

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

В. О. Харламов

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВАРКИ

Учебно-методическое пособие



Волгоград

2016

УДК 621.791 (075)

Рецензенты:

директор ДИЦ «Мост»

канд. техн. наук *В. М. Букин*;

директор ЗАО «Волгоградский завод

сварочных материалов ХОБЭКС»

канд. техн. наук *В. А. Пронин*

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Волгоградского государственного технического университета

Харламов, В. О.

Источники питания для сварки : учеб.-метод. пособие /

В. О. Харламов ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2016. – 52 с.

ISBN 978-5-9948-2260-9

Представлен теоретический материал, не вошедший в курс лекций по дисциплине «Источники питания для сварки», изложен порядок выполнения лабораторных работ по указанной дисциплине.

Предназначено для студентов, обучающихся в рамках подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Ил. 13. Табл. 5. Библиогр.: 8 назв.

ISBN 978-5-9948-2260-9

© Волгоградский государственный
технический университет, 2016

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 1

СВАРОЧНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкции и принцип действия сварочных трансформаторов для дуговой сварки.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

2.1. Изучить принцип действия и конструкция сварочного трансформатора для дуговой сварки. В ходе выполнения задания детально изучить:

- магнитную схему трансформатора;
- электрическую схему трансформатора;
- систему настройки трансформатора;
- технические данные трансформатора.

2.2. После изучение конструкции сварочного трансформатора определить его внешние вольтамперные и регулировочные характеристики.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Общие понятия

В качестве источников питания дугового разряда возможно применение трансформаторов с нормальным и с увеличенным магнитным рассеянием.

Индуктивное сопротивление трансформатора X_T отделяется формулой (приведено к вторичной обмотке):

$$X_T = 2 \frac{\omega W_2^2}{R_{\mu\rho}}, \quad (1)$$

где W_2 - число витков вторичной обмотки;

ω - угловая частота переменного тока;

$R_{\mu p}$ - магнитное сопротивление на пути потоков рассеяния.

В трансформаторе с *нормальным магнитным рассеянием* величина $R_{\mu p}$ велика, поэтому индуктивное сопротивление X_T мало. Это обуславливает практически жесткую форму внешней вольтамперной характеристики, определяемой уравнением:

$$U_2 = U_0 - \sqrt{I_D X_T}, \quad (2)$$

или в скалярной форме:

$$U_2 = \sqrt{U_0^2 - I_D^2 X_T^2}, \quad (3)$$

где U_0 - напряжение холостого хода трансформатора;

I_D - ток дуги;

U_2 - напряжение на вторичной обмотке трансформатора при ее замыкании на нагрузку.

Следует отметить, что при написании уравнения (2) и (3) мы пренебрегали активным сопротивлением обмоток трансформатора из-за его малости.

Дуга переменного тока неустойчива при питании ее от сварочного трансформатора с жесткой внешней вольтамперной характеристикой, поэтому для дуговой сварки на переменном токе необходимы сварочные трансформаторы с крутопадающими характеристиками. Для получения крутопадающей формы внешних вольт-амперных характеристик трансформаторов с нормальным магнитным рассеянием в цепь их вторичной обмотки включают дополнительную реактивную катушку-

дроссель, имеющую значительное индуктивное сопротивление X_P . Напряжение на клеммах источника питания U_H (под источником питания в данном случае мы понимаем понижающий трансформатор вместе с дросселем) будет определяться уравнением:

$$U_H = U_0 - \sqrt{I_D X_P}, \quad (4)$$

или в скалярной форме:

$$U_H = \sqrt{U_0^2 - I_D^2 X_P^2}, \quad (5)$$

При этом мы пренебрегли индуктивным сопротивлением трансформатора, так как

$$X_T \ll X_P$$

С ростом сварочного тока будет увеличиваться падение напряжения на индуктивном сопротивлении дросселя $I_D X_P$, а напряжение на клеммах источника питания будет уменьшаться. Таким образом, включение в цепь вторичной обмотки трансформатора с нормальным рассеянием дросселя обеспечивает падающую форму внешней вольт-амперной характеристики источника питания.

В настоящее время сварочные трансформаторы с нормальным магнитным рассеянием для дуговой сварки не производятся.

В сварочных трансформаторах с *увеличенным магнитным рассеянием* специальная конструкция обуславливает уменьшение магнитного сопротивления $R_{\mu p}$. В результате их индуктивное сопротивление X_T достаточно велико, чтобы обеспечить крутопадающую

форму внешних вольт-амперных характеристик (см. формулы 1-3) без применения дополнительного дросселя. Уменьшение $R_{\mu p}$ достигается разнесением обмоток (удалением первичной и вторичной обмоток друг от друга на некоторое расстояние) и специальной конструкцией магнитопровода: в одних случаях в окне магнитопровода между разнесенными обмотками помещен магнитный шунт (пакет из листов электротехнической стали), в других - уменьшена ширина окна развитого в высоту магнитопровода. В сварочных трансформаторах с магнитным шунтом изменение $R_{\mu p}$ и, в результате, индуктивного сопротивления трансформатора достигается выведением магнитного шунта из окна магнитопровода или, чаще, подмагничиванием стали шунта с помощью размещенной на нем обмотки управления постоянного тока. Во втором случае та же цель достигается изменением расстояния между обмотками, для чего одна из обмоток выполнена подвижной (сварочные трансформаторы с подвижными обмотками).

3.2. Сварочные трансформаторы с магнитным шунтом

Принципиальная схема сварочного трансформатора с магнитным шунтом представлена на рис.1.

На магнитопроводе стержневого типа на некотором расстоянии друг от друга размещены первичная 1 и вторичная 2 обмотки (обе обмотки разделены на две катушки, размещенных на разных стержнях магнитопровода).

В окне магнитопровода между первичной и вторичной обмотками установлен пакет электротехнической стали (магнитный шунт). Наличие магнитного шунта обуславливает малую величину магнитного сопротивления на пути потоков расстояния Φ_p , замыкающихся через окно магнитопровода. В результате индуктивное сопротивление трансформа-

тора оказывается достаточным по величине для обеспечения крутопадающей формы внешней вольтамперной характеристики. Таким образом, разнесение обмоток по высоте и размещение шунта в окне

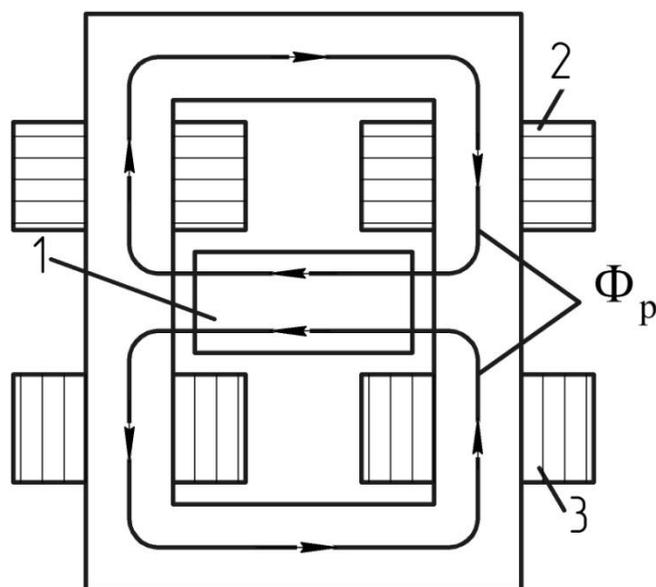


Рис. 1. Сварочный трансформатор с подвижным шунтом (схема):
1 - обмотка первичная, 2 - обмотка вторичная, 3 - магнитный шунт, Φ_p - потоки рассеяния

магнитопровода обеспечивает падающую форму внешней характеристики.

Введение или выведение шунта из окна магнитопровода приводит к изменению магнитного сопротивления на пути потоков рассеяния и, как следствие, к изменению индуктивного сопротивления трансформатора и крутизны падения его вольтамперной характеристики.

Второй способ изменения магнитного сопротивления на пути потоков рассеяния в трансформаторах с магнитными шунтами и заключается в том, что шунт в окне магнитопровода неподвижен, а его магнитное сопротивление изменяется путем подмагничивания стали шунта с помощью размещенной на нем обмотки управления постоянного тока. При увеличении тока в ней сталь шунта насыщается, увеличиваются его магнитное сопротивление и, в результате, растет магнитное сопротивление на пути потоков рассеяния; индуктивное сопротивление трансформатора

при этом уменьшается (уменьшается и крутизна падения его внешних вольтамперных характеристик). Этот способ позволяет конструктивно выполнить трансформатор без подвижных частей и по этой причине является предпочтительным (хотя и усложняет электрическую схему трансформатора из-за необходимости в источнике постоянного тока).

Таким образом, магнитный шунт в окне магнитопровода сварочного трансформатора выполняет две функции: обеспечивает крутопадающую форму внешней вольтамперной характеристики трансформатора и служит его регулятором.

По схеме с подмагничиваемым шунтом до последнего времени выпускались сварочные трансформаторы для автоматической сварки под флюсом ТДФ-1000 и ТДФ-1600.

3.3. Сварочные трансформаторы с подвижными обмотками

Упрощенная схема сварочного трансформатора с подвижными обмотками представлена на рис.2.

Первичная 1 и вторичная 2 обмотки, разделенные каждая на две катушки, установлены на магнитопроводе 3 стержневого типа. Одна из обмоток (чаще первичная) закрепляется неподвижно, вторая с помощью специального механизма может перемещаться по стержням магнитопровода.

Разнесение обмоток на некоторое расстояние друг от друга, а также специальная конструкция магнитопровода обуславливают значительную величину потоков рассеяния. Последние замыкаются через окно магнитопровода Φ_{P1} и Φ_{P2} и через лобовые участки катушек Φ_{P1} и Φ_{P2} (индексы 1 относятся к потокам первичной обмотки, индексы 2 - к потокам вторичной обмотки). Потоки рассеяния Φ_{P1} и Φ_{P2} составляют большую часть суммарных потоков рассеяния трансформатора Φ_r , т.к. магнитное

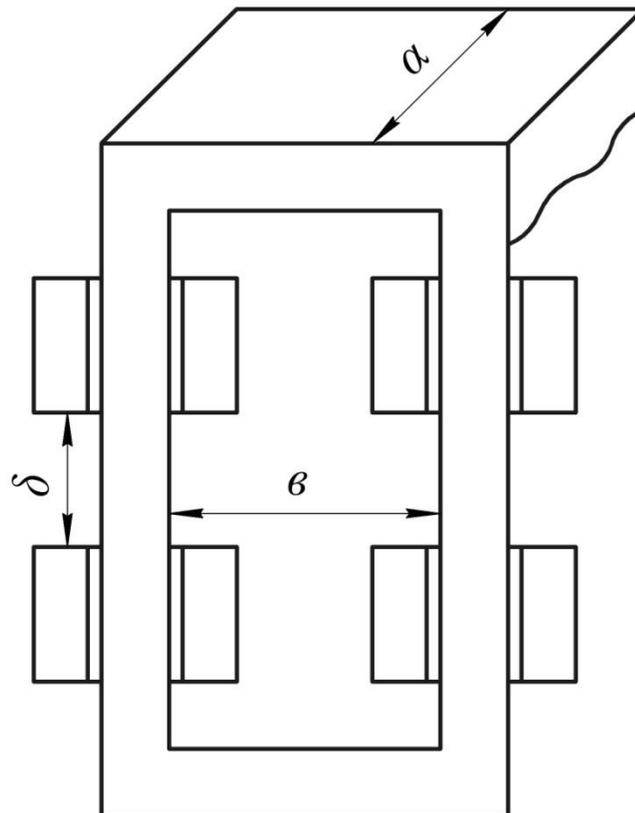


Рис. 3. Сердечник трансформатора с подвижными обмотками:

С целью уменьшения $R_{\mu B}$ магнитопровод трансформатора выполнен с минимальной шириной окна ($b \rightarrow \min$) и увеличенной толщиной сердечника ($\alpha \rightarrow \max$). Это обуславливает малую величину $R_{\mu B}$, в результате индуктивное сопротивление трансформатора оказывается достаточным по величине, чтобы обеспечить крутопадающую форму внешних вольтамперных характеристик.

Изменение расстояния δ между обмотками приводит к изменению магнитного сопротивления на пути потоков рассеяния. В результате изменяется индуктивное сопротивление трансформатора. Это приводит к изменению крутизны падения внешней вольтамперной характеристики сварочного трансформатора. Например, при увеличении расстояния между обмотками магнитное сопротивление на пути потоков рассеяния уменьшается, индуктивное сопротивление сварочного трансформатора увеличивается. При уменьшении расстояния между обмотками

наблюдается обратная картина. Каждому положению подвижной обмотки соответствует своя вольтамперная характеристика трансформатора.

По рассмотренной выше схеме выполнены сварочные трансформаторы серии ТД на номинальные токи 130; 250; 315 и 500 А и выпускающиеся в настоящее время трансформаторы серии ТДМ на такие же номинальные токи.

3.4. Сварочные трансформатора с тиристорным регулированием (тиристорные трансформаторы)

Одна из схем тиристорных трансформаторов представлена на рис.4. Основные элементы тиристорных сварочных трансформаторов - силовой понижающий трансформатор с увеличенным магнитным рассеянием и тиристорный фазорегулятор, основными элементами которого служат включенные встречно-параллельно тиристоры Т1 и Т2.

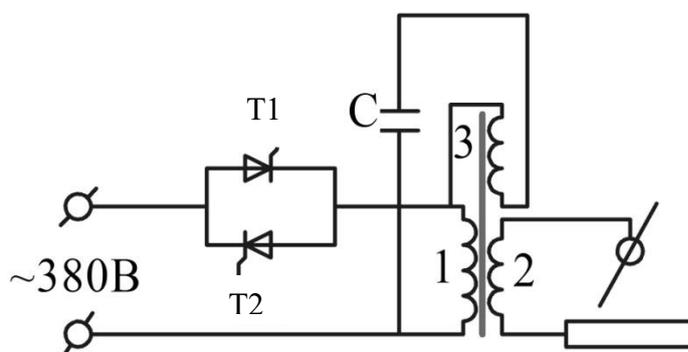


Рис. 4. Схема тиристорного трансформатора:

Т1, Т2 - тиристоры; 1 - первичная обмотка, 2 - вторичная обмотка, 3 - дополнительная обмотка; С - конденсатор

В выполненных по такой схеме тиристорных трансформаторах сварочный ток прерывистый. Длительность протекание его в каждом полупериоде определяется углом включения силовых тиристоров Т1 и Т2. Для повторного возбуждения дуги после каждой паузы применяется импульсная стабилизация горения. Суть ее заключается в том, что в

момент окончания паузы в горении дуги на нее накладывается импульс повышенного напряжения. С этой целью параллельно первичной обмотке 1 (см.рис.4) включены дополнительная обмотка 3 и конденсатор C . При включении любого из тиристорov конденсатор заряжается до текущего значения сетевого напряжения. Зарядный ток конденсатора проходит по дополнительной обмотке 3, трансформируется во вторичную цепь и вызывает в дуговом промежутке импульс повышенного напряжения, обеспечивающий повторное возбуждение дуги. По окончании периода проводимости тиристора дуга гаснет и конденсатор разряжается на первичную обмотку 1 трансформатора.

В следующий полупериод сетевого напряжения включается второй тиристор фазорегулятора, конденсатор заряжается в обратном направлении, его зарядный ток вызывает импульс повышенного напряжения в дуговом промежутке и повторное возбуждение дуги.

Тиристорный фазорегулятор служит регулятором сварочного тока, определяя ту или иную крутизну падения внешних вольт-амперных характеристик, для чего вводится также обратная связь по току. Суть ее заключается в следующем. С ростом тока нагрузки увеличивается угол отпирания (включения) тиристорov и, как следствие, уменьшается напряжение на первичной обмотке трансформатора. В результате уменьшается и напряжение, на выходе трансформатора. Скорость уменьшения напряжения, т.е. крутизна падения внешних вольтамперных характеристик определяется настройкой блока управления трансформатором.

В настоящее время выпускаются тиристорные трансформаторы для ручной дуговой сварки ТДЭ-402, работающие по описанному выше принципу действия. Для автоматической сварки под флюсом выпускаются тиристорные трансформаторы ТДФЖ-1002 и ТДФЖ-2002.

4. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

4.1 Оборудование и приборы

Лабораторная установка укомплектована сварочным трансформатором с подвижными обмотками ТД-300, балластным реостатом РБ-300 и электроизмерительными приборами.

4.2 Сварочный трансформатор ТД-300

Принципиальная электрическая схема трансформатора представлена на рис.5, схема размещения обмоток на магнитопроводе - на рис.2. Первичная I и вторичная 2 обмотки трансформатора разделены каждая на две катушки, размещенные на разных стержнях магнитопровода. Катушки обеих обмоток могут соединяться между собой параллельно или последовательно. Обмотки разнесены на некоторое расстояние, величина которого может изменяться путем перемещения подвижной вторичной обмотки с помощью ходовой пары винт-гайка.

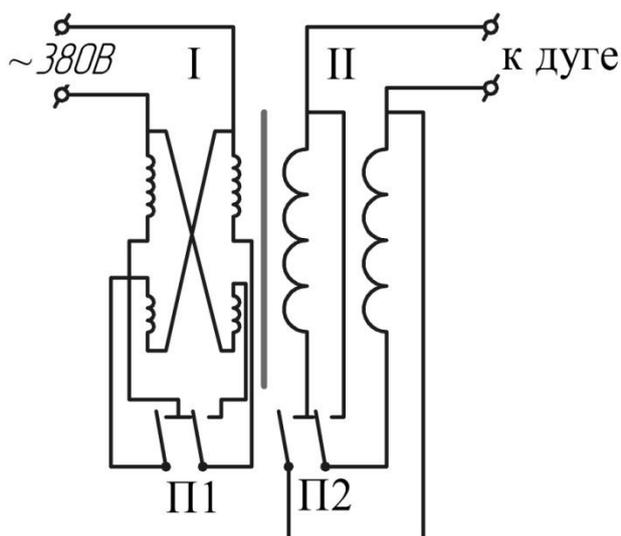


Рис. 5. Принципиальная схема сварочного трансформатора ТД – 300

Шкала сварочного тока расположена под крышкой кожуха и видна через смотровое окно. На шкале указаны значения сварочного тока при

номинальном сетевом напряжении и номинальном напряжении на выходных зажимах вторичной обмотки (ЗОВ). Точность показаний шкалы составляет $\pm 7,5$ % от максимального значения сварочного тока, поэтому такой механический токоуказатель может служить, лишь как ориентировочный; в случае необходимости более точного измерения величину тока необходимо применять амперметр.

Переключение катушек обеих обмоток с параллельного соединения на последовательное (и наоборот) осуществляется переключателем, рукоятка которого выведена на крышку. При таком переключении часть витков, первичной обмотки отключается и, в результате, повышается напряжение холостого хода трансформатора. Это необходимо для повышения устойчивости горения дуги переменного тока при малых его значениях.

Трансформатор снабжен емкостным фильтром C_1 и C_2 , предназначенным для снижения помех радиоприему, создаваемых дугой переменного тока при сварке. Фильтр состоит из двух конденсаторов C_1 и C_2 , смонтированных на задней стороне доски зажимов высокого напряжения и подключенных между зажимами первичной обмотки трансформатора и кожухом. При пробое конденсаторов первичная обмотка соединяется с кожухом, поэтому включение трансформатора в сеть без заземления не допускается.

Область применения трансформаторов с подвижными обмотками типа ТД - ручная дуговая сварка.

Таблица 1

Технические данные сварочного трансформатора ТД-300

U_0 , В	$U_{2ном}$, В	$I_{дном}$, А	$ПН_{ном}$, %	Потребляемая мощность, кВа	Масса, кг
61 и 79	30	315	60	19,4	137

4.3. Техника безопасности

К работе на лабораторной установке студенты допускаются после изучения инструкции по технике безопасности в лаборатории "Источники питания для сварки" и соответствующей отметки в журнале по технике безопасности.

5. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

В процессе лабораторной работы студенту необходимо выполнить следующее:

1. Изучить конструкцию сварочного трансформатора с подвижными обмотками ТД-300.
2. Сделать эскиз магнитопровода с обмотками и снять копии электросхем.
3. Записать паспортные данные сварочного трансформатора.
4. Получить данные для построения 10-и внешних вольтамперных характеристик трансформатора (по пять в каждом из диапазонов сварочных токов). Данные опытов занести в таблицу.
5. По данным таблицы построить внешние вольтамперные характеристики трансформатора. Указать на графиках для каждой характеристики расстояние между обмотками.
6. Построить регулировочные кривые сварочного тока при $U_d=30$ В, т.е. построить графическую зависимость $I_d=f(\delta)$.
7. Рассчитать индуктивное сопротивление трансформатора для опытов короткого замыкания по формуле $X_T=U_0/I_{K3}$
8. Построить зависимость $X_T= U_0/I_{K3}$ для опытов короткого замыкания.
9. Построить векторные диаграммы токов и напряжений

сварочной цепи для холостого хода, короткого замыкания и трех различных нагрузок (использовать данные одного из опытов).

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

1. магнитную и электрическую схемы сварочного трансформатора;
2. технические данные трансформатора;
3. таблицу опытных данных;
4. вольтамперные характеристики сварочного трансформатора, построенные по опытным данным на бумаге с миллиметровой сеткой;
5. регулировочные характеристики трансформатора;
6. графические зависимости индуктивного сопротивления трансформатора от расстояния между обметками;
7. векторные диаграммы токов и напряжений сварочной цепи (по данным одного из опытов);
8. вывод о возможных областях применения сварочного трансформатора.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы по форме внешние вольтамперные характеристики сварочных трансформаторов для дуговой сварки?
2. Какие параметры влияют на форму внешних вольтамперных характеристик трансформаторов?
3. Что определяет величину индуктивного сопротивления трансформатора?
4. Каковы пути уменьшения магнитного сопротивления на пути

потоков рассеяния в сварочных трансформаторах?

5. Каковы конструктивные особенности сварочных трансформаторов с подвижными обмотками?
6. Как настраиваются на нужный режим сварочные трансформаторы?
7. Перечислить основные технические данные сварочных трансформаторов для дуговой сварки.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 2

КОЛЛЕКТОРНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию и принцип действия коллекторных генераторов в составе сварочных преобразователей.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Изучить принцип действия и конструкцию коллекторного генератора в составе сварочного преобразователя. При этом необходимо выполнить следующие задачи:

- ознакомиться с электросхемой сварочного преобразователя;
- изучить магнитную схему коллекторного сварочного генератора; получить данные для построения внешних вольтамперных характеристик генератора и построить их графически;
- определить характеристику холостого хода и регулировочную характеристику генератора и построить их графически.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Общие понятия

Сварочные генераторы являются электрическими машинами постоянного тока специального назначения. По принципу действия сварочные генераторы делятся на две группы: вентильные и коллекторные. В вентильных генераторах трехфазное переменное напряжение повышенной частоты, генерируемое в статорных обмотках, выпрямляется полупроводниковыми диодами (вентильми), собранными по трехфазной

мостовой схеме. В коллекторных генераторах, переменное напряжение, генерируемое в обмотке якоря, выпрямляется механическим устройством-коллектором.

Ротор вентильного генератора или якорь коллекторного генератора может вращаться двигателем внутреннего сгорания или электродвигателем. Источник питания, включающий генератор с двигателем внутреннего сгорания, называется сварочным агрегатом. Источник питания, включающий генератор и электродвигатель, называется сварочным преобразователем.

В коллекторном генераторе зависимость между электродвижущей силой E_2 , индуцируемой в обмотке якоря генератора, и магнитным потоком Φ_2 в воздушном зазоре между якорем и полюсом генератора определяется выражением:

$$E_2 = C_2 \Phi_2, \quad (1)$$

где C_2 - постоянная генератора.

Напряжение на выходных клеммах генератора U_2 будет меньше ЭДС E_2 на величину падения напряжения во внутренней цепи генератора:

$$U_2 = E_2 - I_2 R_2, \quad (2)$$

где I_2 - ток нагрузки генератора;

R_2 - суммарное внутреннее сопротивление обмоток генератора.

Из уравнений (1) и (2) получаем уравнение внешней вольтамперной характеристики генератора:

$$U_2 = C_2 \Phi_2 - I_2 R_2, \quad (3)$$

Для уменьшения потерь мощности внутренняя цепь генератора выполнена с минимальным сопротивлением R_2 , поэтому падение

напряжения на нем незначительно и составляет несколько вольт при полной нагрузке. Если при этом магнитный поток Φ_2 остается постоянным, т.е. не зависит от тока нагрузки, внешняя вольтамперная характеристика генератора будет близка к жесткой ($U_2 \approx const$).

Падающая форма внешней характеристики будет обеспечена в том случае, если с увеличением тока нагрузка магнитный поток Φ_2 будет уменьшаться.

Поток Φ_2 создается намагничивающими силами обмоток возбуждения и обмотки якоря генератора. Обмотки возбуждения могут питаться от отдельного источника постоянного тока (независимое возбуждение) или от обмотки якоря генератора (самовозбуждение). В последнем случае обмотки возбуждителя могут подключаться к якорю параллельно или последовательно. В сварочных генераторах чаще применяют смешанное возбуждение: генератор имеет независимую и последовательную или параллельную и последовательную обмотки возбуждения. В генераторах с падающими внешними вольтамперными характеристиками намагничивающие силы обмоток возбуждения действуют встречно (рис.1). Магнитный поток Φ_2 в этом случае определяется выражением:

$$\Phi_2 = \Phi_H - \Phi_{II} = \frac{i_H W_H}{R_{\mu H}} - \frac{I_2 W_{II}}{R_{\mu II}}, \quad (4)$$

где Φ_H - поток, создаваемый намагничивающей силой независимой (или параллельной) обмотки возбуждения;

$i_H, W_H, R_{\mu H}$ - соответственно ток, число витков этой обмотки и магнитное сопротивление на пути потока Φ_H ;

Φ_{II} - поток, создаваемый намагничивающей силой последовательной обмотки возбуждения;

$I_2, W_{\text{п}}, R_{\text{мп}}$ - соответственно ток, число витков этой обмотки и магнитное сопротивление на пути потока $\Phi_{\text{п}}$.

Как видно из уравнения (4), с увеличением тока нагрузки (он же ток в обмотке якоря) поток Φ_2 будет уменьшаться. В результате будет уменьшаться ЭДС генератора E_2 (1) и, соответственно, напряжение на выходных клеммах U_2 (2).

Принцип получения падающей внешней вольтамперной характеристики путем уменьшения магнитного потока в воздушном зазоре под полюсом (с ростом тока нагрузки) является основным для коллекторных сварочных генераторов.

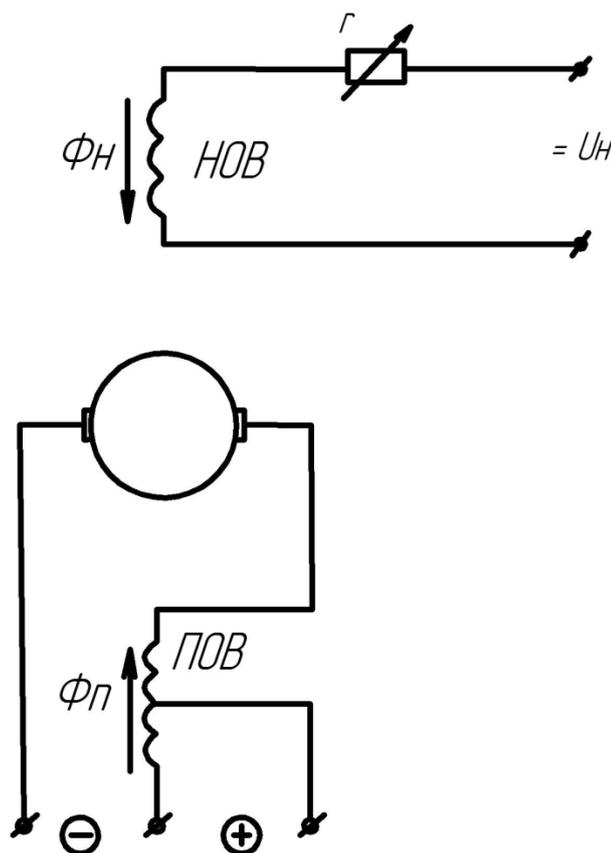


Рис. 1. Упрощенная схема возбуждения генератора с независимой и последовательной обмотками возбуждения:
 НОВ – независимая обмотка возбуждения; ПОВ – последовательная обмотка возбуждения

4. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

1.1. Оборудование и приборы

Лабораторная установка укомплектована сварочным преобразователем ПСО-500 с коллекторным генератором ГСО-500, балластным реостатом и электроизмерительными приборами.

1.2. Сварочный преобразователь ПСО-500

Сварочный преобразователь ПСО-500 состоит из сварочного генератора ГСО-500 и трехфазного асинхронного двигателя (см. рис.2). Генератор имеет четыре основных и два дополнительных полюса; последние служат для улучшения коммутации. На одной паре основных полюсов помещены катушки обмотки независимого возбуждения, на другой паре - по две катушки последовательной обмотки. На первой ступени регулирования тока (125-300 А) включены все катушки последовательной обмотки. При работе на второй ступени (275-530 А) включены только две катушки последовательной обмотки: по одной на каждом полюсе. Переключение последовательной обмотки производится переключкой на доске зажимов генератора ДЗГ, на которой указан предельный ток для обоих положений переключки.

Изменение тока в независимой обмотке возбуждения и, как следствие, напряжения холостого хода в пределах каждой ступени производится реостатом r в цепи независимой обмотки возбуждения. Реостат снабжен указателем и шкалой.

Независимая обмотка возбуждения питается от сети переменного тока через стабилизатор напряжения СН, выпрямитель ВС и резистор r .

Величину сварочного тока показывает амперметр на корпусе преобразователя (шунт амперметра размещен внутри корпуса).

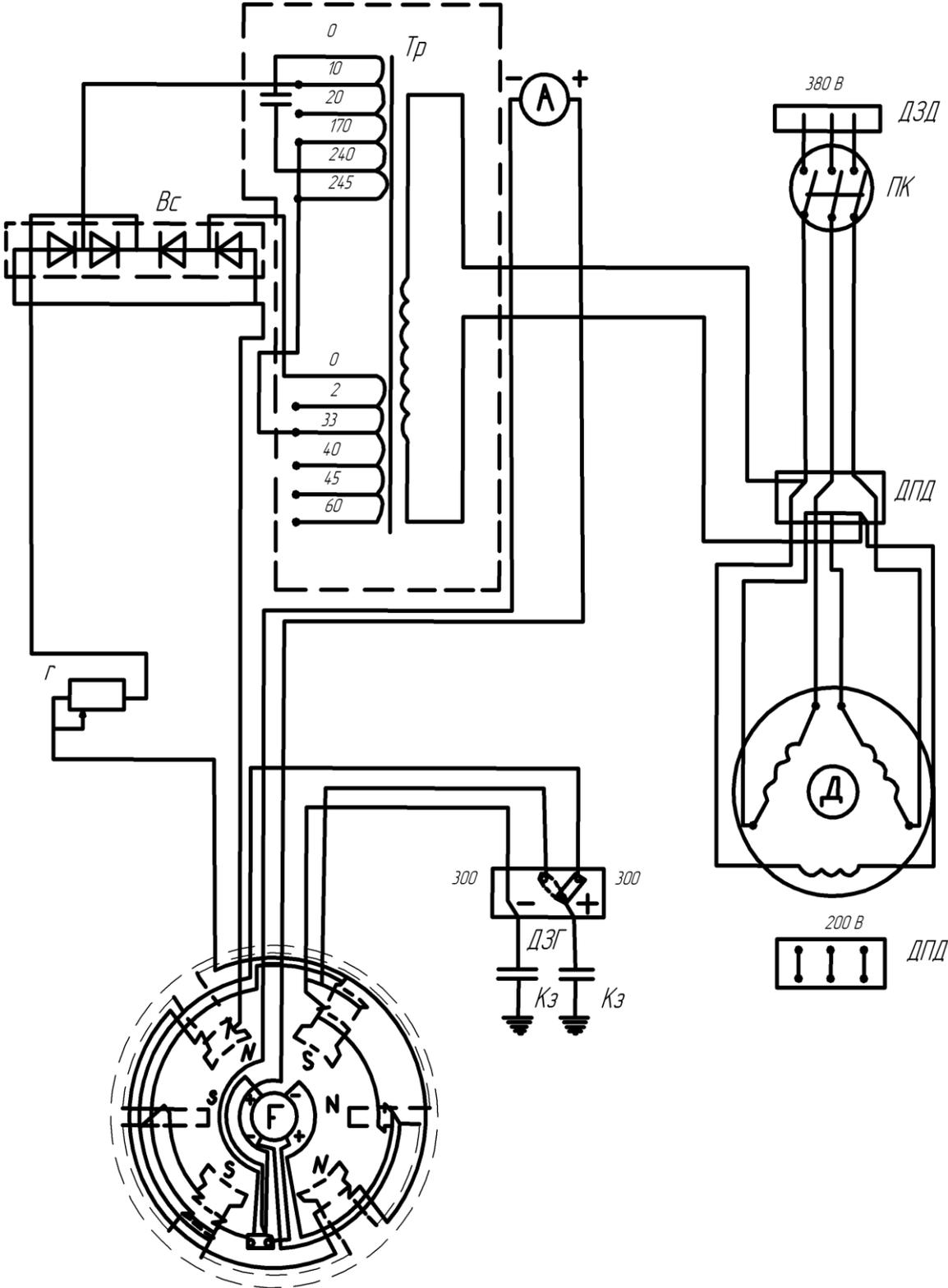


Рис. 2. Электрическая схема сварочного преобразователя ПСО-500

Якорь генератора приводится во вращение трехфазным асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Пуск и остановка двигателя осуществляется пакетом-выключателем ПК.

Преобразователь ПСО-500 предназначен для автоматической сварки и наплавки под флюсом; может применяться и для ручной дуговой сварки и резки металлов. Технические данные преобразователя приведены в табл.1.

Таблица 1.

Технические данные сварочного преобразователя ПСО-500

$I_{д\ ном.}, A$	$U_2\ ном., B$	$I_{д\ мин.} - I_{д\ макс.}, A$	Ном. режим работы ПН, %	Ном. мощность, кВт	Коэффиц. мощности $\cos\varphi$
500	40	120 – 500	60	20	0,9

4.3 Техника безопасности

К работе на лабораторной установке студенты допускаются после изучения инструкции по технике безопасности в лаборатории «Источники питания для сварки» и соответствующей отметки в журнале по технике безопасности.

5. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

Лабораторная работа выполняется в следующем порядке:

1. Ознакомиться с конструкцией и принципом действия сварочного преобразователя ПСО-500.
2. Снять копии магнитной и электрической схем преобразователя.
3. Записать технические данные преобразователя.
4. Получить данные для построения внешних вольтамперных характеристик преобразователя, при следующих значениях тока

в независимой обмотке возбуждения i_n : 2,0 А; 2,3 А; 2,7 А; 3,0 А; 3,3 А; 3,7 А; 4,0 А. Дополнительно выполнить опыт холостого хода при токе i_n , равном 4,5 А. Опытные данные свести в табл. 2.

Таблица 2

Таблица опытных данных

№ опыта	№ измерений в опытах	i_n, A	U_n, B	I_d, A
I	1. Холостой ход	2,0		
	2. Нагрузка			
	3. Нагрузка			
	4. Нагрузка			
	5. Короткое замыкание			
II	1. Холостой ход	2,3		
	2. и т.д.			

5. По опытным данным построить внешние вольтамперные характеристики. Указать для каждой характеристики величину тока в независимой обмотке возбуждения.
6. Построить характеристику холостого хода преобразователя $U_0=f(i_n)$
7. Построить регулировочную характеристику преобразователя $I_d=f(i_n)$ при напряжении на дуге 40 В.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

1. Магнитную и электрическую схемы преобразователя.
2. Технические данные преобразователя.
3. Таблицу опытных данных.
4. Внешние вольтамперные характеристики.
5. Характеристику холостого хода генератора.

6. Регулировочную характеристику генератора.
7. Выводы о форме внешних вольтамперных характеристик, способах настройки и возможных областях применения преобразователя.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назвать основные узлы сварочного преобразователя.
2. Каким образом обеспечивается крутопадающая форма внешних вольтамперных характеристик ПСО-500?
3. Как настраивается на нужный режим сварки преобразователь ПСО-500?
4. Как запитана независимая обмотка возбуждения генератора?
5. Каково назначение последовательной обмотки генератора?
6. Перечислить основные преимущества и недостатки сварочных генераторов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 3

КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СВАРОЧНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкцию и принцип действия сварочных выпрямителей для дуговой сварки.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Изучить принцип действия и конструкции сварочных выпрямителей для дуговой сварки на примере выпрямителя ВДГ-302. В ходе выполнения задания необходимо изучить:

- электрическую схему выпрямителя ВДГ-302;
- конструкцию выпрямителя;
- систему настройки (пускорегулирующую аппаратуру) сварочного выпрямителя.

После изучения конструкции сварочного выпрямителя ВДГ-302 необходимо опытным путем определить его внешние вольт - амперные характеристики (ВВАХ).

3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Общие положения

Сварочные выпрямители являются основными источниками постоянного тока в сварочной технике. Они широко применяются для дуговой сварки. По форме внешних вольт - амперных характеристик сварочные выпрямители делятся на выпрямители с крутопадающими ВВАХ, с жесткими (пологопадающими) ВВАХ и универсальные

выпрямители, на выходе которых можно получить как жесткие (пологопадающие), так и крутопадающие ВВАХ.

Каждый сварочный выпрямитель состоит из двух основных узлов: понижающего трансформатора и выпрямительного блока. Понижающие трансформаторы в сварочных выпрямителях выполняются преимущественно трехфазными. В качестве вентилей в выпрямительном блоке используются кремниевые диоды, а также тиристоры, т.е. управляемые полупроводниковые вентили. Вентили в выпрямительном блоке собираются по различным схемам: трехфазной мостовой, шестифазной кольцевой, шестифазной с нулевой точкой и т.д.

3.2. Сварочные выпрямители с крутопадающими внешними характеристиками

В сварочных выпрямителях с крутопадающими ВВАХ применяются понижающие трансформаторы с *увеличенным* или *нормальным магнитным рассеянием*. В первом случае крутопадающая форма ВВАХ обеспечивается повышенным индуктивным сопротивлением трансформатора X_T . В этом случае настройка на нужный режим сварки, т.е. переход с одной ВВАХ на другую, осуществляется изменением X_T .

Во втором случае индуктивное сопротивление трансформатора X_T мало, и с целью получения крутопадающей формы ВВАХ в цепь вторичной обмотки трансформатора включают дополнительные индуктивные сопротивления (например, дроссель насыщения) $X_{др}$, переход с одной ВВАХ на другую осуществляется изменением $X_{др}$. Таким образом, дроссель, включенный в цепь вторичной обмотки трансформатора с нормальным магнитным рассеянием, выполняет две функции: обеспечивает крутопадающую форму ВВАХ и служит регулирующим устройством.

Современные сварочные выпрямители с крутопадающими ВВАХ в большинстве случаев выполнены по первому варианту, т.е. с понижающим трансформатором с *увеличенным магнитным рассеянием*.

3.3. Сварочные выпрямители с жесткими (пологопадающими) ВВАХ

"Жесткость" ВВАХ, т.е. малая крутизна их падения, обеспечивается применением в этих выпрямителях понижающих трансформаторов с *нормальным магнитным рассеянием*, т.е. малым индуктивным сопротивлением, а также специальными схемами управления. В некоторых выпрямителях, в которых выпрямительный блок набран из тиристорov (например, в универсальных сварочных выпрямителях типа ВДУ), схема управления тиристорами обеспечивает формирование как крутопадающих, так и пологопадающих (жестких) ВВАХ.

Сварочные выпрямители с пологопадающими ВВАХ применяются для механизированной сварки с постоянной скоростью подачи электродной проволоки. При этом перенос электродного металла в сварочную ванну может сопровождаться короткими замыканиями дугового промежутка каплей расплавленного металла (это явление наблюдается, например, при сварке в углекислом газе). Для обеспечения нормального переноса электродного металла (т.е. для уменьшения разбрызгивания) выпрямитель с пологопадающими ВВАХ должен иметь определенные динамические свойства: скорость нарастания тока короткого замыкания необходимо понизить до допустимых значений. С этой целью в цепь выпрямленного тока (в сварочную цепь) включают дроссель. Его индуктивное сопротивление не сказывается на статических характеристиках выпрямителя, а в момент короткого замыкания снижает скорость нарастания тока.

4. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

4.1. Оборудование и приборы

Лабораторная установка, укомплектованная сварочным выпрямителем ВДГ-302, балластным реостатом РБ-302 и электроизмерительными приборами.

4.2. Сварочный выпрямитель ВДГ-302 (см. рис. 1) состоит из трехфазного понижающего трансформатора (T_pC), выпрямительного блока (ВБ), дросселя насыщения (D_pH), дросселя в цепи выпрямленного тока (D_pC), пускорегулирующей и защитной аппаратуры.

Трехфазный понижающий трансформатор выполнен с нормальным магнитным рассеиванием. Нормальная (малая) величина магнитных потоков рассеивания обеспечена концентрическим размещением катушек (рис.2) первичной I и вторичной II обмоток (вторичная на первичной). Число витков первичной обмотки может изменяться специальным переключателем (переключатель ступеней ПС). С его помощью осуществляется также переключение катушек первичной обмотки со звезды на треугольник (и наоборот).

Основной (силовой) выпрямительный блок (ВБ) набран из кремниевых диодов по трехфазной мостовой схеме.

Дроссель насыщения (D_pH) предназначен для плавного регулирования рабочего напряжения на выходе выпрямителя (в пределах каждой ступени). На его магнитопроводах размещены обмотки переменного тока и обмотки постоянного тока: обмотка управления (ОУ) и обмотка смещения (ОС). Обмотки переменного тока включены последовательно с вентилями силового выпрямительного блока.

Обмотка смещения (ОС) дросселя насыщения подключена к вторичной обмотке трехфазного понижающего трансформатора через

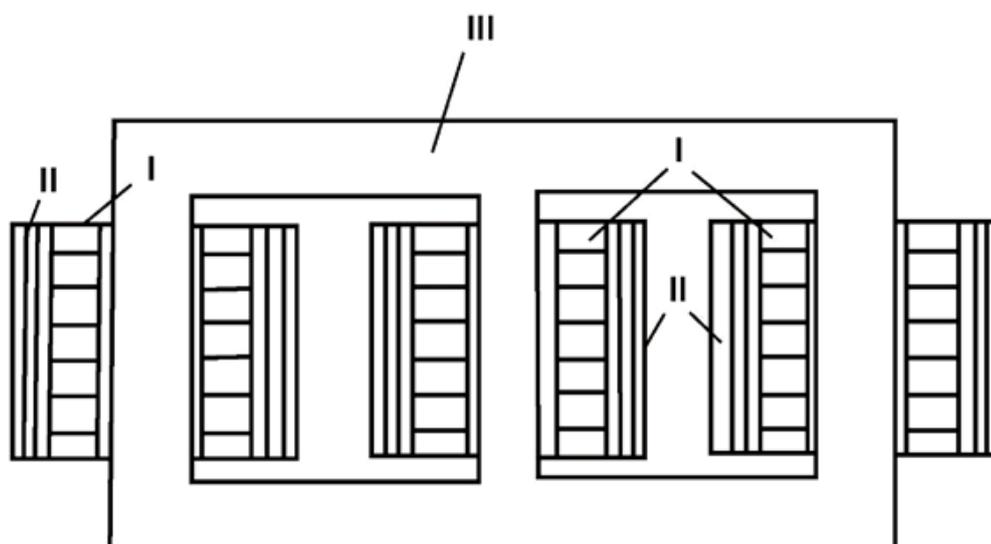


Рис. 2. Трехфазный понижающий трансформатор выпрямителя ВДГ – 302:
 I – катушки первичной обмотки; II – катушки вторичной обмотки; III – магнитопровод.

выпрямительный блок (В2). Обмотка управления (ОУ) питается от феррорезонансного стабилизатора напряжения (СН) через выпрямительный блок (В1).

Плавная настройка выпрямителя на нужный режим осуществляется изменением величины тока в обмотке управления (ОУ) дросселя насыщения (ДН) посредством резистора (R_y).

Дроссель (D_pC) в цепи выпрямленного (сварочного) тока уменьшает скорость нарастания тока короткого замыкания в момент перехода капли расплавленного металла с электрода в сварочную ванну и тем самым уменьшает разбрызгивание металла. Индуктивность дросселя (D_pC) можно изменить (две ступени). При сварке электродной проволокой диаметром 0,8-1,2 мм необходима ступень с меньшей индуктивностью, а диаметром 1,4 мм и более - ступень с большей индуктивностью.

Охлаждение силового выпрямительного блока и трансформатора - принудительное воздушное. Работа системы вентиляции контролируется посредством реле контроля вентиляции (РКВ). При случайной остановке

вентилятора реле (РВВ) разрывает цепь обмотки магнитного пускателя (ПМ1), который, в свою очередь, отключает выпрямитель от сети.

Включение сварочного выпрямителя в работу производится автоматом - выключателем (АВ) и затем кнопкой (К_{НП} - пуск).

Выключение выпрямителя производится кнопкой (К_{НС} - стоп) с последующим выключением (АВ).

Переключатель ступеней напряжений (ПС) расположен на задней стенке выпрямителя.

Величины рабочего напряжения и тока измеряются вольтметром и амперметром, установленными на передней панели выпрямителя.

Технические данные ВДГ-302 приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические данные сварочного выпрямителя ВДГ-302

Характеристики	Единица измерения	Величина
Ток сварочный номинальный	А	315
Напряжение холостого хода ном.	В	55
Напряжение рабочее номинальное	В	40
Предел регулирования напряжения	В	16-40
Мощность номинальная	кВА	19
КПД	%	75
Режим работы номинальный ПВ	%	60

4.3 Техника безопасности

К работе на лабораторной установке студенты допускаются после изучения инструкции по технике безопасности в лаборатории "Источники питания для сварки" и соответствующей отметки в журнале по технике безопасности.

5. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе лабораторной работы студенту необходимо выполнить следующее:

1. Ознакомиться с лабораторной установкой и составить ее блок - схему. В блок - схеме выделить электроизмерительные приборы и показать порядок их включения.
2. Изучить конструкции выпрямителя ВДГ - 302 и балластного реостата РБ - 302.
3. Снять копию электросхемы выпрямителя ВДГ-302 и выполнить эскиз магнитопровода с обмотками его понижающего трансформатора.
4. Рассмотреть и записать паспортные данные выпрямителя ВДГ-302 и реостата РБ-302.
5. Включить сварочный выпрямитель ВДГ-302 на нагрузку (балластный реостат) и получить данные для построения девяти ВВАХ выпрямителя (по три на каждой ступени настройки и при трех различных положениях регулирующего устройства, включая крайние). Данные опытов занести в табл. 2.
6. По данным табл. 2 построить ВВАХ сварочного выпрямителя ВДГ - 302. Указать на графиках для каждой характеристики положения регулирующих устройств (например, 1.1, 1.2 и т.д.).

Опытные данные

Степень	Номер опыта	Режим работы и номер измерения в опыте	Ток нагрузки, I_d , А	Напряжение на клеммах выпрямителя, U_d , В
1	1	1. Холостой ход 2. Нагрузка 3. Нагрузка 4. Нагрузка 5. Нагрузка 6. Нагрузка		
	2	1. Холостой ход 2. Нагрузка 3. и т.д.		
	3	1. Холостой ход 2. Нагрузка 3. и т.д.		
.....				

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

- 1) блок - схему лабораторной установки;
- 2) электросхему сварочного выпрямителя ВДГ-302;
- 3) магнитную схему понижающего трансформатора выпрямителя;
- 4) технические данные выпрямителя ВДГ-302;
- 5) таблицу опытных данных;
- 6) внешние вольтамперные характеристики, построенные по опытным данным на бумаге с миллиметровой сеткой;
- 7) выводы о форме и особенностях ВВАХ сварочного выпрямителя ВДГ- 302, а также о возможных областях его применения.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какова форма ВВАХ сварочного выпрямителя ВДГ-302?
2. Как обеспечивается такая форма ВВАХ?
3. Перечислить основные узлы и элементы конструкции выпрямителя ВДГ-302 и объяснить их назначение.
4. С помощью электросхемы объяснить принцип работы сварочного выпрямителя ВДГ-302.
5. Объяснить порядок включения в работу сварочного выпрямителя ВДГ-302.
6. Как настраивается на нужный режим сварки сварочный выпрямитель ВДГ-302?
7. Перечислить основные технические характеристики выпрямителя ВДГ-302 и балластного реостата РБ-302 (и объяснить их значение).
8. Каковы возможные области применения сварочного выпрямителя ВДГ-302 (с обоснованием)?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА 4

КОНСТРУКЦИЯ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СВАРОЧНЫХ ИНВЕРТОРНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Изучить конструкции и принцип действия инверторных источников питания сварочной дуги.

2. СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Изучить принцип действия и конструкцию инверторного источника питания для дуговой сварки на основе тиристорного инвертора. В ходе выполнения задания необходимо изучить:

- блок-схему инверторного источника питания;
- электросхему силовой части инверторного источника питания;
- систему настройки источника питания;
- технические данные источника питания;

после изучения конструкции инверторного источника питания определить его внешние вольт-амперные характеристики (ВВАХ).

3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Общие понятия

Инверторным источником питания называется электротехнический аппарат для дуговой сварки, одним из основных узлов которого служит инвертор, т.е. преобразователь постоянного тока в переменный. Блок-схема такого источника питания представлена на рис.1. На входе

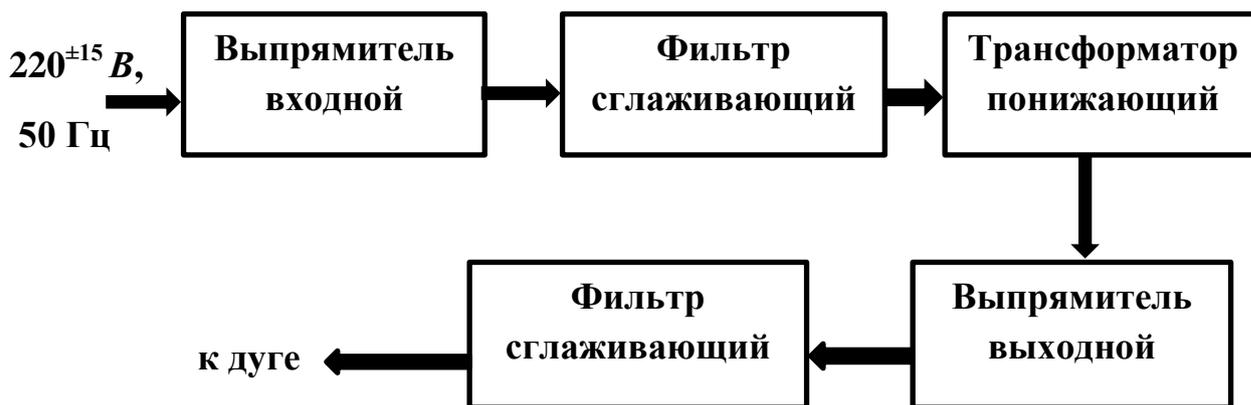


Рис. 1. Блок – схема инверторного источника питания сварочной дуги

переменный ток промышленной частоты выпрямляется входным выпрямителем и сглаживается фильтром. Выпрямленный и сглаженный ток преобразуется в инверторе в переменный ток повышенной частоты (до 25 кГц), а затем трансформируется понижающим трансформатором до необходимой для сварки величины (50 - 60 В), Это напряжение выпрямляется выходным выпрямителем и сглаживается фильтром.

Один из возможных вариантов инверторного источника питания представлен на рис.2.

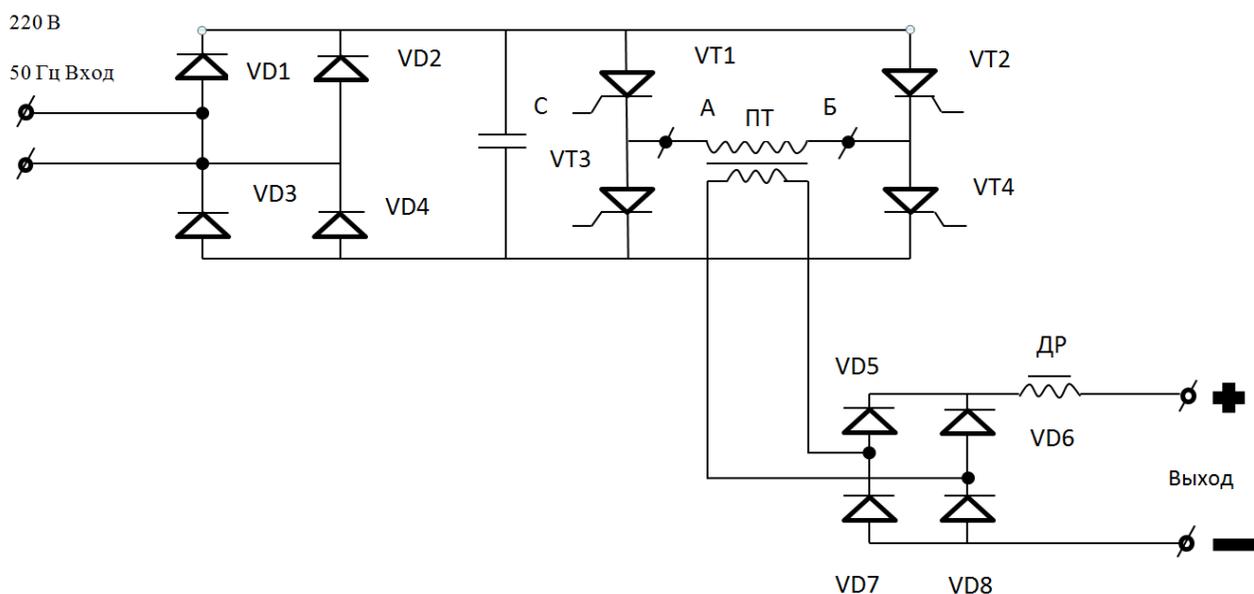


Рис. 2. Упрощенная схема силовой части инверторного источника питания

Входное однофазное напряжение (220 или 380 В) выпрямляется мостовым выпрямителем (диоды $VD1, VD2, VD3, VD4$) и сглаживается фильтром, роль которого выполняет конденсатор C . Это напряжение подается на вход инвертора, основными элементами которого служат тиристоры ($VT1, VT2, VT3, VT4$). Тиристоры работают (т.е. отпираются и запираются) попарно: ($VT1 - VT4, VT2 - VT3$). Когда открыты тиристоры ($VT1 - VT4$), по первичной обмотке трансформатора (ПТ) проходит ток в направлении от А к Б. При запираии тиристоров ($VT1 - VT4$) и отпираии тиристоров ($VT2 - VT3$) направление тока в первичной обмотке трансформатора (ПТ) меняется на обратное. Этот цикл повторяется с частотой, определяемой схемой управления тиристорами (до 25 кГц). Таким образом, инвертор преобразует постоянное напряжение в переменное повышенной частоты. В трансформаторе (ПТ) это напряжение понижается до 50 - 60 В и выпрямляется выходным выпрямителем (диоды $VD5, VD6, VD7, VD8$). Дроссель (ДР) служит фильтром, сглаживая выпрямленное напряжение на входе источника питания.

Необходимая форма внешних вольт-амперных характеристик и настройка на нужный режим сварки обеспечивается схемой управления тиристорами инвертора.

Основными преимуществами инверторных источников питания сварочной дуги являются значительно меньшие вес и габариты в сравнении с традиционными сварочными источниками. Удельная масса инверторных источников питания (отношение веса аппарата к номинальной выходной мощности) $4 \div 5$ кг/кВт, в то время как у традиционных сварочных источников питания эта характеристика составляет $14 \div 20$ кг/кВт. Это преимущество обусловлено тем, что в инверторам источнике трансформирование (понижение) напряжения от

сетевого значения до сварочного осуществляется на частотах, превышающих сетевую в 50-500 раз. Это дает возможность уменьшить вес и габариты понижающего трансформатора (на рис. 2) и, в результате, инверторного источника питания.

Объясняется это следующим. Напряжение, подаваемое на первичную обмотку трансформатора, уравновешивается индуктируемой в ней ЭДС, величина которой определяется уравнением:

$$U_1 = E_1 = 4,44fW_1\Phi_0, \quad (1)$$

где f – частота переменного тока (в данном случае – частота инвертирования);

W_1 – число витков первичной обмотки понижающего трансформатора;

Φ_0 – амплитудное значение магнитного потока, создаваемого током, протекающим по виткам первичной обмотки.

Величина магнитного потока Φ_0 определяется выражением:

$$\Phi_0 = B_0S, \quad (2)$$

где B_0 – магнитная индукция,

S – площадь поперечного сечения магнитопровода трансформатора.

Из формул (1) и (2) видно, что при увеличении частоты f можно уменьшить сечение магнитопровода S и (или) число витков первичной обмотки (соответственно и число витков вторичной обмотки). В результате уменьшить вес и габариты трансформатора.

4. ОПИСАНИЕ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

4.1 Оборудование и приборы

Лабораторная установка укомплектована инверторным источником питания сварочной дуги «Мицар», балластными реостатами, осциллографом и электроизмерительными приборами.

4.2 Инверторный источник питания сварочной дуги «Мицар»

Инверторный источник питания «Мицар» включает следующие основные блоки: тиристорный выпрямитель, фильтр, тиристорный инвертор, понижающий трансформатор, выходной выпрямитель, блок питания и блок управления (рис.3).

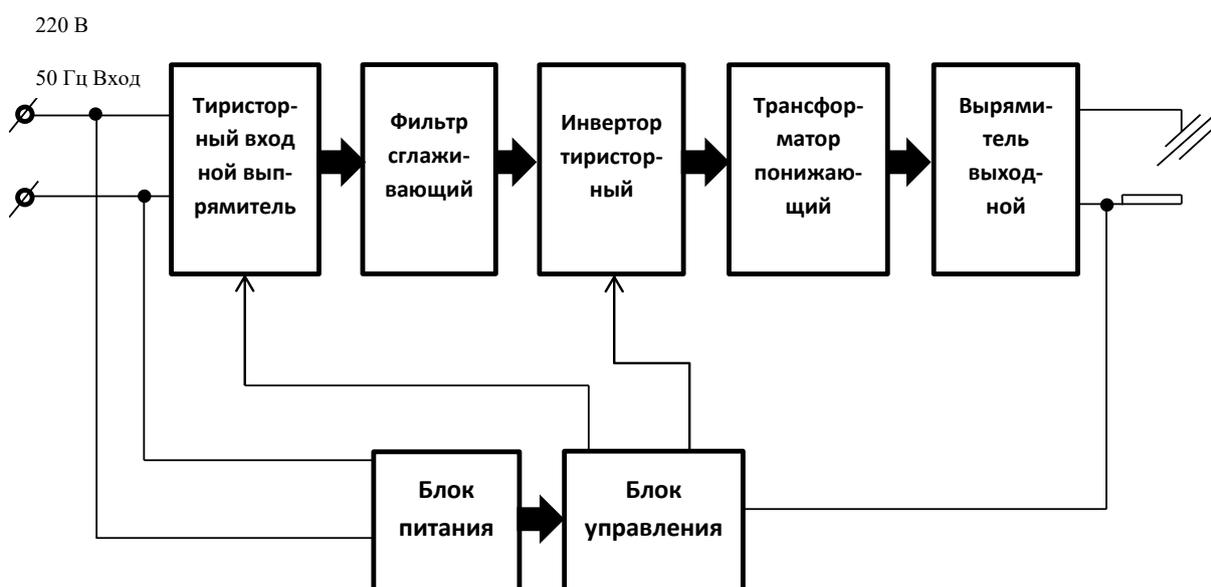


Рис. 3. Функциональная блок-схема источника питания «Мицар»

Поступающее на вход тиристорного выпрямителя переменное напряжение (220 В) преобразуется в постоянное, затем в инверторе – в переменное высокочастотное, понижается в трансформаторе до

необходимого для сварки, выпрямляется в выходном выпрямителе и поступает на выходные клеммы.

Блок управления обеспечивает формирование внешних вольт - амперных характеристик (рис.4), ограничивает напряжение холостого хода и защищает источник питания от перегрузок.

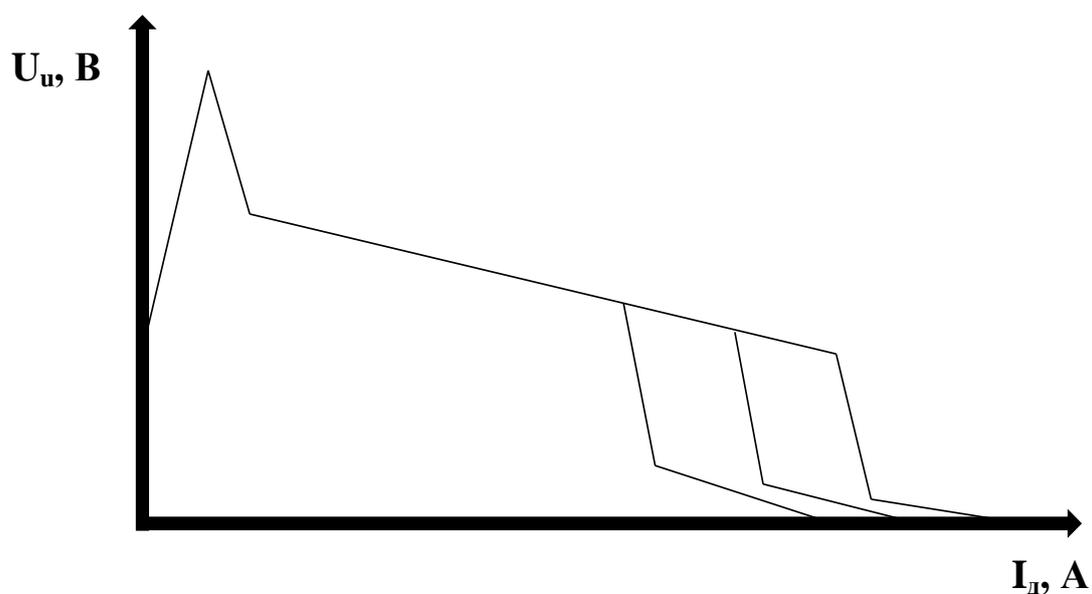


Рис. 4. Внешние вольт - амперные характеристики источника питания «Мицар» (схема)

Посредством этого блока осуществляется также регулирование сварочного тока, т.е. переход с одной вольт – амперной характеристики на другую (изменением частоты инвертирования).

Конструктивно источник питания выполнен в одном корпусе. Основные элементы конструкции: каркас из стальных уголков, дно, передняя и задняя панели, кожух. Элементы силовой части схемы скомпонованы на горизонтально расположенном шасси из изоляционного материала. Схема управления выполнена на двух платах, установленных в собственном металлическом кожухе с нижней стороны шасси. В источнике питания предусмотрена принудительная воздушная вентиляция с помощью вентилятора.

На передней панели источника питания расположены следующие элементы управления и индикации:

- лампа «СЕТЬ» для сигнализации о наличии напряжения питания;
- тумблер вида сварки: положение «Р» - ручная дуговая сварка покрытыми электродами, положение «А» - аргонодуговая сварка вольфрамовым электродом;
- ручка «ТОК» для регулирования сварочного тока;
- клеммы «+» и «-» для подсоединения сварочных кабелей.

На задней панели источника питания расположены:

- клемма заземления «⊥» для заземленного источника;
- разъем «СЕТЬ» для подсоединения источника питания к питающей сети;
- тумблер включения питающей сети с символами  и 

Инверторный источник питания «Мицар» предназначен для ручной дуговой сварки покрытыми электродами и для аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом.

Технические характеристики.

Номинальный сварочный ток ($I_{д\ ном}$), А	- 125
Номинальное рабочее напряжение, В	- 25
Пределы регулирования сварочного тока	25 – 125
Продолжительность расчетного цикла сварки, мин	- 5
Повторно – кратковременный режим работы ($ПН_{ном}$), %	- 60
Напряжение холостого хода, В	- 36
Напряжение питающей сети, В	- 220
Коэффициент полезного действия, %	- 84

Габаритные размеры, мм:	длина	- 450
	высота	- 200
	ширина	- 155
Масса, кг		- 13

4.3 Техника безопасности

К работе на лабораторной установке студенты допускаются после изучения инструкции по технике безопасности в лаборатории "Источники питания для сварки" и соответствующей отметки в журнале по технике безопасности.

5. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ И ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

В ходе лабораторной работы необходимо выполнить следующее.

Ознакомиться с конструкцией и принципом действия инверторного источника питания "Мицар".

Снять копию функциональной блок-схемы источника питания и выяснить назначение каждого блока схемы, используя материалы раздела 3 методических указания.

Выписать технические характеристики источника питания. Рассчитать удельную массу источника питания и полученный результат сравнить с аналогичной характеристикой других ИП.

Получить данные для построения 5-7 внешних вольт - амперных характеристик (при различных положениях ручки – регулятора «ТОК»).

По полученным данным построить внешние вольт - амперные характеристики источника питания.

По результатам работы сделать вывод о форме внешних вольт - амперных характеристик и возможных областях применения источника питания.

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Отчет должен содержать:

- функциональную блок-схему источника питания "Мицар";
- внешние вольт - амперные характеристики источника питания, построенные по опытным данным на бумаге с миллиметровой сеткой;
- технические характеристики источника питания;
- сравнительные данные об удельных массах источников питания;
- вывод о форме внешних вольт - амперных характеристик и возможных областях применения источника питания.

7. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы назначение и принцип действия инвертора?
2. Перечислить основные узлы инверторного источника питания сварочной дуги.
3. Нарисовать упрощенную электросхему инверторного источника питания и объяснить принцип его действия.
4. Перечислить основные технические характеристики источника питания «Мицар».
5. Каковы по форме внешние вольт - амперные характеристики источника питания "Мицар"?
6. Перечислить возможные способы настройки на нужный режим инверторного источника питания.

7. Каковы основные преимущества инверторных источников питания в сравнении с традиционными?

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ И ВЫПОЛНЕНИЮ СЕМЕСТРОВОЙ РАБОТЫ

Типовая структура семестровой работы по дисциплине «Источники питания для сварки» должна содержать следующие листы и разделы: титульный лист; аннотация; содержание; введение; основная часть; заключение; список использованной литературы.

Примеры названия тем семестровой работы по дисциплине «Источники питания для сварки»:

1. Стабилизация параметров дуги (тока и напряжения) при механизированной сварке. Системы саморегулирования.

2. Общие требования к внешним вольтамперным характеристикам источников питания сварочной дуги.

3. Принцип действия и основные уравнения работы сварочных трансформаторов.

4. Статические характеристики сварочной дуги и внешние вольтамперные характеристики источников питания (общие положения и взаимосвязи)

5. Расчет допустимой продолжительности нагрузки источников питания при различных способах сварки.

6. Настройка источников питания на необходимый режим сварки.

7. Стабилизация параметров дуги при сварке неплавящимся электродом.

8. Инверторные источники питания переменного тока. Регулирование амплитуды и длительности импульсов тока.

9. Источники питания для сварки под флюсом и полуавтоматической сварки в защитных газах. Основные требования и особенности.

10. Способы задания и регулирования вольтамперных характеристик сварочных источников питания.

ПРИМЕР ВОПРОСОВ ПРИ КОНТРОЛЬНОМ ОПРОСЕ

1. Классификация источников питания.
2. Особенности сварочной дуги переменного тока.
3. Статическая устойчивость системы «источник питания – сварочная дуга».
4. Статическая устойчивость системы «источник питания – сварочная дуга» при изменении длины дуги.
5. Стабилизация параметров дуги (тока и напряжения) при механизированной сварке. Системы саморегулирования.
6. Стабилизация параметров дуги (тока и напряжения) при механизированной сварке. Системы регулирования напряжения.
7. Общие требования к внешним вольтамперным характеристикам источников питания сварочной дуги.
8. Общие требования к динамическим характеристикам источников питания сварочной дуги.
9. Обозначение сварочных источников питания.
10. Технические характеристики сварочных источников питания.
11. Области применения сварочных источников питания (по форме внешних вольтамперных характеристик, роду тока, систем регулирования).
12. Требования к источникам питания дуги переменного тока.

13. Статические характеристики сварочной дуги и внешние вольтамперные характеристики источников питания (общие положения и взаимосвязи).

14. Устойчивость сварочной дуги. Требования к источникам питания различных видов сварочной дуги.

15. Расчет допустимой продолжительности нагрузки источников питания при различных способах сварки.

16. Особенности конструкции и условий работы однофазных сварочных источников питания.

17. Стабилизация параметров дуги при сварке неплавящимся электродом.

18. Универсальные по роду тока и внешним вольтамперным характеристикам источники питания.

19. Классификация и конструктивные особенности источников питания для сварки в защитных газах

20. Настройка источников питания на необходимый режим сварки

ПРИМЕРЫ ЗАДАНИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Занятие №1. Рассчитать коэффициент устойчивости системы «источник питания – дуга» при ручной дуговой сварке.

Занятие №2. Определить мощность дуги переменного тока при аргонодуговой сварке алюминия неплавящимся вольфрамовым электродом.

Занятие №3. Рассчитать коэффициент устойчивости системы «источник питания – дуга» при автоматической сварке под флюсом на низкой плотности тока.

Занятие №4. Рассчитать коэффициент устойчивости системы «источник питания – дуга» при автоматической сварке под флюсом на повышенной плотности тока.

Занятие №5. Показать графически статическую устойчивость системы «источник питания – дуга» при увеличении длины дуги

Занятие №6. Рассчитать коэффициент усиления системы саморегулирования.

Занятие №7. Определить величину напряжения при механизированной сварке стальной проволокой $d=1.6$ мм.

Занятие №8. Показать графически статическую характеристику системы регулирования напряжения.

Занятие №9. Определить быстродействие системы регулирования напряжения при сварке на повышенных плотностях тока

Занятие №10. Рассчитать допустимый сварочный ток при непрерывной работе трансформатора ТД-300.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Милютин, В.С.* Источники питания для сварки/ В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров. - М.: "Айрис-Пресс", 2007. – 384 с.

2. *Браткова, О.Н.* Источники питания сварочной дуги. - М.: Высшая школа, 1982. – 182 с.

3. *Александров, А.Г.* Эксплуатация сварочного оборудования / А.Г. Александров, И.И. Заруба, И.В. Пиньковский. – Киев: «Будивэльник», 1990. – 223 с.

4. *Патон Б.Е., Лебедев В.К.* Электрооборудование для дуговой и шлаковой сварки. М., Машиностроение, 1966.

5. *Цукерман М.Б.* Источники питания сварочной дуги и электрошлакового процесса. М., Высшая школа, 1974.

6. Основы промышленной электроники: учеб. вузов / В. Г. Герасимов, О. М. Князьков, А. Е. Краснопольский, В. В. Сухоруков. / под ред. В. Г. Герасимова. - М.: Высшая школа, 1986. - 336 с.

7. Закс, М.И. Сварочные выпрямители / М.И. Закс - «Энергоатомиздат», 1983. - 102с.

8. Организация и выполнение самостоятельной работы студентов (направление 15.04.01, профиль «Технология и оборудование сварочного производства»). Учебно-методическое пособие. Авт. Г.Н. Соколов, С.В. Кузьмин ВолгГТУ. - Волгоград: РПК "Политехник", 2014. - 76 с.

Учебное издание

Валентин Олегович Харламов

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ СВАРКИ

Учебно-методическое пособие

Редактор Н. Н. Кваша

Темплан 2016 г. Поз. № 214.

Подписано в печать 06.12.2016. Формат 60x84 1/16. Бумага газетная.

Гарнитура Times. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,29.

Тираж 50 экз. Заказ .

Волгоградский государственный технический университет.

400005, г. Волгоград, просп. В. И. Ленина, 28, корп. 1.

Отпечатано в типографии ИУНЛ ВолгГТУ.

400005, г. Волгоград, просп. В. И. Ленина, 28, корп. 7.