

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
и задания к контрольным работам
по дисциплине
"Электроника и микросхемотехника"

для студентов

направления подготовки
070502 - ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

всех форм обучения

Севастополь
2009



Методические указания и задания к контрольным работам по дисциплине "Электроника и микросхемотехника" для студентов направления 050702 – «Электромеханика» всех форм обучения/ разраб. Ж.Ю. Слепушкина. – Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2009. - 18 с.

Цель методических указаний: оказать помощь студентам всех форм обучения, а особенно заочной формы, при изучении дисциплины "Электроника и микросхемотехника" и при выполнении контрольных работ.

Методические указания утверждены на заседании кафедры "Судовых и промышленных электромеханические системы", протокол № 10 от 13.05.2009 г.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний

Рецензент: канд. техн. наук
доцент кафедры СПЭМС

С.А. Конева

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Цель работы	4
2 Содержание дисциплины	4
3 Методические рекомендации по выполнению контрольной работы	6
4 Общие теоретические положения	7
5 Принцип действия однофазного двухтактного выпрямителя	8
6 Методика расчета однофазного двухтактного выпрямителя	11
Библиографический список	16
Приложение А	17

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина “Электроника и микросхемотехника” является важной частью инженерной подготовки специалистов в области электроэнергетики и электроники. При изучении курса студенты должны понять принципы действия и возможности электронных устройств, научиться проектировать электронные устройства согласно их назначениям, понять принципы их грамотной эксплуатации.

Изучение дисциплины базируется на предшествующих курсах физики, математики, теоретических основ электротехники.

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью контрольной работы является изучение электронных приборов, их характеристик и принципа действия, получение навыков расчета выпрямителей и подбора их элементов по справочной литературе.

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1. Полупроводниковые приборы: физические процессы, ВАХ, схемы замещения. Электронные усилители, их основные характеристики и параметры.

- Предмет и содержание курса «Электроника и микросхемотехника», его связь с другими дисциплинами. Общие характеристики электрических сигналов, основные характеристики переменных и импульсных электрических сигналов. Методы исследования прохождения импульсных сигналов в электронных цепях.

- Полупроводниковые приборы, их разновидности. Разновидности полупроводниковых диодов. ВАХ диода. Области применения.

- Биполярные транзисторы: схемы включения, физические процессы в структурах при наличии и отсутствии внешних напряжений, характеристики и режимы работы.

- Параметры и эквивалентные схемы транзисторов. Схемы питания биполярных транзисторов. Влияние режима работы и температуры на параметры биполярных транзисторов.

- Полевые транзисторы: с управляемым р-п-переходом; с изолированным затвором. Область применения. МДП (МОП) – транзисторы.

- Тиристоры: ВАХ и основные параметры, область применения.

- Классификация электронных усилителей. Структурные схемы, основные параметры и характеристики, режимы работы.
- Однокаскадные и многокаскадные усилители на биполярных транзисторах с общим эмиттером. Каскады усилителя на полевых транзисторах.
- Однотактные и двухтактные схемы. Согласование выходного каскада с нагрузкой. Многокаскадные усилители.
- Усилители постоянного тока. Операционные усилители: свойства: основные схемы, область применения, схемы питания, нелинейные режимы работы.

2.2. Логические схемы и устройства. Минимизация булевых функций и синтез схем на основе логических уравнений. Маломощные импульсные устройства: триггеры, мультивибраторы, счетчики импульсов. Цифровые устройства: шифраторы, мультиплексоры, ПЗУ, регистры, сумматоры. Эксплуатация устройств электроники и микросхемотехники

- Основные действия булевой алгебры. Основные законы и правила булевой алгебры.
- Логические функции. Формы записи логических функций. Анализ и синтез логических схем. Методы минимизации логических функций.
- Реализация логических функций И, ИЛИ, НЕ. Интегральные микросхемы И-НЕ, ИЛИ-НЕ.
- Особенности работы и принципы построения импульсных устройств. Особенности работы транзистора в ключевом режиме.
- Триггер и его характеристика. Транзисторный симметричный и несимметричный триггеры. Триггеры на логических элементах и интегральных микросхемах.
- Синхронный и асинхронный RS-триггер. JK- триггер. D- и T-триггеры.
- Мультивибраторы: режим работы, характеристики, разновидности.
- Одновибраторы: разновидности транзисторных одновибраторов, одновибраторы на операционных усилителях.
- Цифровые устройства: шифраторы и дешифраторы. Мультиплексоры. Сумматоры и полусумматоры.
- Постоянно-запоминающие устройства. Цифровые схемы сравнения. Счетчики импульсов.
- Распределители импульсов. Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП) и аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Цифровая схема сравнения бинарных чисел.
- Согласование логических устройств с силовыми элементами. Оптроны. Электромагнитные реле.
- Эксплуатация и ремонт устройств электроники и микросхемотехники. Поиск и устранение неисправностей.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Содержание контрольной работы включает в себя вопросы, связанные с изучением назначения, устройства, принципа действия, разновидностей выпрямителей.

Контрольная работа заключается в решении задачи.

Перед выполнением контрольного задания необходимо освоить соответствующие разделы по учебной и методической литературе, рекомендованной по данному курсу. При работе с учебной литературой необходимо понять устройство, принцип действия и законы, на основании которых работают электронные приборы, запомнить их основные характеристики.

При выборе контрольных заданий и их выполнении необходимо учитывать следующее:

а) номер варианта задания определяется по последней цифре номера зачетной книжки,

б) контрольная работа выполняется в отдельной тетради с соблюдением требований ЕСКД,

в) в начале контрольного задания необходимо указать учебную дисциплину, фамилию, имя, отчество, номер группы (учебный шифр и домашний адрес для студентов заочной формы обучения),

г) далее должна быть приведена принципиальная схема рассматриваемого устройства и описан принцип его работы,

г) в конце работы должен быть приведен список использованной литературы, ссылки на которую делаются при выполнении заданий; дата выполнения задания и подпись ее исполнителя,

д) в каждом задании необходимо полностью писать его условие.

Исходные данные для выполнения контрольной работы приведены в таблице А.1.

4. ОБЩИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для питания постоянным током электронных управляющих, измерительных и вычислительных устройств применяют специальные источники питания, которые получают энергию от цепи переменного тока. Такие источники питания в настоящее время строятся или по традиционной схеме с выпрямителем, подключенным к сети через трансформатор, или по схеме с бестрансформаторным входом, когда работа основана на многократном преобразовании электроэнергии. При традиционном решении вопроса источник питания в общем случае может содержать следующие основные элементы:

TV – понижающий или повышающий трансформатор в зависимости от соотношения напряжений на выходе источника питания и напряжения сети;

UZ – вентильный комплекс, преобразующий переменный ток в ток одного направления;

Ф – фильтр для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения;

СН – стабилизатор постоянного напряжения, обеспечивающий постоянство выходного напряжения при изменении нагрузки, напряжения питающей сети и др.

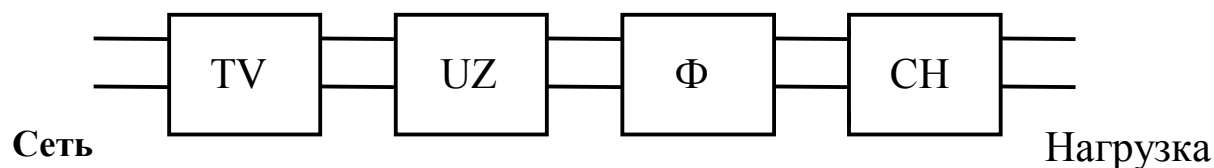


Рисунок 4.1 – Структурная схема источника постоянного напряжения

Основным узлом источника питания является вентильный комплекс, содержащий группу вентилей (выпрямителей). **Вентили** – это приборы с нелинейной вольт-амперной характеристикой (ВАХ), обладающие односторонней проводимостью и, соответственно, свойством выпрямлять электрический ток. В качестве вентилей в источниках питания небольшой мощности используются обычно кремниевые, реже германиевые диоды. Остальные узлы источника постоянного напряжения могут в отдельных случаях отсутствовать.

В зависимости от числа фаз питающей сети различают однофазные и трехфазные вентильные комплексы, по выходной мощности – маломощные, средней и большой мощности. Не зависимо от мощности все выпрямители подразделяются на однотактные и двухтактные.

5. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОДНОФАЗНОГО ДВУХТАКТНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

В схему выпрямителя (рисунок 5.1) входят силовой трансформатор с одной вторичной обмоткой и выпрямительный мост из четырех диодов VD1-VD4. Принцип действия выпрямителя рассмотрим, приняв нагрузку выпрямителя чисто активной.

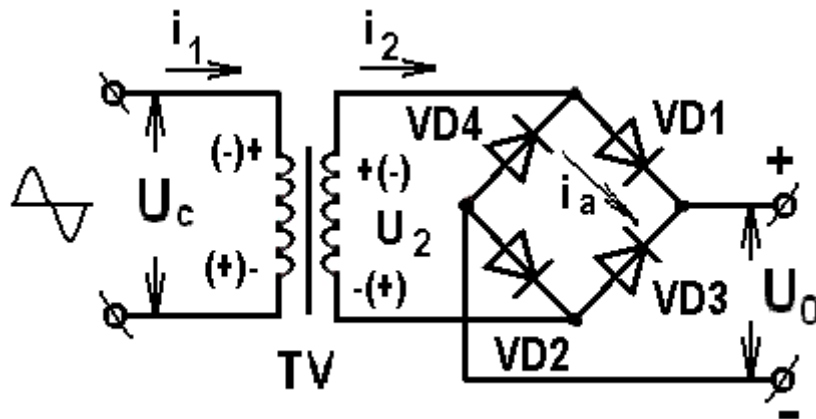


Рисунок 5.1- Схема однофазного мостового выпрямителя

Выходное напряжение U_0 при чисто активной нагрузке имеет вид однополярных полуволн напряжения U_2 (рисунок 5.2,б). Это получается в результате поочередного отпираания диодов VD1, VD2 и VD3, VD4.

Диоды VD1 и VD2 открыты на интервале $0 - \vartheta_1$, при полуволне напряжения U_2 положительной полярности (показана на рисунке 5.1 без скобок) создаваемого под действием напряжения U_c (рисунок 5.2 а, б). Открытые диоды VD1 и VD2 обеспечивают связь вторичной обмотки трансформатора TV с нагрузкой, создавая в ней напряжение U_0 той же величины и полярности, что и напряжение U_2 (рисунок 5.2, б).

При наличии полуволны входного напряжения U_c с отрицательной полярности на интервале $\vartheta_1 - \vartheta_2$ полярность напряжения U_2 обратная. Под ее воздействием открыты диоды VD3, VD4. Они подключают напряжение U_2 к нагрузке с той же полярностью, что и на предыдущем интервале (рисунки 5.1 и 5.2, б).

Для схемы представленной на рисунке 5.1 действительны соотношения для выпрямленного напряжения (5.1) и для напряжения на вторичной обмотке трансформатора (5.2)

$$U_0 = \frac{1}{\pi} \cdot \int_0^{\pi} \sqrt{2} \cdot U_2 \cdot \sin \vartheta d\vartheta = \frac{2 \cdot \sqrt{2}}{\pi} \cdot U_2 = 0.9 U_2, \quad (5.1)$$

$$U_2 = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot U_0 = 1.11 \cdot U_0. \quad (5.2)$$

Коэффициент трансформации трансформатора определяется соотношением (5.3)

$$n = U_c / U_2. \quad (5.3)$$

При определении типа диодов необходимо знать среднее значение тока

I_a , протекающего через каждый из диодов, и прикладываемое к ним максимальное обратное напряжение.

Поскольку ток нагрузки $I_0 = U_0 / R_n$ (рисунок 5.2,в) распределяется между парами диодов (рисунок 5.2,г,д) ток I_a каждого диода в рассматриваемой схеме находится из соотношения (5.4)

$$I_a = I_0 / 2 \quad (5.4)$$

Обратное напряжение прикладывается к двум не проводящим диодам на интервале проводимости двух других диодов. При этом оно создает напряжение вторичной обмотки трансформатора U_2 . Кривая u_b для диодов VD1, VD2 показана на рисунке 5.2,е. Максимальное обратное напряжение $U_{b \max}$ определяется амплитудным значением напряжения на вторичной обмотке трансформатора TV u_2

$$U_{b \max} = \sqrt{2} \cdot U_2 = \frac{\pi}{2} \cdot U_0. \quad (5.5)$$

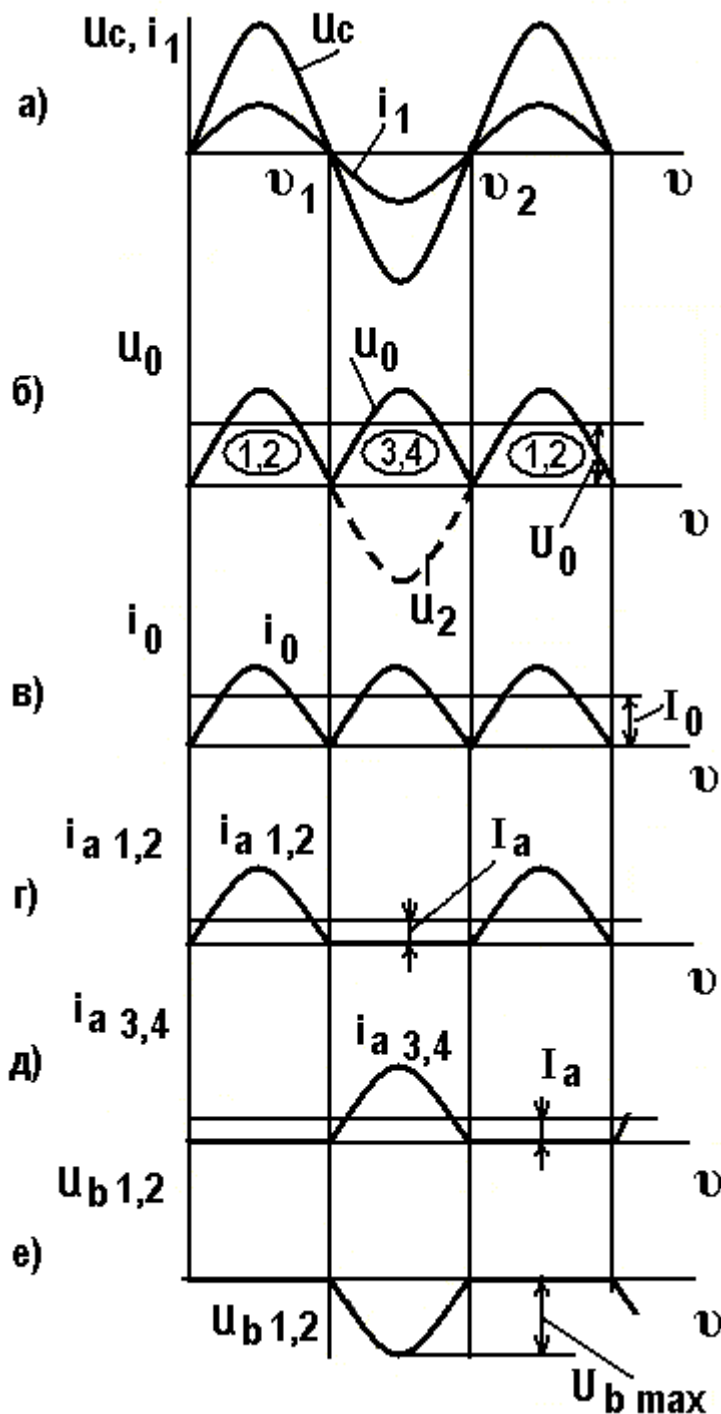


Рисунок 5.2 – Временные диаграммы работы выпрямителя

Ток во вторичной обмотке трансформатора определяется значением напряжения на вторичной обмотке трансформатора и значением сопротивления нагрузки R_n , он может быть найден по формуле (5.6)

$$I_2 = \frac{U_2}{R_n} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{U_0}{R_n} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot I_0. \quad (5.6)$$

Ток в первичной обмотке трансформатора I_1 связан с токами I_2 и I_0 соотношением (5.7)

$$I_1 = \frac{I_2}{n} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{n} \cdot I_0, \quad (5.7)$$

где n – коэффициент трансформации трансформатора.

Таким образом, в рассматриваемой схеме параметры первичной обмотки I_1, U_c связаны соответственно с параметрами вторичной обмотки I_2, U_2 коэффициентом трансформации n . В соответствии с этим расчетные мощности обмоток получаются одинаковыми и рассчитываются по формуле (5.8)

$$S_T = S_1 = S_2 = 1,23 \cdot P_d. \quad (5.8)$$

Преимуществом мостовой схемы выпрямителя являются простой трансформатор, содержащий только одну вторичную обмотку, и меньшее обратное напряжение, на которое следует выбирать диоды. Указанные преимущества компенсируют недостаток схемы, заключающийся в довольно большом количестве диодов. Поэтому мостовая схема нашла применение в выпрямителях однофазного тока малой и средней мощности.

6. МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОДНОФАЗНОГО ДВУХТАКТНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ

Требуется произвести расчет однофазного двухтактного выпрямителя без сглаживающего фильтра.

Для расчета задаются следующие параметры:

- минимальное выпрямленное напряжение U_0 , В;
- ток нагрузки I_0 , А;
- частота питающей сети $f_c = 50$ Гц;
- напряжение питающей сети U_c , В.

Остальные данные для расчета и эксплуатационные условия работы выпрямителя будут оговорены по мере изложения методики.

6.1 Выбор схемы выпрямителя

С целью лучшего использования трансформатора по току и небольшой реакции выпрямителя на режим питающей сети, которая предполагается маломощной, а также для получения по-возможности малой пульсации выпрямленного напряжения выбираем однофазную мостовую схему выпрямителя (рисунок 6.1).

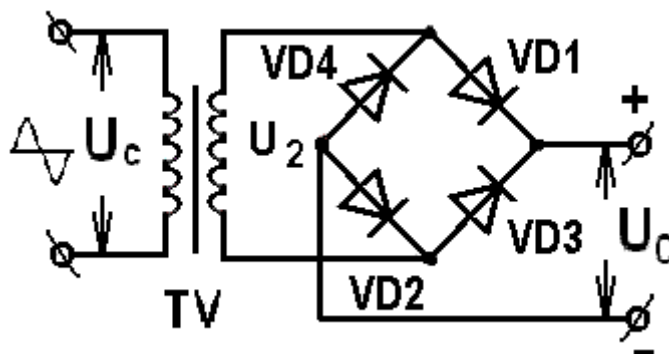


Рисунок 6.1 – Схема однофазного мостового выпрямителя

6.2 Выбор вентиля

Выбор вентиля осуществляется по обратному напряжению и прямому току. Вентили целесообразно выбирать с наименьшим прямым падением напряжения (сматривается по прямой ветви ВАХ диода, рисунок 6.2), поскольку выпрямленное напряжение невелико, а температурный режим не оговорен.

Из справочного пособия для выбранного вентиля необходимо выбрать следующие параметры:

- прямое падение напряжения на вентиле $U_{пр}$, В,

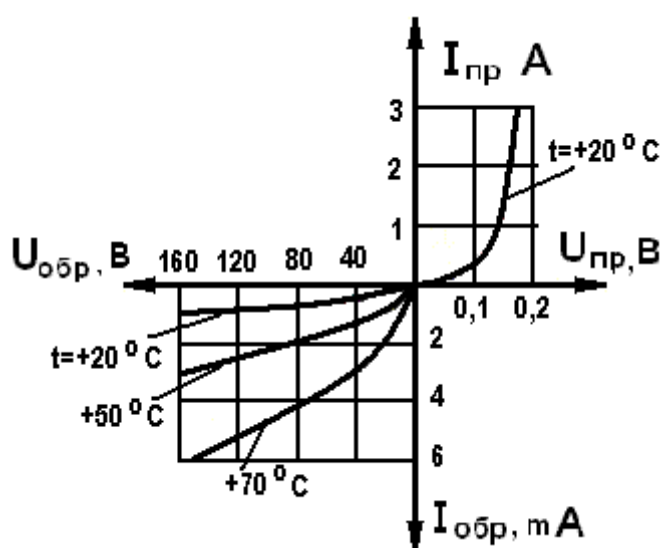


Рисунок 6.2 – Вольт-амперные характеристики диода

- максимальный прямой ток $I_{\max}$, А,
- максимальное обратное напряжение $U_{\text{обр max}}$, В (при $t = 20^\circ \text{C}$),
- обратный ток $I_{\text{обр}}$, мА (при $U_{\text{обр max}}$),
- рабочий диапазон температур $t = -t_{\text{низшая}} \dots + t_{\text{высшая}}$, °С,
- вольт-амперные характеристики вентиля наподобие представленных на рисунке 6.2.

6.3. Расчет основных данных режима работы выпрямителя

Для расчетов схемы выпрямления необходимо знать соотношения между токами и напряжениями в используемой схеме. Для этого в таблице 6.1 приведены необходимые данные.

Таблица 6.1

Двухтактная однофазная мостовая схема									
m	U_2/U_0	I_2/I_0	$U_{\text{обр}}/U_0$	$I_{\text{в}}/I_0$	$I_{\text{м}}/I_0$	I_1/I_0	P_2/P_0	P_1/P_0	Кп
2	1,11	1,11	1,57	0,78	1,57	$\frac{1,11}{K_{\text{тр}}}$	1,23	1,23	0,67

6.3.1. Ориентировочно примем минимальное выпрямленное напряжение холостого хода

$$U_{0\text{хх}} = 1,1 \cdot U_0, \text{ В.} \quad (6.1)$$

Используя данные таблицы 6.1, находим:

- обратное напряжение на вентиле

$$U_{\text{обр}} = 1,57 \cdot U_{0\text{хх}}, \text{ В;} \quad (6.2)$$

- прямой ток выпрямителя

$$I_{\text{в}} = 0,78 \cdot I_0, \text{ А;} \quad (6.3)$$

- действующее расчетное значение напряжение на вторичной обмотке трансформатора

$$U_2 = 1,11 \cdot U_{0\text{хх}}, \text{ В;} \quad (6.4)$$

- ток максимальный

$$I_{\text{м}} = 1,57 \cdot I_0, \text{ А;} \quad (6.5)$$

- мощность трансформатора

$$S_{\text{тр}} = K_{\text{тр}} \cdot I_0 \cdot U_{0\text{хх}}, \text{ ВА,} \quad (6.6)$$

где $K_{\text{тр}} = 1,23$ - коэффициент трансформации трансформатора для данной схемы (см. таблицу 6.1).

6.3.2. Уточнение величины напряжения $U_{0\text{хх}}$

Падение напряжения на вентилях определяется с помощью ВАХ выбранных диодов при $t=+20^{\circ}\text{C}$ (см. рисунок 6.2) для $I_{np} = I_m$ с учетом того, что ток протекает по двум последовательно соединенным диодам. В результате получаем

$$\Delta U_{np} = 2 \cdot U_{0xx}, \text{ В.} \quad (6.7)$$

6.3.3 Пользуясь графиками, представленными на рисунке 6.3 для $S_{тр}$, найденной согласно п. 6.3.1, находим значения напряжение короткого замыкания $e_k, \%$ и коэффициента мощности $\cos \varphi_k$ трансформатора.

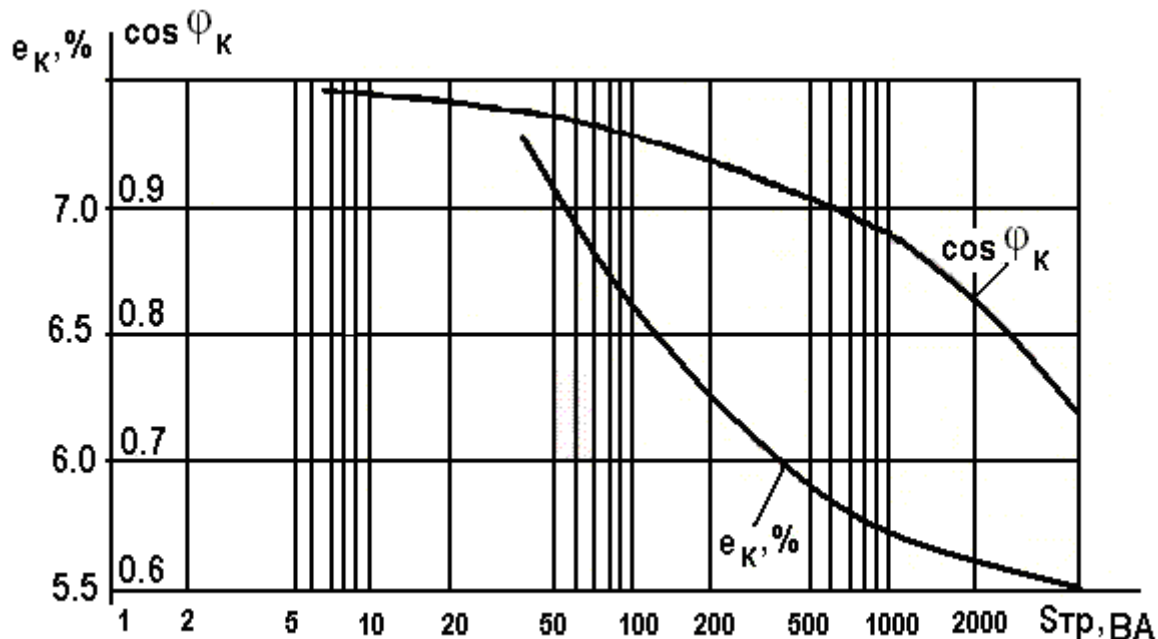


Рисунок 6.3

6.4 Определение активного и реактивного сопротивлений трансформатора

- активное сопротивление трансформатора определяется по выражению

$$R_{тр} = \frac{m_2 \cdot e_k \% \cdot U_2^2 \cdot \cos \varphi_k}{100 \cdot S_{тр}}, \quad (6.8)$$

где m_2 - число фаз обмоток вторичной цепи трансформатора, $m_2 = 1$;

- реактивное сопротивление трансформатора определяется по выражению

$$X_{тр} = \frac{m_2 \cdot U_2^2 \sqrt{e_k^2 \% - (e_k \% \cdot \cos \varphi_k)^2}}{100 \cdot S_{тр}}. \quad (6.9)$$

6.5 Определение падения напряжения на выпрямителе

Падение напряжения на выпрямителе может быть найдено согласно следующему выражению

$$\Delta U_0 = \Delta U_{\text{трR}} + \Delta U_{\text{трL}} + \Delta U_{\text{пр}}, \quad (6.10)$$

где $\Delta U_{\text{трR}}$ и $\Delta U_{\text{трL}}$ - падения напряжений на активном и реактивном сопротивлениях трансформатора,

$$\Delta U_{\text{трR}} = I_0 \cdot R_{\text{тр}}, \text{ В}, \quad (6.11)$$

$$\Delta U_{\text{трL}} = I_0 \cdot X_{\text{тр}}, \text{ В}. \quad (6.12)$$

При этом фактическое значение напряжения холостого хода выпрямителя $U_{0\phi} = U_0 + \Delta U_0$ и должно быть примерно равно тому, которое было определено ориентировочно в начале расчета.

В случае резкого несовпадения фактического и ориентировочно принятого значения напряжения U_{0xx} необходимо пересчитать все полученные значения величин точнее.

6.6 Определение относительной погрешности расчета

Относительная погрешность расчета определяется следующим выражением

$$\frac{U_{2\phi} - U_2}{U_2}, \%, \quad (6.13)$$

где $U_{2\phi} = 1,11 \cdot (U_{0xx} + \Delta U_0)$ - действующее фактическое значение напряжение на вторичной обмотке трансформатора.

6.7 Расчет К.П.Д. выпрямителя

- мощность потерь в трансформаторе определяется выражением

$$S_{\text{пот тр}} = S_{\text{тр}} \cdot (1 - \eta_{\text{тр}}), \quad (6.14)$$

где $\eta_{\text{тр}}$ - К.П.Д. трансформатора (определяется по рисунку 6.4);

- потери в вентилях при протекании прямого тока

$$S_{\text{пот пр}} = \Delta U_{\text{пр}} \cdot I_0, \text{ ВА}; \quad (6.15)$$

- - потери в вентилях при протекании обратного тока

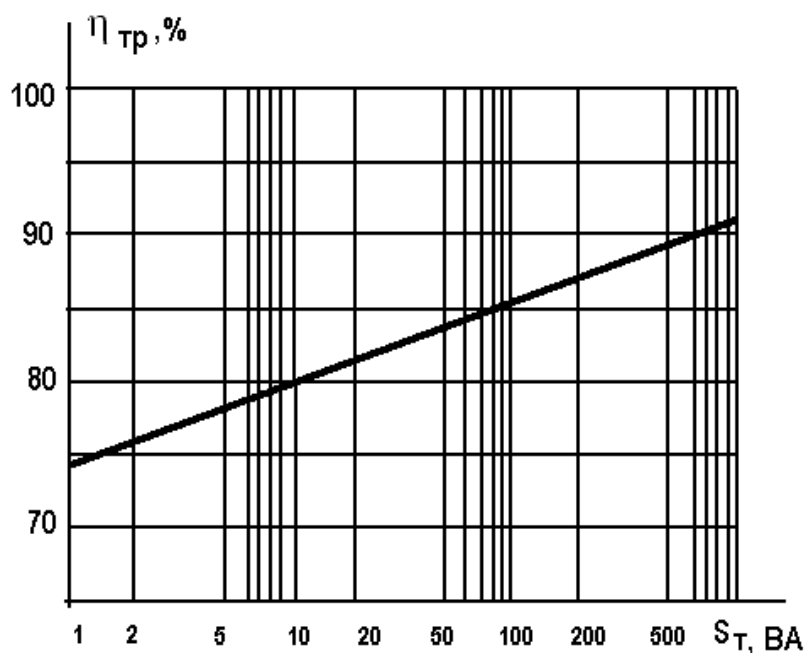
$$S_{\text{пот обр}} = k \cdot U_{\text{обр}} \cdot I_{\text{обр}} \cdot N, \quad (6.16)$$

где $k = 0,3$ - коэффициент, учитывающий наличие обратного тока лишь в часть периода выпрямленного тока, $I_{\text{обр}}$ - определяется по ВАХ диода при $U_{\text{обр}}$;

- К.П.Д. трансформатора

$$\eta = \frac{S_0}{S_0 + S_{\text{пот тр}} + S_{\text{пот пр}} + S_{\text{пот обр}}}, \quad (6.17)$$

где $S_0 = I_0 \cdot U_0$.

Рисунок 6.4 – График для определения $\eta_{\text{тр}}$ **9. Электрический расчет трансформатора:**

- коэффициент трансформации

$$K_{\text{тр}} = \frac{w_{\text{вн}}}{w_{\text{нн}}} = \frac{U_{\text{вн}}}{U_{\text{нн}}}, \quad (6.18)$$

где $w_{\text{вн}}, U_{\text{вн}}$ и $w_{\text{нн}}, U_{\text{нн}}$ - число витков и напряжение обмотки высшего и низшего напряжений соответственно;

- ток первичной обмотки без учета тока холостого хода трансформатора

$$I_1 = \frac{1,11 \cdot I_0}{K_{\text{тр}}}, \text{ А.} \quad (6.19)$$

10. Коэффициент мощности выпрямителя

$$\xi = \frac{P_0 + P_{\text{пот тт}} + P_{\text{пот пр}} + P_{\text{пот обр}}}{m_1 \cdot U_1 \cdot I_1}, \quad (6.20)$$

где $U_1 = 1,15 \cdot U_c, \text{ В}, \quad m_1 = 1.$

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Воскобович В.Ю. Электроэнергетические установки и силовая электроника транспортных средств / В.Ю. Воскобович, Т.Н. Корнилова, В.А. Павлов. – СПб.: Элмор, 2001. – 384 с.
2. Горбачев Г.Н. Промышленная электроника: учеб. для вузов / Г.Н. Горбачев, Е.Е. Чаплыгин; под ред. В.А. Лабунцова. - М.: Энергоатомиздат, 1988. – 320 с.
3. Краснопрошина А.А. Электроника и микросхемотехника. В 2 ч. Ч. 2. Электронные устройства промышленной автоматики: учеб. / А. А. Краснопрошина, В.А. Скаржепа, П.И. Кравец; под общ. ред. А.А. Краснопрошиной. – К.: Выща шк. Головное изд-во, 1989. – 303 с.
4. Лавриненко В.Ю. Справочник по полупроводниковым приборам / В.Ю. Лавриненко. – К.: Техніка, 1984. – 464 с.
5. Полупроводниковые приборы. Диоды выпрямительные, стабилитроны, тиристоры: Справосник / А.Б. Гитцевич, А.А. Зайцев, В.В. Мокряков; под ред. А.В. Голомедова. – М.: Радио и связь, 1989. – 528 с.
6. Электротехника и основы электроники / под ред. Герасимова В.Г. – М.: Высш. шк., 1999. – 452 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1 - Исходные данные для расчета по вариантам

Номер варианта	U_0, B	I_0, A	U_c, A	$f_c, Гц$
0	12	1,8	127	50
1	26	1,4	220	50
2	14	2,0	127	50
3	28	1,7	220	50
4	16	2,3	127	50
5	30	1,5	220	50
6	18	2,6	127	50
7	32	1,4	220	50
8	20	2,8	127	50
9	26,5	1,6	220	50
10	22	3,0	127	50
11	27,5	1,5	220	50
12	12,5	1,6	127	50
13	28,5	1,7	220	50
14	13,5	1,4	127	50
15	29,5	1,9	220	50
16	14,5	2,1	127	50
17	30,5	2,0	220	50
18	16,5	2,3	127	50
19	31,5	1,8	220	50
20	18,5	2,5	127	50

При выборе вентилях рекомендуется использовать данные на приборы 2Д106А, 2Д212, 2Д216, 2Д217, 2Д219, Д242, КД202, КД212 и др.

Заказ № _____ от « _____ » _____ 200__ Тираж _____ экз.
Изд-во СевНТУ