
| 34 | 2528 | 9,1 | 1 | 221 | 265 |
| 35 | 3138 | 9,1 | 2 | 262 | 314 |
| 36 | 1447 | 11 | 3 | 273 | 327 |
| 37 | 3667 | 11 | 1 | 258 | 310 |
| 38 | 5000 | 13 | 2 | 213 | 256 |
| 39 | 6190 | 13 | 3 | 293 | 352 |
| 40 | 8523 | 15 | 1 | 276 | 331 |
| 41 | 10256 | 16 | 2 | 231 | 277 |
| 42 | 12162 | 18 | 3 | 231 | 278 |
| 43 | 14925 | 20 | 1 | 287 | 344 |
| 44 | 17742 | 22 | 2 | 248 | 298 |
| 45 | 21053 | 24 | 3 | 290 | 348 |
| 46 | 12766 | 120 | 1 | 230 | 276 |
| 47 | 8250 | 33 | 2 | 219 | 263 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----|-------|-----|---|-----|-----|
| 48 | 4355 | 27 | 3 | 275 | 330 |
| 49 | 8611 | 31 | 1 | 262 | 315 |
| 50 | 29508 | 180 | 2 | 239 | 287 |

Методические рекомендации:

1) Трансформатор считать идеальным.

2) Диоды считать идеальными, то есть:

- прямое включение $R_{пр} = 0$, $U_{VDпр} = 0$;

- обратное включение $R_{обр} = \infty$, $I_{VDобр} = 0$.

3) При выполнении расчета стабилизированного блока питания рекомендуется соблюдать следующую последовательность.

Расчет следует начинать с подбора стабилизатора по величине $U_{ст}$ из справочных данных, начиная с маломощного стабилизатора. После расчета стабилизатора производится проверка допустимого диапазона напряжений стабилизации. Если диапазон окажется меньше заданного, выбирается стабилизатор большей мощности и производится расчет стабилизатора заново.

Для подбора диодов (диода) выпрямительной схемы используется наибольшее значение тока стабилизатора.

Для определения коэффициента трансформации трансформатора вторичное напряжение рассчитывается исходя из напряжения нагрузки с учетом падения напряжения на стабилизаторе и коэффициента, учитывающего схему выпрямления.

Краткие теоретические сведения, примеры расчета отдельных блоков стабилизированных источников питания приведены в [11].

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СТАЛЯХ

Сердечники электрических машин или магнитопроводы изготовляют из специальной электротехнической стали, обладающей более высокой магнитной проницаемостью и низкими удельными потерями энергии, чем обычные конструкционные стали. Среди магнитомягких материалов наиболее широко в электротехнической промышленности применяются электротехнические тонколистовые стали толщиной 0,35 или 0,5 мм.

Сталь электротехническая тонколистовая подразделяется:

- 1) по структурному состоянию и виду прокатки;
- 2) по содержанию кремния;
- 3) по основной нормируемой характеристике, определяющей потери в стали.

По структурному состоянию и виду прокатки различают три класса электротехнической тонколистовой стали:

- 1 класс – горячекатаная изотропная сталь;
- 2 класс – холоднокатаная изотропная;
- 3 класс – холоднокатаная анизотропная сталь с ребровой текстурой.

Изотропной называют сталь, имеющую одинаковые магнитные свойства в разных направлениях, анизотропной – сталь с неодинаковыми свойствами в разных направлениях.

Наиболее широко в настоящее время для трансформаторов применяют холоднокатаные анизотропные электротехнические стали. Для электрических машин применяют холоднокатаные и горячекатаные изотропные стали.

По содержанию кремния обозначают:

- 0 – сталь с содержанием кремния до 0,4% (нелегированная);
- 1 – сталь с содержанием кремния от 0,4 до 0,8%;
- 2 – сталь с содержанием кремния от 0,8 до 1,8%;
- 3 – сталь с содержанием кремния от 1,8 до 2,8%;
- 4 – сталь с содержанием кремния от 2,8 до 3,8%;
- 5 – сталь с содержанием кремния свыше 3,8 до 4,8%.

Добавление кремния в электротехническую сталь улучшает магнитные характеристики стали, повышает ее удельное электрическое сопротивление и снижает потери на вихревые токи, но и делает ее более хрупкой.

В зависимости от основной нормируемой характеристики сталь делят на группы:

0 – удельные потери при магнитной индукции 1,7Тл и частоте 50 Гц (обозначаются 1,7/50);

1 – удельные потери при магнитной индукции 1,5Тл и частоте 50 Гц ($p_{1,5/50}$);

2 – удельные потери при магнитной индукции 1,0 Тл и частоте 400 Гц ($p_{1,0/400}$);

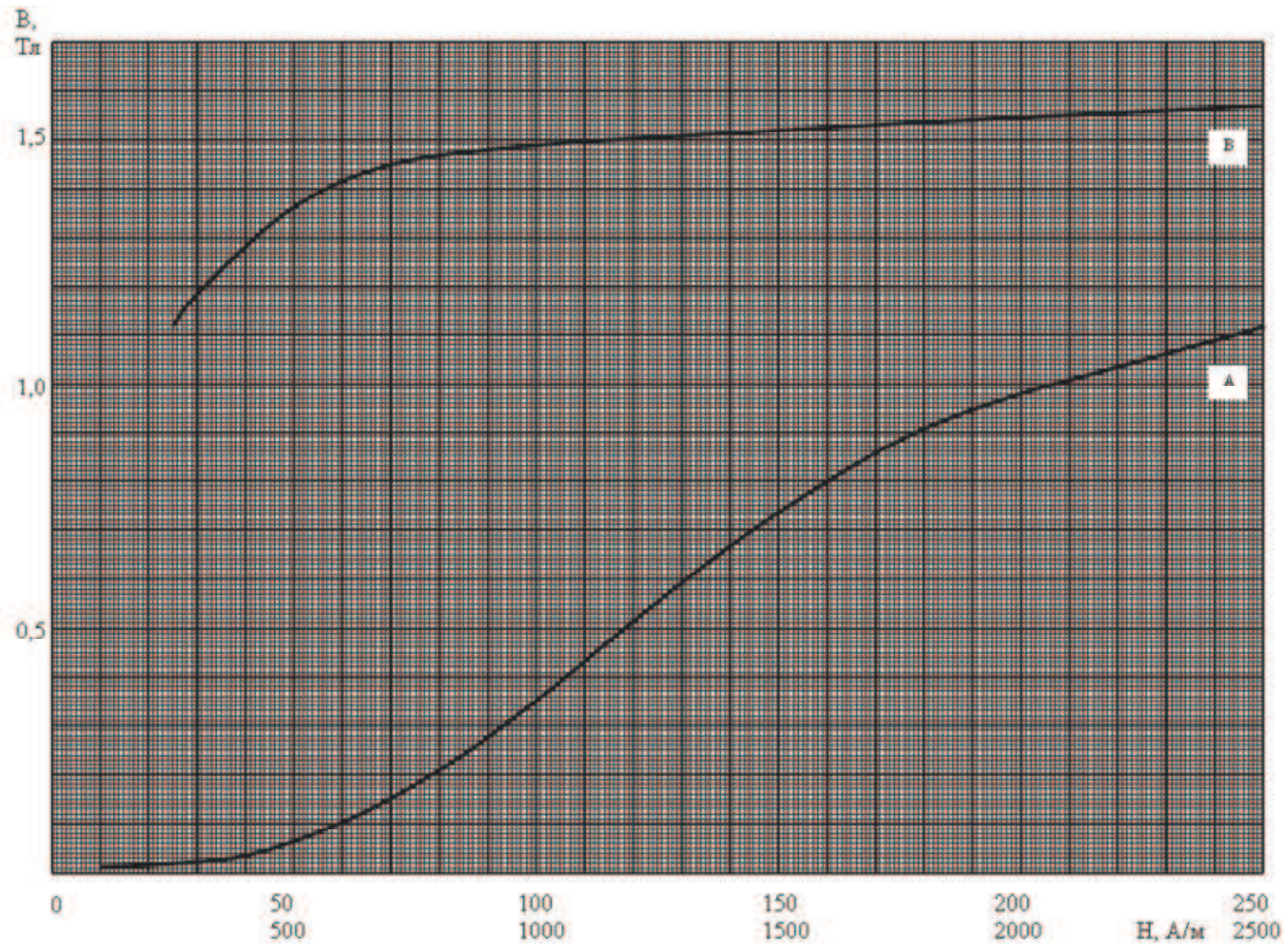
б – магнитная индукция в слабых магнитных полях при напряженности поля $H = 0,4$ А/м (B_{04});

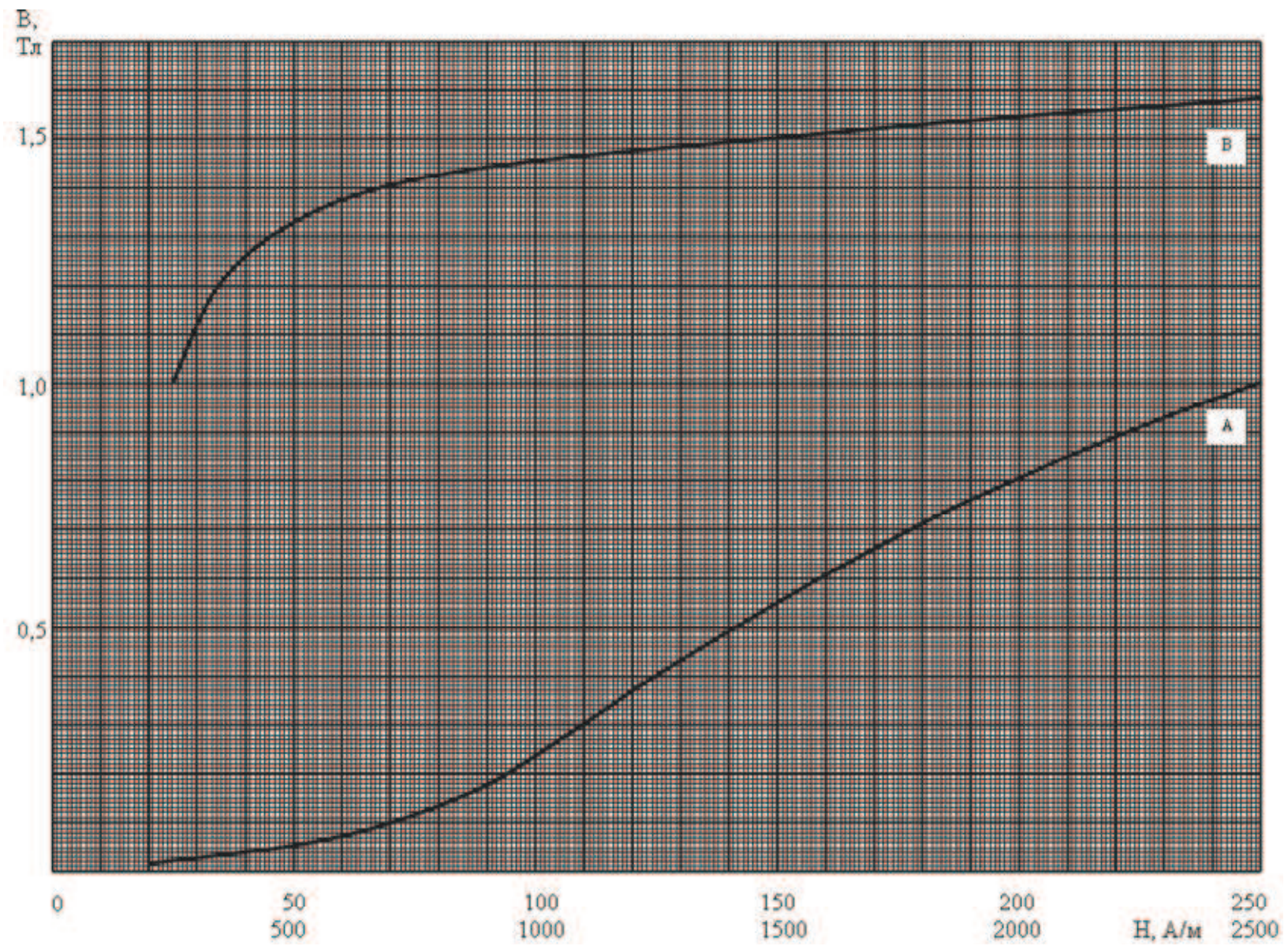
7 – индукция в средних магнитных полях при напряженности $H = 10$ А/м (B_{10}).

Электротехнические стали обозначают посредством системы вышеприведенных цифр. В обозначении марки цифры означают:

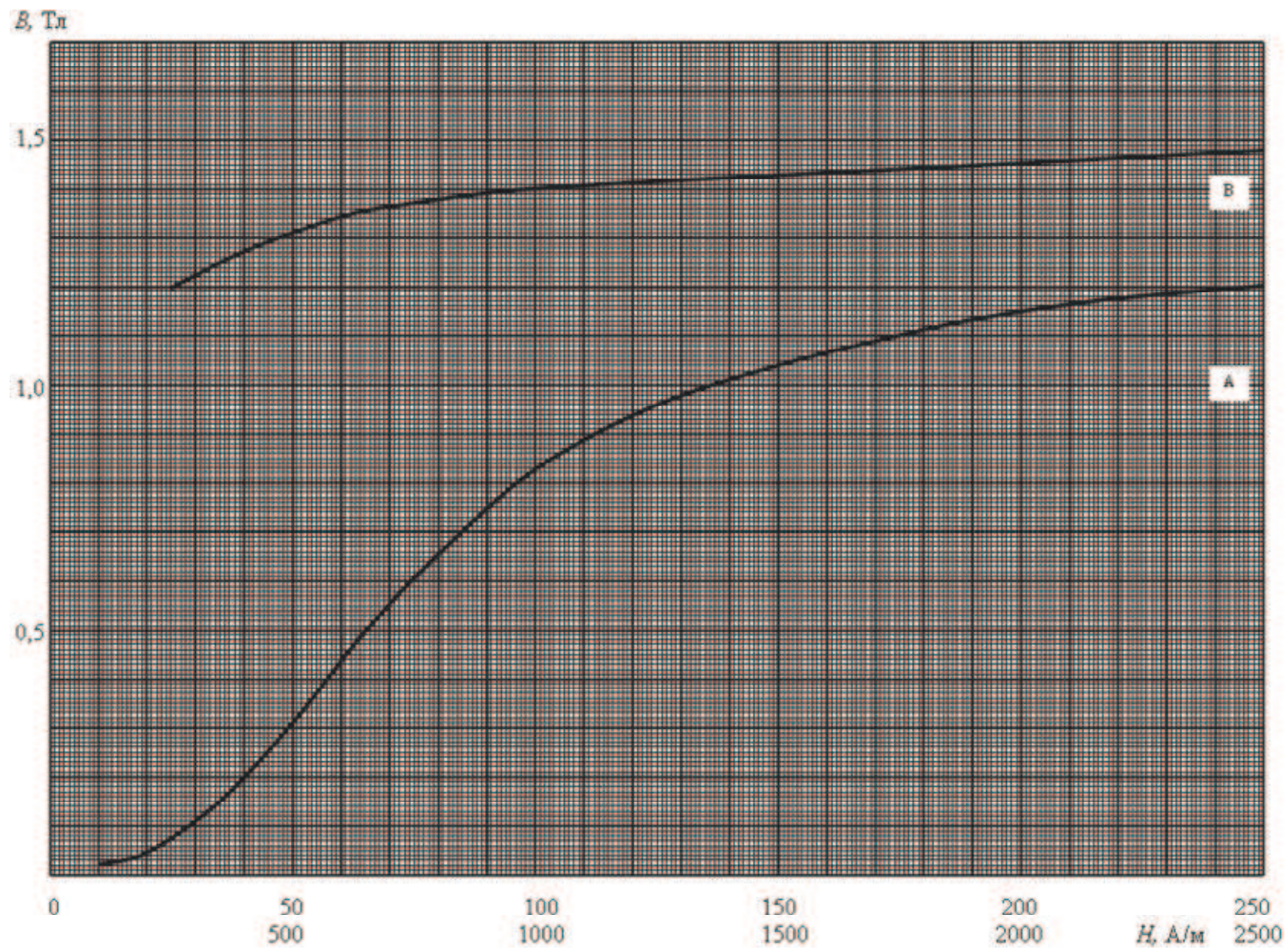
- первая (1, 2, 3) – класс по структурному состоянию и виду прокатки;
- вторая (0–5) – содержание кремния;
- третья – группу по основной нормируемой характеристике. Первые три цифры в обозначении марки определяют тип стали;
- четвертая – порядковый номер типа стали.

Например, обозначение 1511 означает: сталь электротехническая тонколистовая, горячекатаная изотропная, с содержанием кремния от 3,8 до 4,8%, с удельными потерями $p_{1,5/50}$; обозначение 3411 – сталь тонколистовая, холоднокатаная анизотропная, с содержанием кремния от 2,8 до 3,8%, с удельными потерями $p_{1,5/50}$; обозначение 2213 – сталь тонколистовая, холоднокатаная изотропная, с содержанием кремния от 0,8 до 1,8%, с удельными потерями $p_{1,5/50}$.

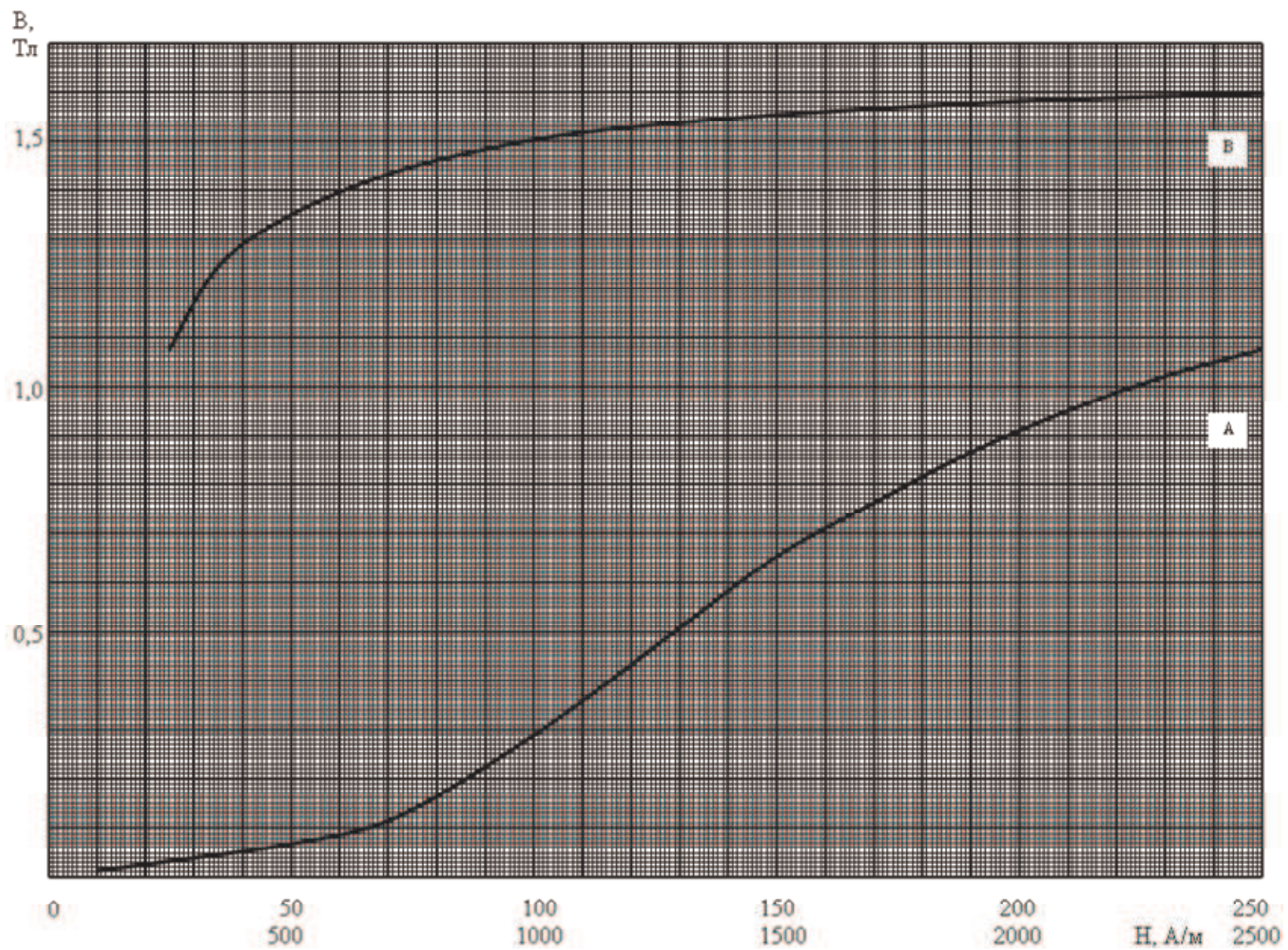
Сталь 2012 (0,5 мм) $t=90^\circ$, $f=50$ Гц

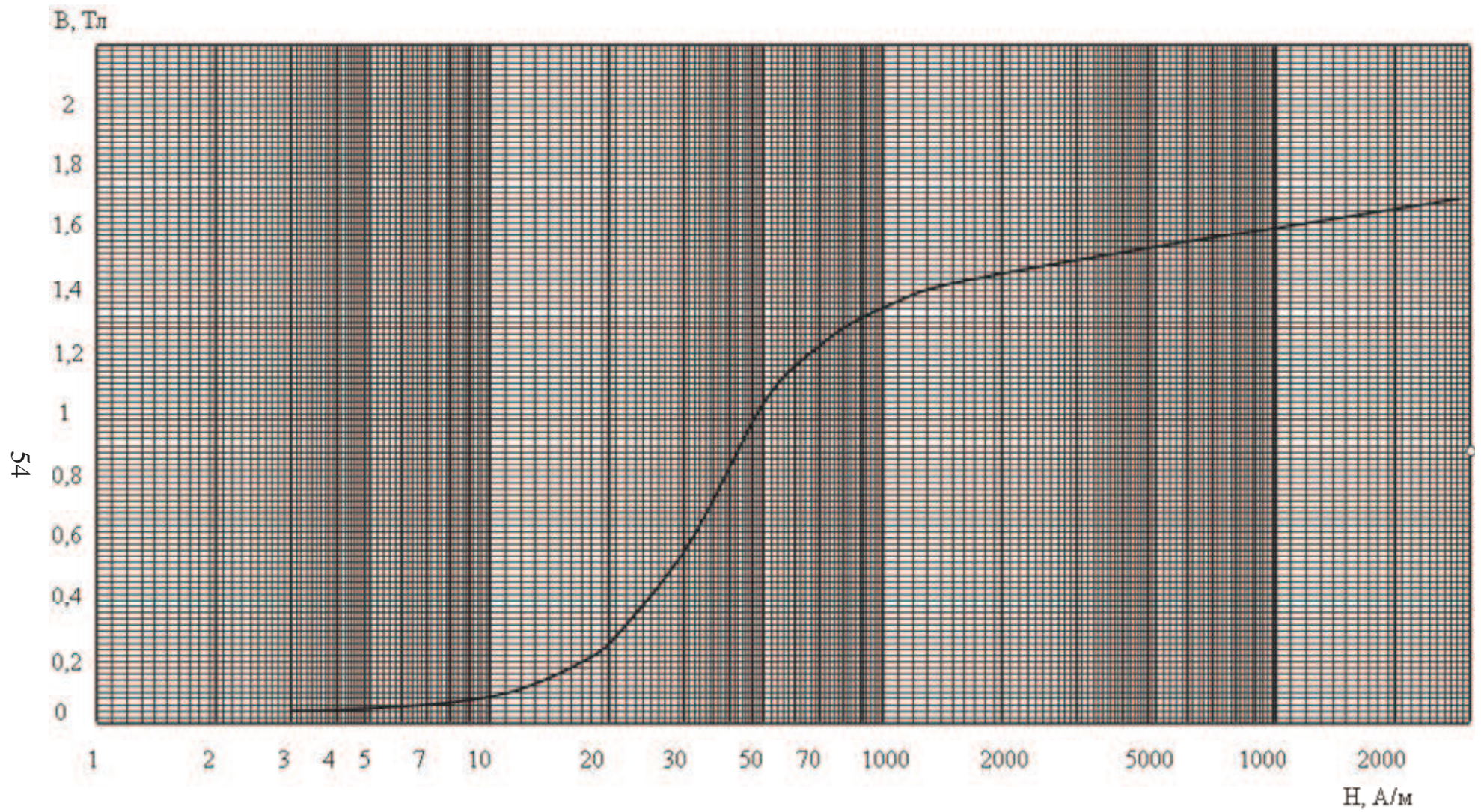


Сталь 2213 (0,5 мм) $t=90^\circ$, $f=50$ Гц

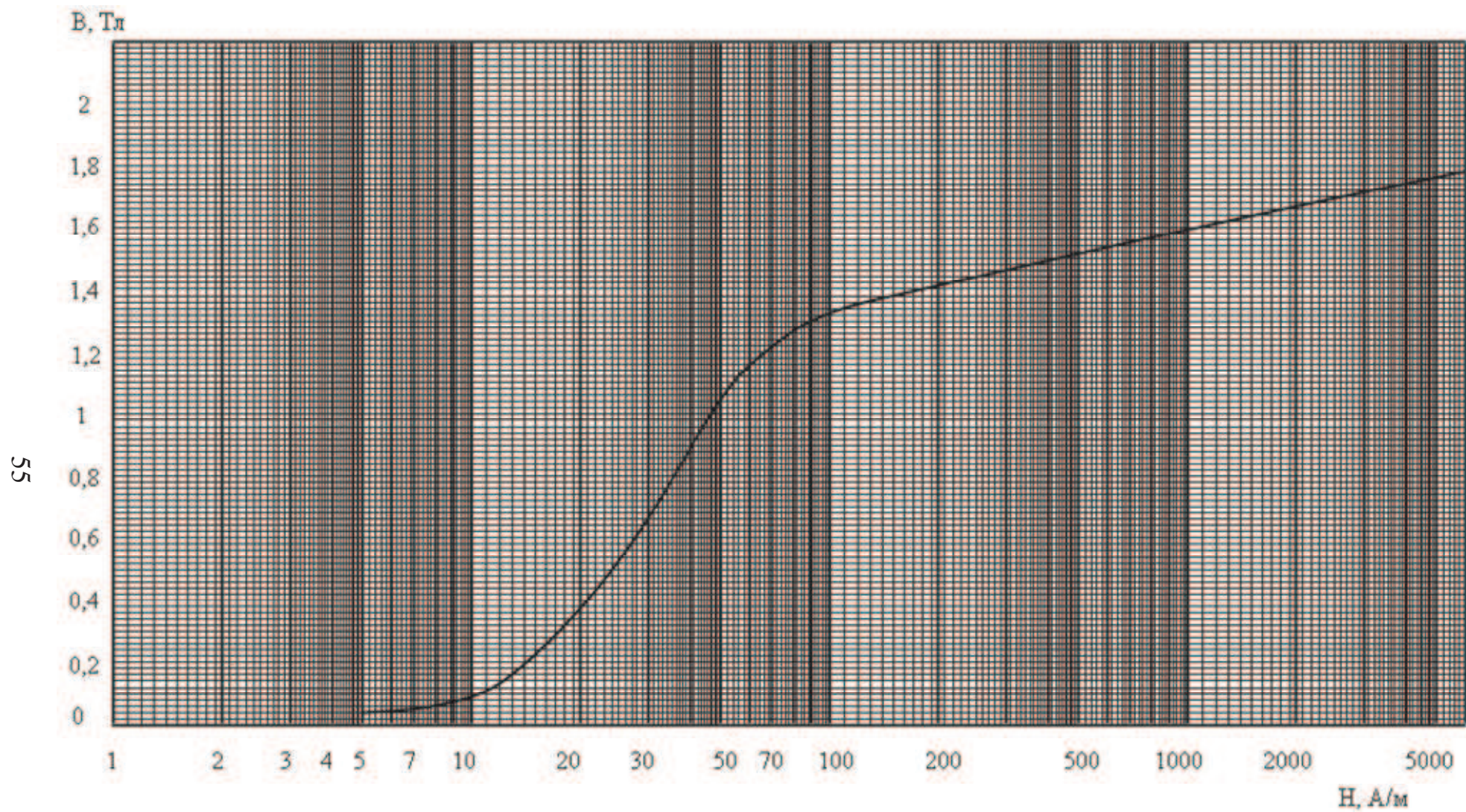


Сталь 2411 (0,5 мм) $t=90^\circ$, $f=50$ Гц

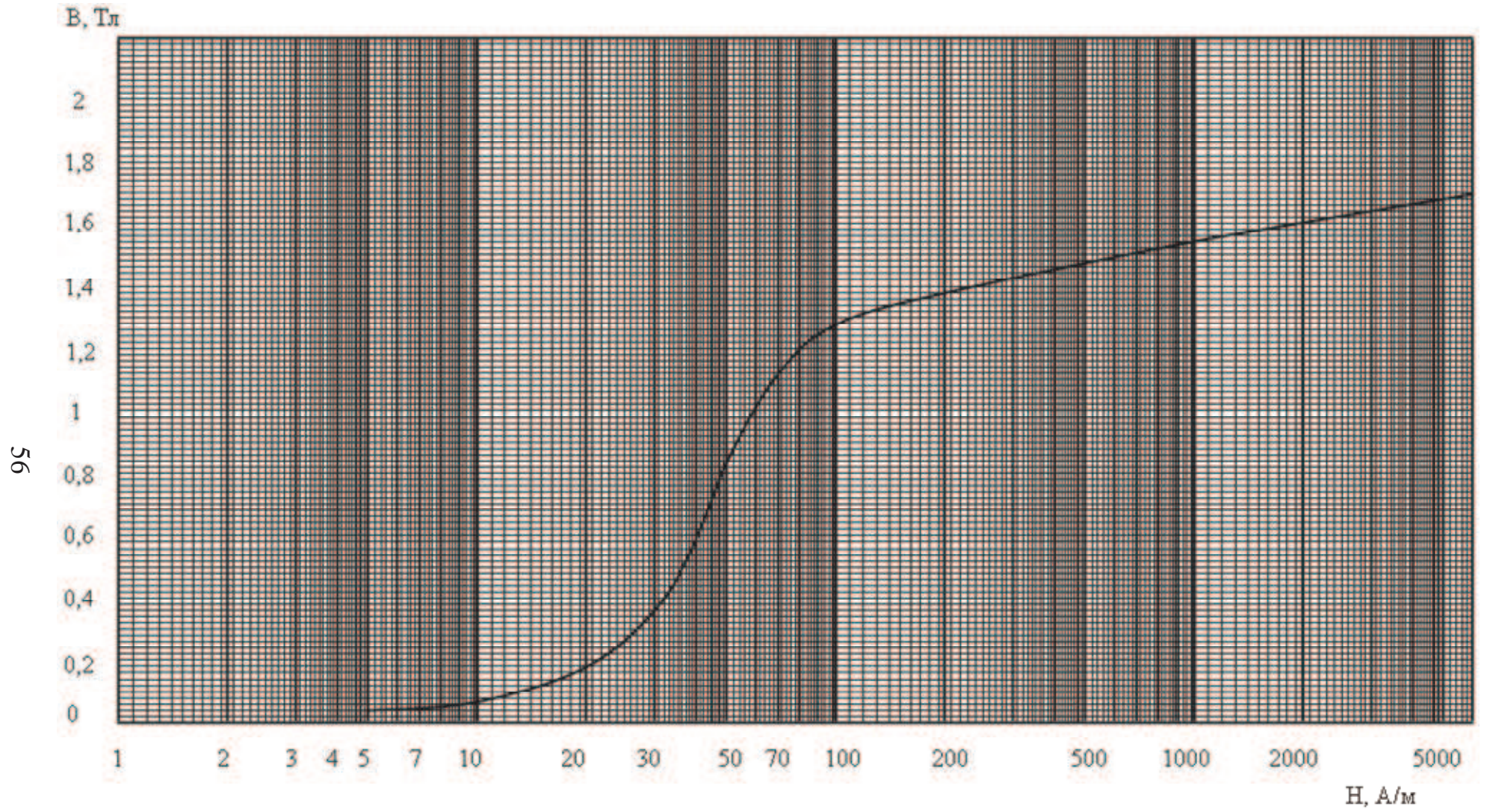
Сталь 2013 (0,5 мм) $t=90^\circ$, $f=50$ Гц



Сталь 3413 (0,30 мм), НЛМК, $t=30^\circ$, $f=50$ Гц



Сталь 3404 (0,35 мм), НЛМК, $t=30^\circ$, $f=50$ Гц



Сталь 3406 (0,35 мм), НЛМК, $t=30^\circ$, $f=50$ Гц

ПРИЛОЖЕНИЕ П-2

КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН

Стандартизация по внешним воздействующим факторам

ГОСТ 15150-69 устанавливает условные обозначения климатического исполнения электрических машин и категорию их размещения при эксплуатации. Сведения о них приведены в табл. П-2.1 и П-2.2.

Таблица П-2.1

Климатическое исполнение электрических машин

| Исполнение | Обозначение |
|---|-------------------------------|
| Электрические машины, предназначенные для эксплуатации на суше, на реках, озерах для микроклиматических районов: <ul style="list-style-type: none">- с умеренным климатом- с холодным климатом- с влажным тропическим климатом<ul style="list-style-type: none">- с сухим тропическим климатом, как с сухим, так и с влажным тропическим климатом для всех макроклиматических районов на суше-общеклиматическое исполнение | У ХЛ ТВ ТС Т 0 |
| Электрические машины, предназначенные для эксплуатации в макроклиматических районах с морским климатом: <ul style="list-style-type: none">- с умеренно-холодным морским климатом<ul style="list-style-type: none">- с морским тропическим климатом, в том числе и на судах каботажного плавания- на судах неограниченного района плавания | М ТМ ОМ |
| Электрические машины, предназначенные для всех макроклиматических районов на суше и на море | В |

Условные обозначения категории размещения электрических машин

| Исполнение | Обозначение |
|--|-------------|
| Для эксплуатации на открытом воздухе | 1 |
| Для эксплуатации на открытом воздухе или в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний на открытом воздухе (отсутствие прямого воздействия солнечной радиации и атмосферных осадков) | 2 |
| Для эксплуатации в закрытых помещениях с естественной вентиляцией без искусственно регулируемых климатических условий | 3 |
| Для эксплуатации в помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями (например, в закрытых отапливаемых производственных помещениях) | 4 |
| Для эксплуатации в помещениях с повышенной влажностью (например, в неотапливаемых и невентилируемых помещениях, в том числе в шахтах) | 5 |

Стандартизация по конструктивным особенностям

ГОСТ 1454-96 регламентирует конструктивное исполнение машины по степени защиты от воздействия внешней среды и от проникновения в них воды, например, IP23, по способу охлаждения (например: IC01, IC0141), способу монтажа, например IM2. IP означает International Protection, IC – International Cooling, IM – International Mounting.

Электрические машины различают *по степени защиты от внешних воздействий и защите персонала*. Согласно стандарту обозначение степеней защиты состоит из букв IP и следующих за ней цифр. IP означает International Protection, первые цифры означают защиту от соприкосновения и проникновения твердых тел в машину, вторые — степень защиты машины от проникновения воды. В табл.

П-2.3 приведены основные виды исполнения машин по степени защищенности от воздействия среды.

Таблица П-2.3

Исполнение машин по степени защищенности от воздействия внешней среды

| | Условное обозначение | Конструктивное исполнение машин |
|---|--|--|
| | IP00 | Открытая электрическая машина |
| | IP10, 1P20 | Защищенная от прикосновения и попадания посторонних предметов машина |
| | IP01, IP11, IP21, IP12, IP22, IP13, IP23, IP43 | Каплезащищенная машина: защищенная от капель воды; защищенная от капель воды и от прикосновения и попадания посторонних предметов |
| | IP44, IP54 | Брызгозащищенная машина: защищенная от брызг и прикосновения, попадания посторонних предметов |
| | IP55 | Машина, защищенная от водяных струй, прикосновения, попадания посторонних предметов и вредных отложений пыли |
| | IP56 | Машина, защищенная от захлестывания морской волной на палубе корабля, прикосновения, попадания посторонних предметов и вредных отложений пыли |
| | IP57 | Машина, защищенная от проникновения воды внутрь при кратковременном погружении в воду |
| | IP58 | Машина, защищенная от проникновения воды внутрь при неограниченно длительном погружении в воду |
| | | Взрывозащищенная машина, предназначенная для работы во взрывоопасной среде и устроенная так, что при взрыве газов внутри машины возникающее пламя не может проникнуть в окружающую среду |
| 0 | | Влагостойкая машина — для работы при большой влажности |
| 1 | | Морозостойкая машина — для работы при возможно- |

| | | |
|---|--|---|
| | | сти образования инея |
| 2 | | Химостойкая машина – для работы при воздействии химических реагентов |
| 3 | | Тропическая электрическая машина – для работы при возможности образования плесневых грибков |

Наибольшее применение находят машины со степенью защиты IP22, IP23 – защищенные машины, IP44 – закрытые машины.

Исполнения по способу монтажа обозначают буквами IM – начальные буквы английских слов International Mounting и следующих за ними четырех цифр.

Первая цифра обозначает группу конструктивного исполнения,

1 – машину на лапах с одним или двумя подшипниковыми щитами;

2 – то же, с фланцем на подшипниковом щите;

3 – машину без лап с одним или двумя подшипниковыми щитами, с фланцем на одном подшипниковом щите;

4 – без лап с подшипниковыми щитами, с фланцем на станине;

5 – без подшипниковых щитов;

6 – на лапах с подшипниковыми щитами и со стоячковыми подшипниками;

7 – на лапах со стоячковыми подшипниками (без подшипниковых щитов);

8 – с вертикальным валом, кроме групп от IM1 до IM4;

9 – специального исполнения по способу монтажа.

Вторая и третья цифры обозначают способ монтажа, например, при группе конструктивного исполнения 1 цифры 00 – машину с горизонтально направленным концом вала и креплением к фундаменту лапами; 01 – с вертикально направленным концом вала вниз и креплением к стене лапами; при группе 3 цифры 01 соответствуют вертикально направленному концу вала вниз и креплению к фундаменту фланцем и т. д.

Четвертая цифра обозначает исполнение конца вала электрической машины:

- 0 – без конца вала;
- 1 – с одним цилиндрическим концом вала;
- 2 – с двумя цилиндрическими концами вала;
- 3 – с одним коническим концом вала;
- 4 – с двумя коническими концами вала;
- 5 – с одним фланцевым концом вала;
- 6 – с двумя фланцевыми концами вала;

7 – с фланцевым концом вала на стороне *D* и цилиндрическим концом вала на стороне *N*, причем под стороной *D* понимается при одном конце вала для двигателей – приводная, а при равных диаметрах для машин на лапах с коробкой выводов, расположенных не сверху, – сторона, с которой коробка выводов видна справа;

Наиболее распространенные исполнения по способу монтажа приведены в табл. П-2.4.

Таблица П-2.4

Группы конструктивных исполнений электрических машин

| Условное обозначение | Конструктивное исполнение машин |
|----------------------|--|
| IM1 | Машины на лапах с подшипниковыми щитами |
| IM2 | Машины на лапах с подшипниковыми щитами, с фланцем на подшипниковом щите (или щитах) |
| IM3 | Машины без лап с подшипниковыми щитами, с фланцем на одном подшипниковом щите |
| IM4 | Машины без лап с подшипниковыми щитами, с фланцем на станине |
| IM5 | Машины без подшипников |
| IM6 | Машины с подшипниковыми щитами и стояковыми подшипниками |
| IM7 | Машины со стояковыми подшипниками (без подшипниковых щитов) |
| IM8 | Машины с вертикальным валом, не охватываемые группами от IM1 до IM4 |
| IM9 | Машины специального исполнения по способу монтажа |

Способы охлаждения электрических машин обозначаются буквами IC – International Cooling, и цифрами, например, 01 — машина с самовентиляцией. Наибольшее применение находят следующие способы охлаждения: IC 0141 – машина, обдуваемая наружным вентилятором, расположенным на ее валу.

Для электрических машин чаще всего применяют следующие способы охлаждения:

IC01 – защищенная машина с самовентиляцией; вентилятор расположен на валу машины;

IC0141 – закрытая машина, обдуваемая наружным вентилятором, расположенным на валу машины;

IC0641 – закрытая машина, обдуваемая наружным пристроенным вентилятором с приводным электродвигателем, установленным на машине и питаемым независимо от охлаждаемой машины;

IC0041 – закрытая машина с естественным охлаждением;

IC0151 – закрытая машина с охлаждением с помощью встроенного охладителя (с использованием окружающей среды);

IC0161 – закрытая машина с охлаждением с помощью пристроенного охладителя (с использованием окружающей среды);

IC13 – защищенная машина с независимой вентиляцией; охлаждение с помощью подводящей трубы, осуществляемое пристроенным зависимым устройством;

IC17 – защищенная машина с независимой вентиляцией; охлаждение с помощью подводящей трубы, осуществляемое отдельным и независимым устройством;

IC05 – то же, охлаждение с помощью встроенного вентилятора с приводным электродвигателем, установленным на машине и питаемым независимо от охлаждаемой машины;

IC06 – то же, охлаждение с помощью пристроенного двигателя-вентилятора, питаемого независимо от охлаждаемой машины;

IC37 – закрытая машина с независимой вентиляцией; охлаждение с помощью подводящей и отводящей труб, осуществляемое отдельным и независимым устройством.

ПРИЛОЖЕНИЕ П-3

***ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА
РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ***

Федеральное Агентство по Образованию
ГОУ ВПО
Уфимский Государственный Авиационный Технический Университет

Кафедра ТОЭ

Расчетно-графическая работа
по дисциплине «Электротехника и электроника»

«Расчет электрической цепи постоянного тока»

Выполнил:
студент гр. ДВ-261
Иванов М.А.

Проверил:
Преподаватель
Петров И.Л.

г.Уфа 2009

ЛИТЕРАТУРА

1. Касаткин А. С. Электротехника: учеб. пособие для студ неэнерг. спец.вузов/ А. С. Касаткин, М. В. Немцов.-8-е изд., испр.- М.:Академия,2003.-544 с.
2. Иванов И. И., Соловьев Г.И., Равдоник В.С. Электротехника: Учебник. 4-е изд., стер.- СПб.: Лань, 2006.- 496с.
3. Беневоленский С.Б., Марченко А.Л. Основы электротехники. Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство Физико-математической литературы, 2006. – 568с.
4. Жаворонков М.А. Электротехника и электроника: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / М.А.Жаворонков, А.В.Кузин. – М.: «Академия», 2005. – 400с.
5. Кононенко В.В., Мишквич В.И. и др./Под. ред. Кононенко В.В. Практикум по электротехнике и электронике: Учеб. пособие для вузов – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 384с.
6. Иванов И.И. Электротехника. Основные положения, примеры и задачи: Учеб. пособие/ И.И. Иванов, А.Ф. Лукин, Г.И. Соловьев.-2-е изд., испр.-СПб.:Лань,2002.-192 с.
7. Рекус Г.Г. Сборник задач и упражнений по электротехнике и основам электроники: Учеб. Пособие для неэлектротех. спец. вузов/ Г.Г. Рекус, А.И. Белоусов; Ред. Л.В. Честная,-2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2001. –416 с.
8. Алиев И.И. Справочник по электротехнике и электрооборудованию: Учеб. пособие для вузов/ И. И. Алиев.-4-е изд., доп.- Ростов н/Д: Феникс, 2003.-480 с.
9. Электрические и магнитные цепи: практикум по дисциплине «Электротехника и электроника» /Р.В.Ахмадеев, И.В.Вавилова, П.А.Грахов, Т.М.Крымская.- Уфа: УГАТУ, 2007.- 78с.
10. Электротехника и электроника. Часть 1. Электрические и магнитные цепи: Учебный комплект по дисциплине «Электротехника и электроника». Учебное электронное издание / Р.В. Ахмадеев, И.В. Вавилова, П.А. Грахов. – Уфа: УГАТУ, 2007. – 268 с.
11. Расчет стабилизированных источников питания: Методические указания к выполнению РГР по разделу «Электроника» дисциплины «Электротехника и электроника»/ Сост.: Р.В.Ахмадеев, Т.М.Крымская, О.В.Мельничук. УГАТУ.- Уфа, 2009.- 26с.

**Составители : АХМАДЕЕВ Рашит Вадатович
ВАВИЛОВА Ирина Владимировна
ГРАХОВ Павел Анатольевич
КРЫМСКАЯ Татьяна Махмутовна
КАЗАДАЕВ Александр Павлович**

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ, ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ УСТРОЙСТВА И ЭЛЕКТРОНИКА

**Методические указания
к расчетно-графическим работам
по дисциплине «Электротехника и электроника»**

**Подписано в печать 2009 . Формат 60x84 1/16.
Бумага офсетная. Печать плоская. Гарнитура Times New Roman
Сур.**

Усл.печ. л. Уч.-изд. л. .

Тираж 100 экз. Заказ №.....

ГОУ ВПО

**Уфимский государственный авиационный технический университет
Редакционно-издательский комплекс УГАТУ
450000, Уфа – центр, ул. К. Маркса,12**