

Проект «Инженерные кадры Зауралья»

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Инноватика и менеджмент качества»

Секция «Технология и автоматизация сварочного производства»

Автоматизация сварочных процессов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 150202.65
и профиля «Оборудование и технология сварочного производства»
(направление подготовки 150700.62 «Машиностроение»)

Курган 2013

Кафедра: «Инноватика и менеджмент качества»

Секция: «Технология и автоматизация сварочного производства»
(специальность 150202, направление 150700)

Составил: канд. хим. наук, доц. А.К. Давыдов

Утверждены на заседании кафедры «28» августа 2012 г.

Рекомендованы методическим советом университета в рамках проекта
«Инженерные кадры Зауралья» «22» ноября 2013 г.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 (4 часа)

«ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА СИСТЕМ АВТОМАТИКИ»

Цель работы: изучение назначения, устройства и принципа работы датчиков температуры, сварочного тока, давления и расхода, а также коммутирующих элементов, применяемых в сварочном оборудовании.

Оборудование и материалы: образцы, модели и макеты датчиков и коммутирующих элементов.

1.1 ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ

Термопарой называется чувствительный элемент, состоящий из двух электрически соединенных разнородных металлических проводников (термоэлектродов) и преобразующий значения контролируемой температуры в ЭДС. В качестве материала для термопар применяют платину, иридий, никель, нихром, константан, алюмель, копель и др. Спаянные или сваренные концы термоэлектродов помещают в среду с измеряемой температурой, а другие включают в измерительную цепь. За эталонный металл принята химически чистая платина. Значения термо-ЭДС некоторых металлов по отношению к платине приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Значения термо-ЭДС металлов и сплавов

Металл, сплав	Термо-ЭДС, мкВ/°С	Металл, сплав	Термо-ЭДС, мкВ/°С
Алюмель	-10,2	Медь	7,6
Вольфрам	7,9	Молибден	1,3
Золото	8,0	Платина	0,00
Константан	-35	Платино-иридий	13
Копель	-40	Платино-родий	6,46
Манганин	8	Хромель	31,3

Для стабильных показаний термопары необходимо, чтобы температура ее холодных спаев была постоянной (поддерживают термостатированием), иначе необходимо вводить соответствующие поправки. Термопары платинородий-платина предназначены для измерения температур 300...1600°С, хромель-копель – до 800°С, хромель-алюмель – до 1300°С.

В сварочном производстве термопары нашли широкое распространение для измерения температур шлаковой и металлической ванн, околошовной зоны. Их достоинства – возможность измерения широкого диапазона температур, простота устройства; недостатки – невысокая чувствительность, приводящая к усложнению измерительных схем, инерционность, наличие контакта с

измеряемой средой, необходимость поддержания постоянной температуры холодных спаев.

Термобиметаллические преобразователи изготавливаются в виде листа из двух слоев разных металлов, имеющих различные линейные коэффициенты температурного расширения. Обычно один конец биметаллической пластины закрепляют неподвижно, установившееся перемещение ее свободного конца при этом пропорционально изменению температуры окружающей среды:

$$X = K_{\delta} \frac{l^2}{b} t^{\circ}, \quad (1.1)$$

где K_{δ} – коэффициент пропорциональности, зависящий от свойств материалов и толщин биметаллической пластины;

l и b – длина и толщина пластины.

Для повышения чувствительности применяют пластины с большими значениями l (конструктивно выполняются в виде винтовой спирали).

При автоматизации сварочного производства термобиметаллические преобразования применяют в термореле для температур до 400...450°C.

1.2 ДАТЧИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА

Сварочный процесс характеризуется большими токами, поэтому необходимо снизить сигнал на входе измерительной системы.

Шунты можно применять в цепях и постоянного, и переменного токов. Шунт представляет собой проводник с постоянным сопротивлением порядка долей мОм. При протекании через шунт номинального тока (характеристика шунта) на нем падает напряжение 75 мВ, что соответствует полному отклонению стрелки прибора, рассчитанного на работу с соответствующим шунтом.

В силовых цепях переменного тока часто применяют токовые трансформаторы, первичной катушкой которых является сварочный кабель или вторичный контур машины для контактной сварки. С токовым трансформатором следует применять специально градуированные амперметры.

1.3 ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ И РАСХОДА

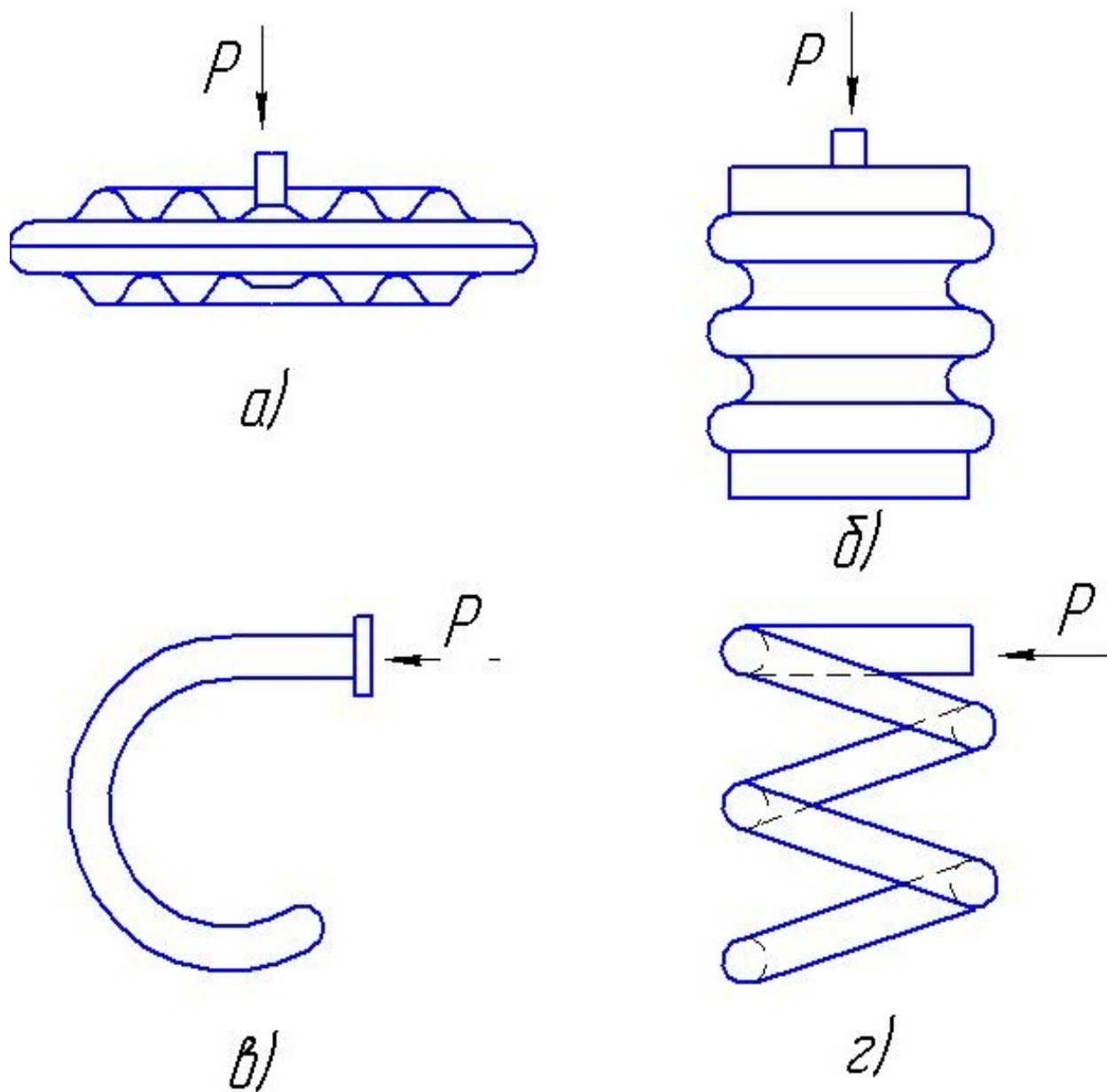
Датчики давления и расхода в сварочном производстве применяют для контроля защитного и плазмообразующего газа.

Наиболее часто применяют манометры с упругими элементами в виде мембран, сильфонов и трубчатых пружин (одновитковых и многовитковых), деформация которых зависит от величины давления (рисунок 1.1).

Мембраны представляют собой эластичные пластины, деформирующиеся в зависимости от воздействующего на них давления. Сильфоны – гофрированные тонкостенные трубки, по сравнению с мембранами обладают большей чувствительностью. Принцип действия трубчатых пружин

заключается в том, что под давлением газа, поступающего в трубку, создаются усилия, стремящиеся выпрямить виток.

Для измерения расхода могут применяться ротаметры, представляющие собой конусную трубку с помещенным внутрь поплавком (рисунок 1.2). В зависимости от скорости движения газа (а, значит, и расхода) поплавок занимает определенное положение – чем больше расход и динамическое давление газа, тем выше уровень поплавка.



- а) упругая мембрана,
- б) сиффон,
- в) одновитковая трубчатая пружина,
- г) многовитковая трубчатая пружина

Рисунок 1.1 – Упругие элементы для измерения давлений

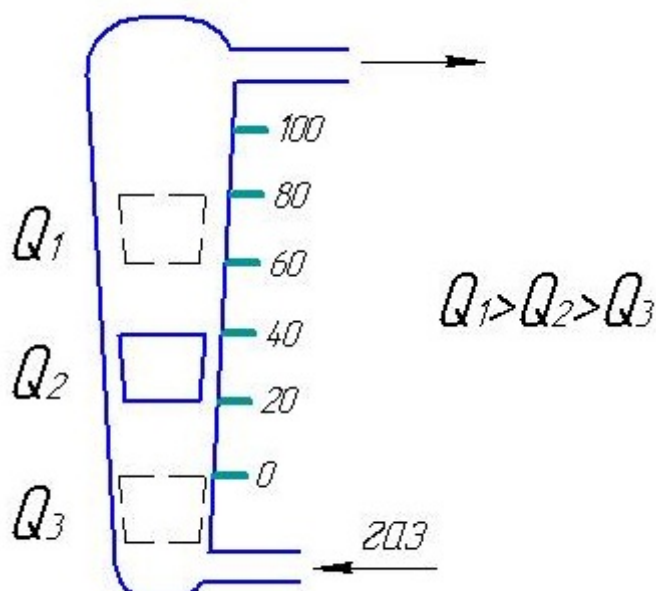


Рисунок 1.2 – Ротамер

1.4 КОММУТИРУЮЩИЕ ЭЛЕМЕНТЫ

К коммутирующим элементам систем автоматики относятся: кнопки управления, промежуточные реле, конечные выключатели, пускатели, реле времени разных типов. Целью является изучение конструкции, назначения и принципа работы коммутирующих элементов по натурным образцам.

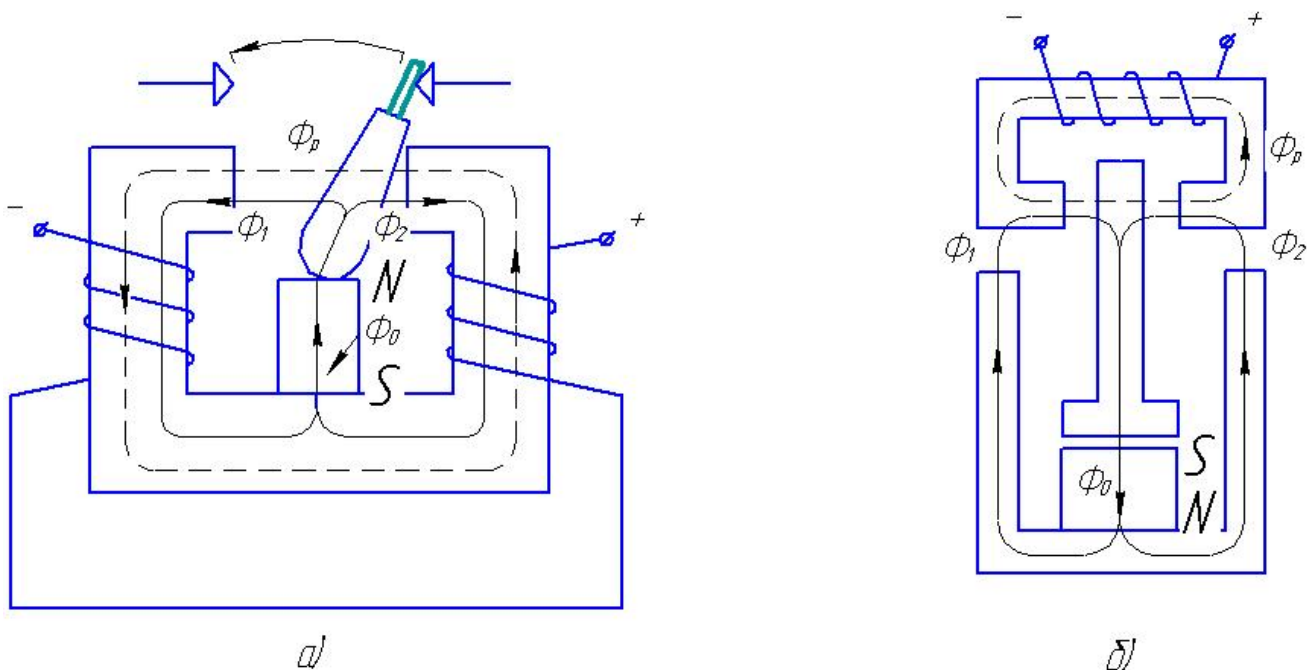
Кнопки управления и конечные выключатели. Они предназначены для включения и отключения исполнительных и промежуточных устройств, могут быть с фиксацией и без фиксации. В кнопках с фиксацией положение контактов не изменяется после снятия механического усилия, без фиксации – контакты возвращаются в исходное положение. В большинстве случаев в одном устройстве имеются и нормально замкнутые, и нормально разомкнутые контакты (нормальным считается состояние при отсутствии внешнего воздействия на орган управления).

Электромагнитные реле. Нейтральные электромагнитные реле постоянного и переменного тока выполняются, в основном, с внешним притягивающимся якорем (клапанного типа) и представляют собой электромагнитный механизм и ряд контактных групп, установленных на одном основании. При протекании по обмотке электрического тока якорь притягивается к сердечнику. Движение якоря передается на подвижные группы контактов.

Такие реле реагируют только на величину входного сигнала и нечувствительны к полярности.

В поляризованных электромагнитных реле направление тягового усилия, а, следовательно, и перемещение якоря, и переключение контактов зависят от полярности сигнала постоянного тока, подаваемого на обмотку реле. Устройство таких реле основано на взаимодействии двух независимых

магнитных потоков: поляризующего, создаваемого постоянным магнитом, и рабочего, создаваемого обмотками реле при протекании по ним управляющего тока. В поляризованных реле используют дифференциальные и мостовые схемы магнитных цепей (рисунок 1.3).



а) дифференциальная;
б) мостовая

Рисунок 1.3 – Схемы магнитных цепей поляризованных реле

Поляризованные реле находят широкое применение в схемах автоматики благодаря своим характерным особенностям. Наличие нескольких обмоток позволяет использовать их в качестве логических элементов, небольшая мощность срабатывания – в качестве элементов контроля малых электрических сигналов, малое время срабатывания и чувствительность к полярности входных сигналов – в качестве вибропреобразователей.

Геркон представляет собой стеклянную ампулу, внутри которой запаяны контактные пружины из ферромагнитного материала. Внешние выводы электродов служат для подключения их к управляемой цепи. Принцип работы геркона основан на том, что при помещении его в магнитное поле между ферромагнитными пружинами возникают силы взаимодействия. На герконах строят безъякорные реле, размещая герконы внутри обмотки, магнитное поле которой при прохождении по ней тока управляет замыканием контактов.

Электромагнитные реле, предназначенные для подключения исполнительных устройств (электродвигатель, электропневмоклапан, электромагнит и др.), называют пускателями.

Реле времени. В ряде случаев требуется автоматически обеспечить заданный интервал времени между моментом подачи сигнала и началом исполнительного процесса. Для этого используют реле времени.

В гидравлических и пневматических реле выдержка времени обеспечивается замедленным вытеканием жидкости или газа из рабочей полости.

Моторное реле времени состоит из электродвигателя **М**, редуктора **Р**, барабана **Б**, на котором расположены кулачки **а - е** и контакты **К1 – К6**, установленные напротив кулачков (рисунок 1.4). При подаче сигнала на вход (включение двигателя) барабан начинает вращаться, кулачки воздействуют на контакты, вызывая их срабатывание (сигнал выхода). Меняя угловое положение кулачков, можно устанавливать время и очередность срабатывания контактов.

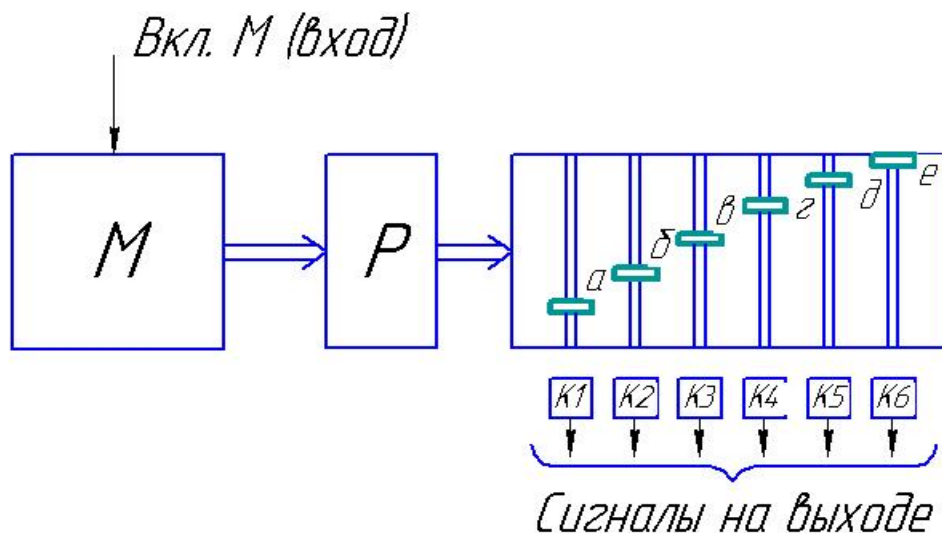


Рисунок 1.4 – Схема моторного реле времени

В электронных реле выдержка времени определяется зарядом – разрядом конденсатора, уровень напряжения на котором обеспечивает срабатывание соответствующей триггерной схемы или включение электромагнитного реле (рисунок 1.5).

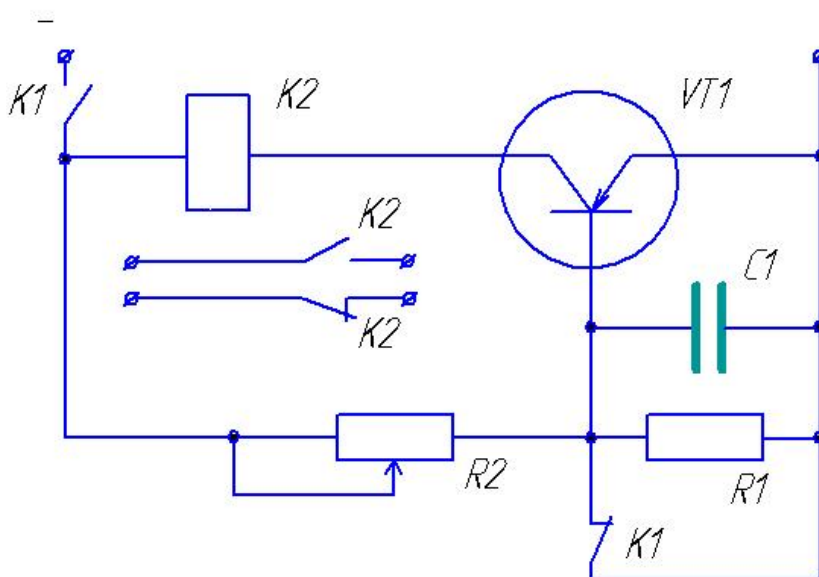


Рисунок 1.5 – Электронное реле времени

При замыкании управляющего контакта **K1** (сигнал на входе), пока конденсатор **C1** не заряжен, напряжение смещения с делителя **R1 – R2** не попадает на базу транзистора **VT1**, и он закрыт. По мере зарядки конденсатора напряжение на нем растет, и в некоторый момент времени транзистор откроется, вызвав срабатывание реле **K2** (сигнал на выходе).

Более совершенны схемы, работающие на дискретном принципе, основной элемент которых – счетчик электрических импульсов. На его вход подают импульсы сетевой частоты. После отсчета требуемого количества импульсов происходит срабатывание исполнительного устройства.

1.5 ЗАДАНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.5.1 Вычислить по данным таблицы 1.2 термо–ЭДС термопары с термоэлектродами из заданных материалов, построить ее статическую характеристику $E=f(t^\circ)$.

1.5.2 Определить по данным таблицы 1.2 значение тока в сварочной цепи, зная чувствительность и показание измерительного прибора, тип применяемого шунта.

Таблица 1.2 – Данные для самостоятельной работы

№ варианта	Термопара	Предел измерений, мВ	Градусировка шкалы, дел.	Показания прибора, дел.	Тип применяемого шунта, А/мВ
1	Хромель-копель	50	150	100	100/75
2	Манганин-копель	75	150	60	200/75
3	Медь-копель	100	150	100	300/75
4	Медь-молибден	150	150	70	150/75
5	Платина-платинородий	200	150	50	200/75
6	Медь-платина	250	150	40	500/75
7	Константан-копель	300	150	30	250/75
8	Константан-хромель	50	100	80	300/75
9	Манганин-хромель	100	300	220	150/75
10	Медь-хромель	75	300	190	75/75
11	Вольфрам-платина	150	100	40	100/75
12	Золото-платина	200	100	30	50/75
13	Медь-золото	250	100	20	100/75
14	Медь-константан	300	100	20	200/75
15	Манганин-константан	50	100	60	300/75

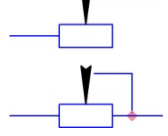
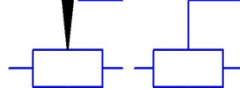
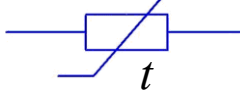
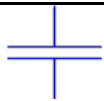
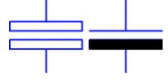
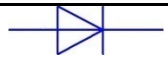
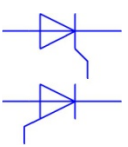
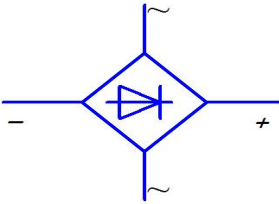
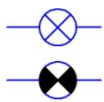
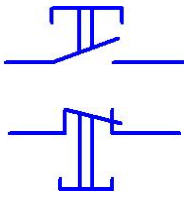

1.5.3 Ответить на следующие вопросы:

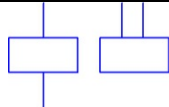
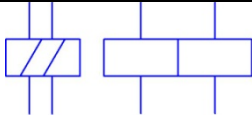
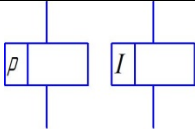
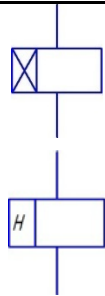
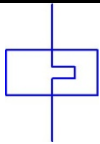
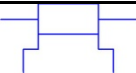
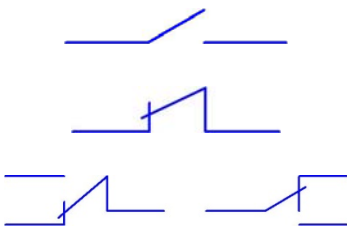
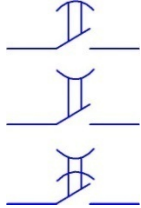

- 1) Как корректировать показание термопары при изменении температуры ее холодных спаев?
- 2) Чем определяется номинальный ток измерительного шунта?
- 3) Как подобрать тип шунта и прибора для измерения тока, если известно его ориентировочное значение?

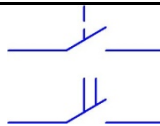
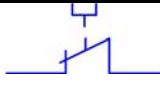
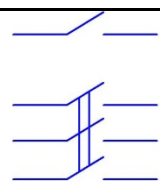
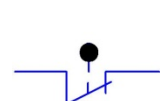
1.5.4 По натурным образцам изучить конструкцию и принцип действия коммутирующих элементов, изобразить их (по ГОСТ). Обозначение элементов на принципиальных электрических схемах приведено в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Условные графические обозначения, наиболее широко применяемые в принципиальных электрических схемах проектов автоматизации

Наименование	Обозначение	Буквенные коды
1	2	3
Трехфазный электродвигатель с короткозамкнутым ротором		M
Обмотка последовательного возбуждения машины постоянного тока		L
Обмотка параллельного возбуждения машины постоянного тока		L
Ротор с обмоткой, коллектором и щетками		M
Обмотка а) трансформатора, автотрансформатора, б) дросселя, в) магнитного усилителя	а, б)  в) 	T, TA, TB L, LL
Сердечник (магнитопровод) а) ферромагнитный, б) ферромагнитный с воздушным зазором, в) немагнитный		
Предохранитель пробивной		F, FV
Предохранитель плавкий		F, FU
Резистор постоянный (общее обозначение)		R

1	2	3
<p>Резистор переменный (реостат) а) с разрывом цепи б) без разрыва цепи</p>		<p>R</p>
<p>Резистор регулируемый (потенциометр)</p>		<p>R, RP</p>
<p>Терморезистор (термистор)</p>		<p>R, RK</p>
<p>Конденсатор постоянной емкости</p>		<p>C</p>
<p>Конденсатор электролитический</p>		<p>C</p>
<p>Диод</p>		<p>V, VD</p>
<p>Триодный незапираемый тиристор с управлением а) по катоду б) по аноду</p>		<p>V, VT</p>
<p>Однофазная мостовая выпрямительная схема (условное графическое обозначение)</p>		<p>V, VD</p>
<p>Лампа накаливания а) осветительная б) сигнальная</p>		<p>E, EL H, HL</p>
<p>Выключатель кнопочный нажимный а) с замыкающим контактом б) с размыкающим контактом</p>		
<p>Переключатель однополюсный многопозиционный</p>		

1	2	3
Катушка электромеханического устройства, контактор магнитный, пускатель		
Катушка электромеханического устройства с двумя обмотками		
Катушка поляризованного электромеханического устройства		К,КР
Катушка электромеханического устройства, работающего с замедлением: а) при срабатывании б) при отпускании		К
Воспринимающая часть электротеплового реле		К,КК
Шунт измерительный		R,RS
Контакты коммутационного устройства: а) замыкающий б) размыкающий в) переключающий		Идентично обозначению катушек
Контакты с замедлителем, действующим: а) при срабатывании б) при возврате в) при срабатывании и возврате		Идентично обозначению катушек
Контакт с автоматическим возвратом при перегрузке		Q, QF

1	2	3
Контакт с механической связью		
Контакт электротеплового реле при разнесенном способе изображения реле		К, КК
Выключатель а) однополюсный б) трехполюсный		S, SA
в) путевой		S, SQ

1.6 ПРИМЕР ЗАПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

Вычислить термо-ЭДС и построить статическую характеристику термопары платиноиридий-платина:

$$E_{\text{ни-н}} = E_{\text{ни}} - E_{\text{н}} = 13 - 0 = 13 \text{ мкВ}/^{\circ}\text{C} \quad (1.2)$$

Принимая температуру холодных спаев термопары за 0°C , строим зависимость $E_{\text{ни-н}} = f(t^{\circ}\text{C})$ (рисунок 1.6).

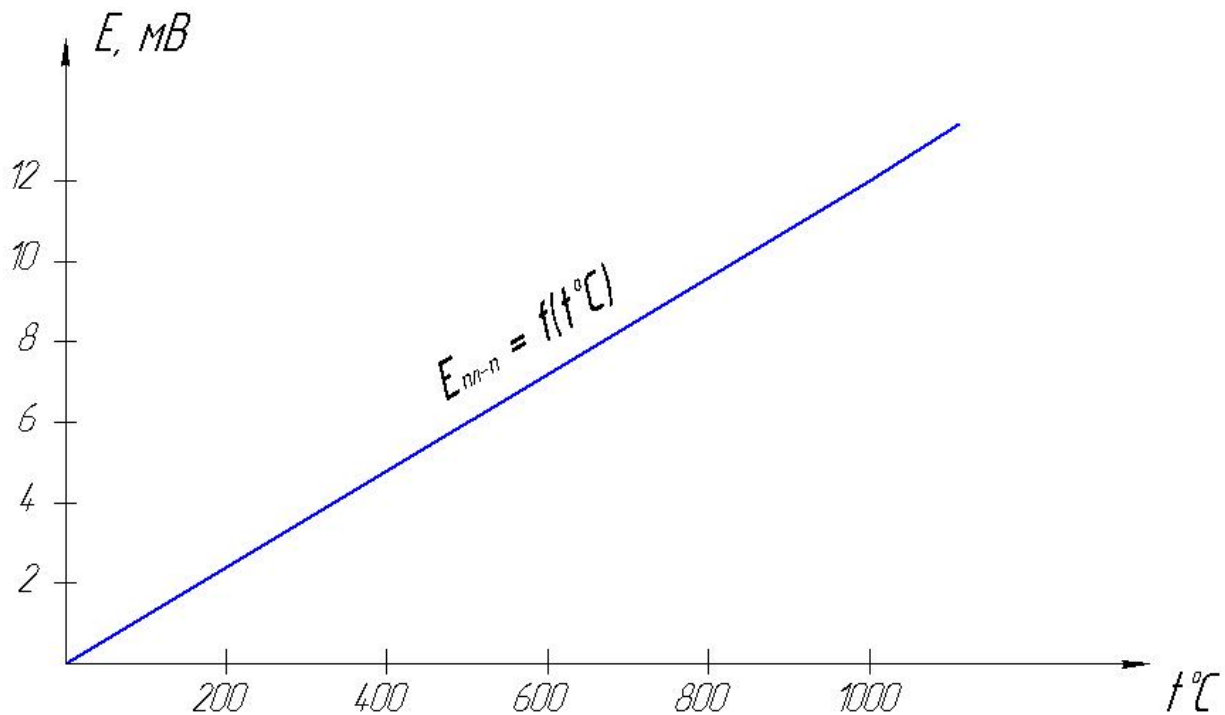


Рисунок 1.6 – Статическая характеристика термопары

Определить значение тока в сварочной цепи с шунтом 100А/75мВ. Предел измерений милливольтметра – 100мВ, градуировка – 150дел., показания прибора – 50 дел. Находим напряжение на шунте:

$$U_{\text{ш}} = \frac{100 \cdot 50}{150} = 33 \text{ мВ.}$$

Поскольку напряжение на шунте прямо пропорционально сварочному току, а при 100 А на нем падает 75 мВ, то искомая величина:

$$I_{\text{св}} = \frac{100 \cdot 33}{75} = 44 \text{ А.}$$

В отчете также необходимо отразить назначение, устройство и принцип работы изучаемых элементов, сопровождая описание соответствующими иллюстрациями и используя обозначения таблицы 1.3.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 (4 часа)

«ИЗУЧЕНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ»

Цель работы: ознакомиться с элементами устройства и системой в целом, изучить функциональную и электрическую схемы, исследовать основные характеристики системы автоматического регулирования температуры.

2.1 ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ

- 1) автоматический потенциометр КСП-3;
- 2) Термопара ПП-1;
- 3) Печь Таммана с силовым контактором и промежуточным реле.

2.2 АВТОМАТИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Для измерения и контроля температуры в качестве датчиков широкое распространение получили термоэлектрические преобразователи (термопары) благодаря возможности измерения широкого диапазона температур, простоте устройства и надежности в работе. Чаще всего применяют термопары платинородий-платина (чувствительность $S=12\text{мкВ}/^\circ\text{C}$, предельная температура $t_{np}^o=1600^\circ\text{C}$), хромель-копель ($S=65\text{мкВ}/^\circ\text{C}$, $t_{np}^o=800^\circ\text{C}$), хромель-алюмель ($S=41,5\text{мкВ}/^\circ\text{C}$, $t_{np}^o=1300^\circ\text{C}$). Характеристики термопар, представляющие собой зависимость термо-ЭДС от измеряемой температуры, в общем случае, нелинейны, отклонения достигают 5%. Обычно термопары помещают в защитную стальную или керамическую трубку, резко увеличивающую ее инерционность (до нескольких минут). Недостатком термопар является также невысокая чувствительность, приводящая к необходимости применения измерительных схем.

В потенциометре КСП-3 применяются компенсационная измерительная схема (рисунок 2.1) с использованием стабилизированного источника питания СИП. Рассмотрим баланс напряжений в контурах: термопара ТП – реохорд R – вибропреобразователь ВП и СИП- R . Общим элементом цепей является участок реохорда X , падение напряжения на котором U_x пропорционально «длине» участка. Напряжение на преобразователе $U_{ВП}$ определяется:

$$U_{ВП} = E_{ТП} - U_x, \quad (2.1)$$

где $E_{ТП}$ - термо-ЭДС термопары.

В случае баланса напряжений (с учетом полярности) составляющие компенсируют друг друга и $U_{ВП} = 0$.

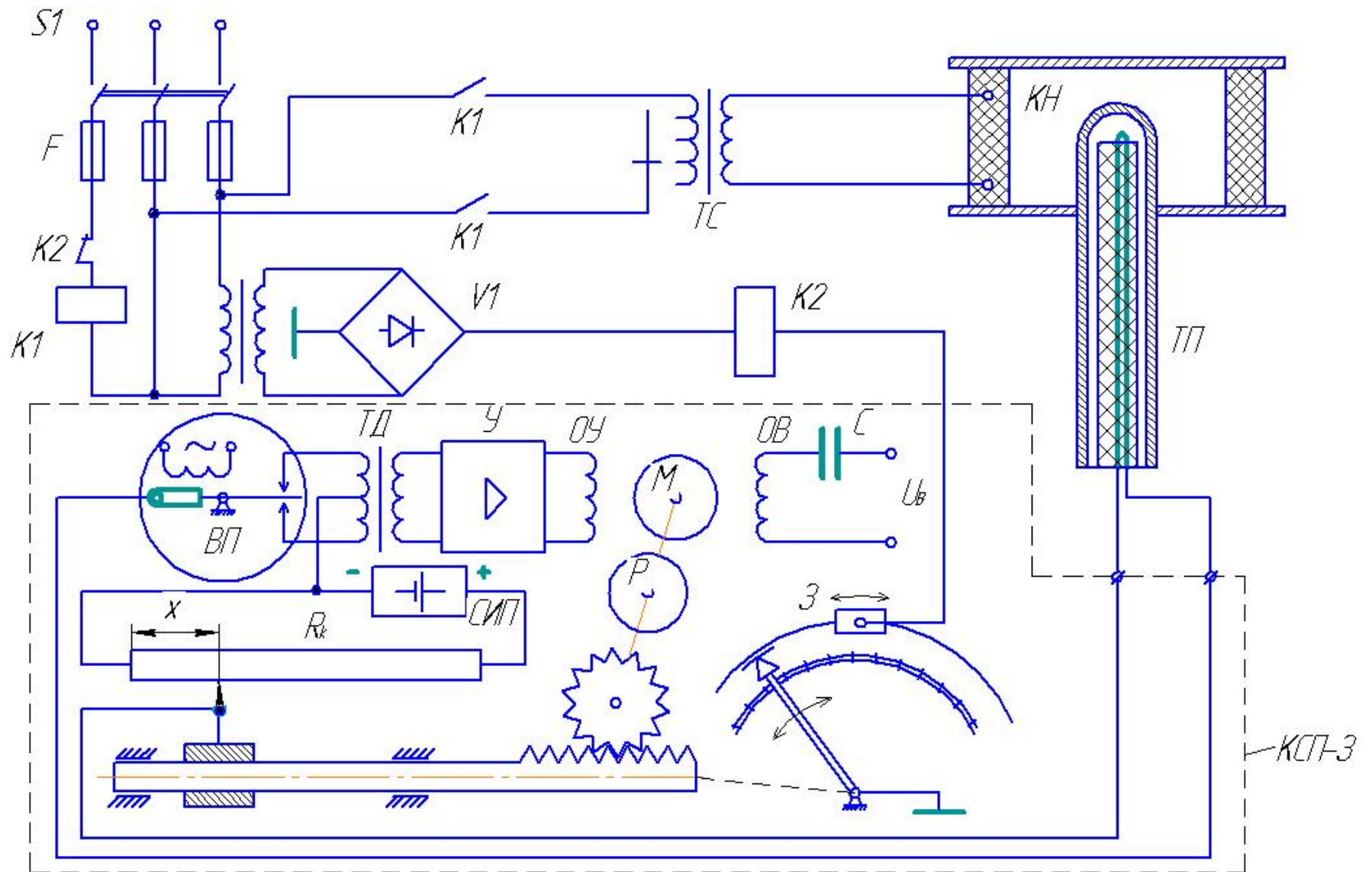


Рисунок 2.1 – Система автоматического измерения и регулирования температуры

При этом положение движка реохорда (кинематически связанного со стрелкой) соответствует некоторому значению температуры.

Для автоматизации процесса измерения в потенциометре применяется электродвигатель М. Сигнал с компенсационной схемы усиливается усилителем У. Транзисторные усилители постоянного тока с гальванической связью между каскадами имеют высокий дрейф выходного сигнала (при отсутствии входного), в пределах которого имеет место зона нечувствительности. С учетом низкой удельной термо-ЭДС термопар сигнал предварительно модулируют, преобразуя напряжение с помощью вибропреобразователя ВП.

Конструкция ВП аналогична поляризованному реле, на обмотку управления которого подается опорное напряжение сетевой частоты и фазы. При этом якорь электромагнита вибрирует, в результате чего подвижный контакт δ замыкается поочередно на неподвижные а и в, поочередно подавая напряжение $U_{\text{вых}}$ на части первичной обмотки дифференциального трансформатора ТД. При смене полярности входного сигнала меняется фаза выходного ($U'_{\text{вых}}$ и $U''_{\text{вых}}$). Диаграммы напряжений ВП приведены на рисунке 2.2.

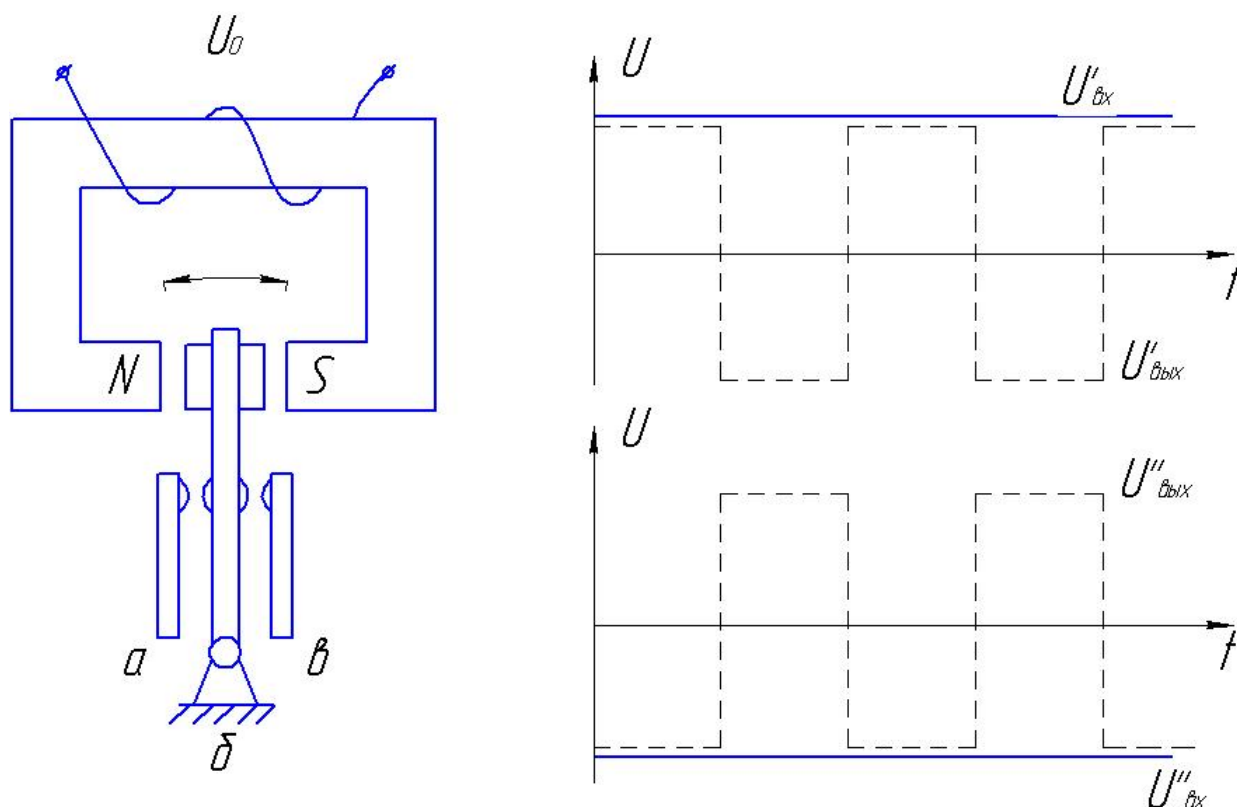


Рисунок 2.2 – Схема и диаграммы напряжений вибропреобразователя

Исполнительным механизмом системы автоматического измерения напряжения является реверсируемый электродвигатель переменного тока М с обмотками возбуждения ОВ и управления ОУ. Направление вращения двигателя определяется фазой напряжения в ОУ относительно опорного

напряжения в ОВ (сдвиг фазы 0° или 180°). Если $U_{\text{вп}} \neq 0$, то двигатель начинает вращаться, передвигая движок реохорда и стрелку по шкале потенциометра, находя автоматически положение нового баланса (рисунок 2.1).

Система автоматического регулирования (САР) температуры, кроме датчика (ТП) и потенциометра (измерительная схема) содержит: 1) объект регулирования – камеру нагрева КН (регулируемый параметр – температура t°) с нагревательным элементом; 2) исполнительный контактор К1, контакты которого находятся в цепи силового трансформатора ТС с секционированной первичной обмоткой; 3) задатчик температуры З – неподвижный контакт, положение которого соответствует требуемой температуре (рисунок 2.1).

Процесс регулирования происходит следующим образом: при включении системы цепь реле К2 разомкнута, и катушка контактора находится под напряжением, обеспечивая нагрев печи. Нагрев идет при непрерывном измерении температуры. При замыкании подвижного контакта, перемещающегося вместе со стрелкой с неподвижным (задатчиком), срабатывает реле К2, отключая контактор К1 и ТС, печь остывает. Размыкание подвижного и неподвижного контактов приводит к повторному включению печи.

2.3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

2.3.1 Ознакомиться с составом и принципом действия лабораторной установки.

2.3.2 После достижения объектом регулирования стационарного состояния произвести настройку температуры на $100\text{-}200^\circ\text{C}$ выше (имитация ступенчатого возмущения из-за внесения в рабочую зону массивного холодного тела).

2.3.3 Произвести запись изменения температуры во времени, пока не будет достигнуто новое стационарное состояние (2...3 периода колебания температуры).

2.3.4 По графику $t^\circ=f(\tau)$ установить основные параметры качества регулирования: статическую ε и динамическую σ ошибки и время регулирования T_r .

Статическая ошибка определяется величиной отклонения регулируемого параметра (среднего значения $t^\circ_{\text{ср}}$) от заданного ($t^\circ_{\text{ном}}$) для установившегося режима (рисунок 2.3).

Динамическая ошибка определяется относительной величиной максимального отклонения регулируемого параметра ($\Delta t^\circ_{\text{max}}$) от заданного значения в переходном процессе:

$$\sigma = \frac{\Delta t^\circ_{\text{max}}}{t^\circ_{\text{ном}}} \cdot 100\% \quad (2.2)$$

Время регулирования – это интервал времени от момента приложения ступенчатого воздействия до момента, когда фактическое отклонение

температуры от заданного значения не превышает допустимого (условно $\delta = \pm 20^\circ\text{C}$).

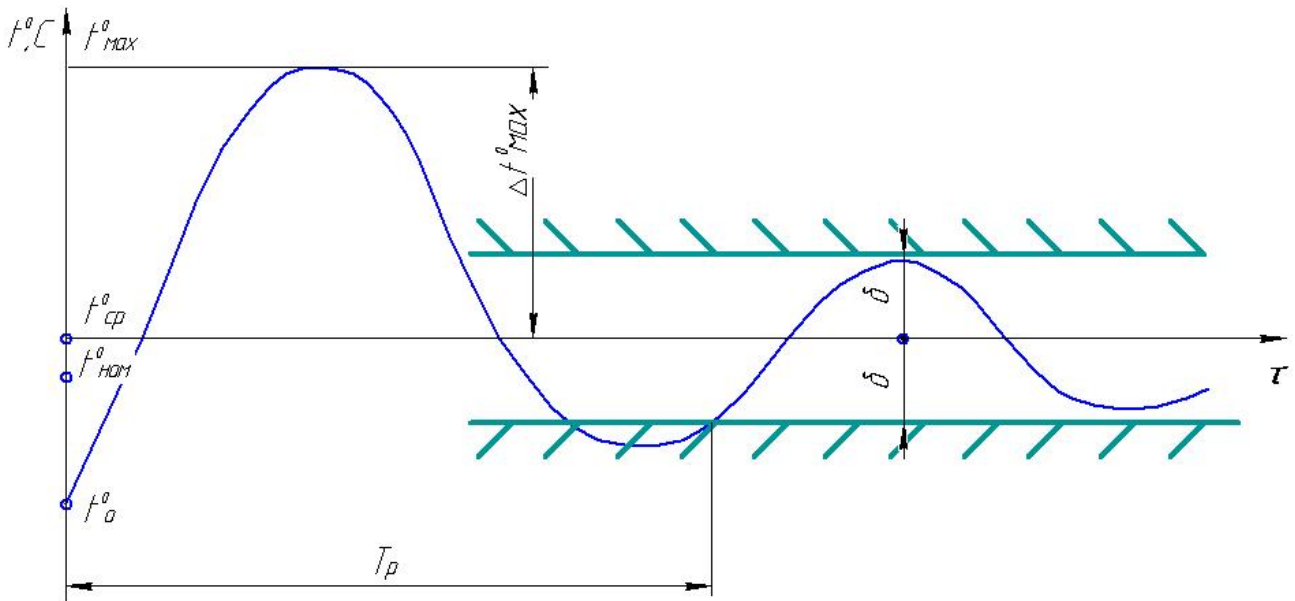


Рисунок 2.3 – График переходного процесса

2.3.5 Объяснить характер зависимости $t^o = f(\tau)$ и предложить методы снижения ε и σ с учетом инерционности элементов САУ.

2.3.6 Содержание отчета (оформляется индивидуально): цель работы, схема устройства, описание работы автоматической системы, результаты экспериментов, выводы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 (8 часов)

«ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ НА ДУГЕ (АРНД)»

Цель работы: изучение принципа действия системы АРНД и электрической схемы сварочного автомата АДС-1000-2. Исследование статических и динамических свойств системы АРНД.

3.1 ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ

- 1) стенд-схема системы АРНД на базе автомата АДС-1000-2.
- 2) электросекундомер.
- 3) регулируемый выпрямитель.
- 4) штангенциркуль.
- 5) регистрирующие приборы – запоминающий осциллограф С1-13, амперметр, вольтметр.

3.2 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ УПРОЩЕННОЙ СХЕМЫ АВТОМАТА АДС-1000-2, ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ АРНД

Автоматы с АРНД применяют в тех случаях, когда предъявляются повышенные требования к стабильности напряжения дуги, например – при наплавке легированного слоя под керамическим флюсом. Упрощенная электрическая схема автомата АДС-1000-2 приведена на рисунке 3.1. Через пакетный выключатель ПВ напряжение сети подается на трехфазный двигатель М, вращающий роторы генераторов каретки ГК и подачи проволоки ГП, трансформатор цепей управления Т₁. В режиме настройки замыкание электродной проволоки на изделие осуществляется нажатием кнопки «вниз» **S2**, при этом напряжение со вторичной обмотки Т₁ через нормально замкнутые контакты К 2.5, выпрямитель V5 – V8 подается на обмотку возбуждения w_2 генератора ГП, напряжение на w_1 отсутствует, и полярность вырабатываемого ГП напряжения соответствует подаче проволоки вниз с максимальной скоростью. При необходимости подъема проволоки нажимается кнопка **S5** «вверх», при этом напряжение с Т₁ через выпрямитель V1 – V4 подается на обмотку w_1 ГП.

Вдоль линии шва автомат перемещается посредством двигателя постоянного тока МК, якорь которого питается напряжением генератора каретки ГК. Плавное регулирование скорости сварки производится путем изменения напряжения возбуждения ГК с помощью потенциометра РСК.

В рабочем режиме при нажатии кнопки **S3** «пуск» запитывается катушка реле К 1 от вторичной обмотки Т₁. Реле К 1 срабатывает и своими контактами К 1.1. ставится на самопитание, К 1.2 запитывает катушку магнитного силового пускателя К 2, К 1.3 подает напряжение генератора ГК на МК. Контакт К 2, в

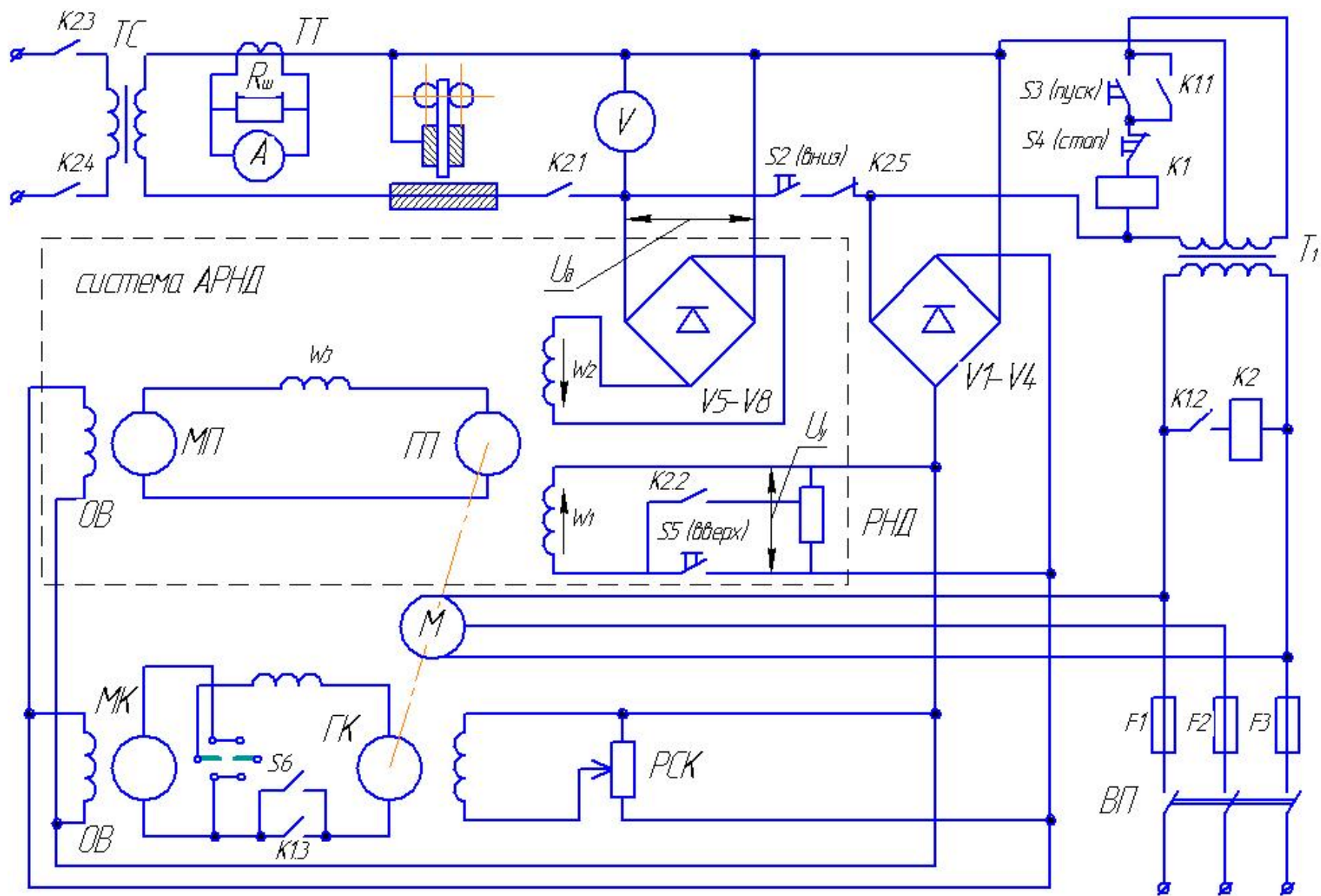


Рисунок 3.1 – Упрощенная принципиальная схема автомата АДС-1000-2

свою очередь, своими нормально разомкнутыми контактами К 2.3 и К 2.4 подключает сварочный трансформатор ТС к силовой сети, К 2.1 подает напряжение дуги на выпрямитель V1 – V4 и далее на обмотку возбуждения w_2 ГП, а нормально замкнутые контакты К 2.5 одновременно отключают эту цепь от Т₁, контактами К 2.2 подается часть напряжения (величина определяется положением движка потенциометра РНД) с V1 – V4 на w_1 ГП.

Стабилизация напряжения дуги осуществляется путем принудительного изменения скорости подачи электрода V_n , которая определяется полярностью и напряжением на якоре двигателя МП, питаемого от генератора ГП. Напряжение на якоре генератора ГП зависит от разницы магнитных потоков $\Phi_1 - \Phi_2$, наводимых в обмотках w_1 и w_2 . В начальный момент времени, когда проволока закорочена на изделие, $\Phi_2 -$ мало, $\Phi_1 -$ преобладает, и двигатель МП начинает отрывать электрод от изделия, зажигается дуга, напряжение которой с увеличением длины возрастает, что приводит к росту Φ_2 . При равенстве Φ_1 и Φ_2 двигатель останавливается, с дальнейшим ростом Φ_2 он реверсируется и начинает подавать проволоку в зону сварки. В установившемся режиме $\Phi_2 > \Phi_1$ на некоторую величину $\Delta\Phi_0$, определяющего значение V_n . При появлении возмущения по напряжению дуги $\Delta U_d > 0$ поток $\Phi_2 -$ увеличится, увеличится и разность $\Delta\Phi_0$, что, в свою очередь, повысит V_n . Торцы электрода будут приближаться к изделию, уменьшая длину дуги l_d и снижая U_d . Величина стабилизируемого напряжения определяется напряжением уставки (задатчика) U_y . ГП для повышения динамических качеств автомата снабжен третьей обмоткой возбуждения w_3 , магнитный поток которой действует согласно с более сильным, в данный момент, потоком Φ_1 или Φ_2 .

На рисунке 3.2 приведена функциональная схема системы АРНД.

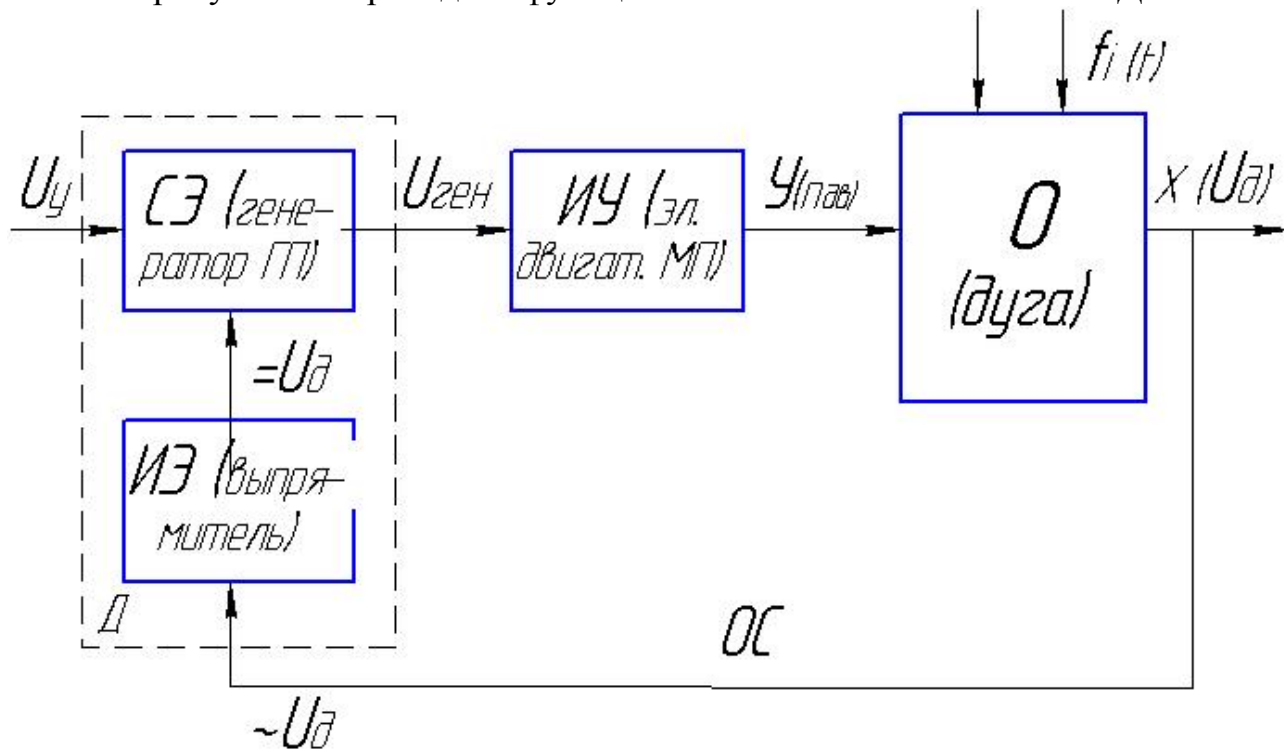


Рисунок 3.2 – Функциональная схема системы АРНД

Сигнал обратной связи регулируемого параметра U_d (X) поступает на измерительный элемент, функцию которого выполняет выпрямитель V5 – V8 (на рисунке 3.1). Выпрямленное напряжение дуги $= U_d$ поступает на одну из обмоток возбуждения ГП, на другую обмотку которого подается напряжение уставки U_y , в генераторе эти напряжения сравниваются (т.е. он выполняет функцию сравнивающего устройства), сигнал разбаланса усиливается за счет магнитного потока Φ_3 и подается на исполнительное устройство (МП), регулирующим воздействием которого на объект (дугу) является изменение скорости подачи проволоки.

3.3 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ И ПОРЯДОК ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

3.3.1 Изучить принцип действия системы АРНД и электрическую схему автомата АДС-1000-2.

3.3.2 Исследовать влияние величины и соотношения напряжений дуги U_d и U_y на скорость подачи электродной проволоки. Для этого заправить проволоку в подающий узел автомата, откорректировать и измерить начальный вылет электрода l_0 (в зависимости от ожидаемого направления подачи проволоки $l_0 = 20 \dots 200$ мм), подать от регулируемого выпрямителя некоторое напряжение, имитирующее напряжение дуги, регулятором «напряжение дуги» выставить напряжение уставки, включить автомат.

Скорость подачи проволоки определить по зависимости:

$$V_{\Pi} = \frac{l_t - l_0}{t}, \quad (3.1)$$

где l_t - вылет электродной проволоки после отключения автомата через время t (2...5с), измеряемого электросекундомером.

Построить графические зависимости $V_{\Pi} = f(U_d)$ при нескольких значениях U_y (20, 30, 40 дел.)

Обосновать на основании экспериментальных данных величину и направление результирующего магнитного потока возбуждения ГП.

3.3.3 Исследовать динамические свойства системы АРНД.

Дуговое сопротивление имитируется реостатом, ползунок которого с помощью тяги связан с механизмом подачи проволоки автомата. На реостат с помощью регулируемого выпрямителя подать напряжение 40В. Отметить среднее значение напряжения «дуги» и положение ползунка реостата в установившемся режиме при некоторой настройке РНД.

Выключить автомат, изменить положение движка реостата в режиме холостого хода, снова включить автомат и проследить за восстановлением U_d . Дать объяснение принципу отработки возмущения.

Повторить предыдущий опыт при новой установке РНД. Дать объяснение тому, что новое установившееся значение отлично от предыдущего.

Скачком (резко) поднять напряжение выпрямителя на 5...10В (имитация возмущения по U_{xx} источника питания) и зафиксировать с помощью осциллографа параметры переходного процесса:

t (время регулирования) и параметры установившегося состояния: $U_{\delta}^{ст}$, ε_0 (статическая ошибка) (рисунок 3.3).

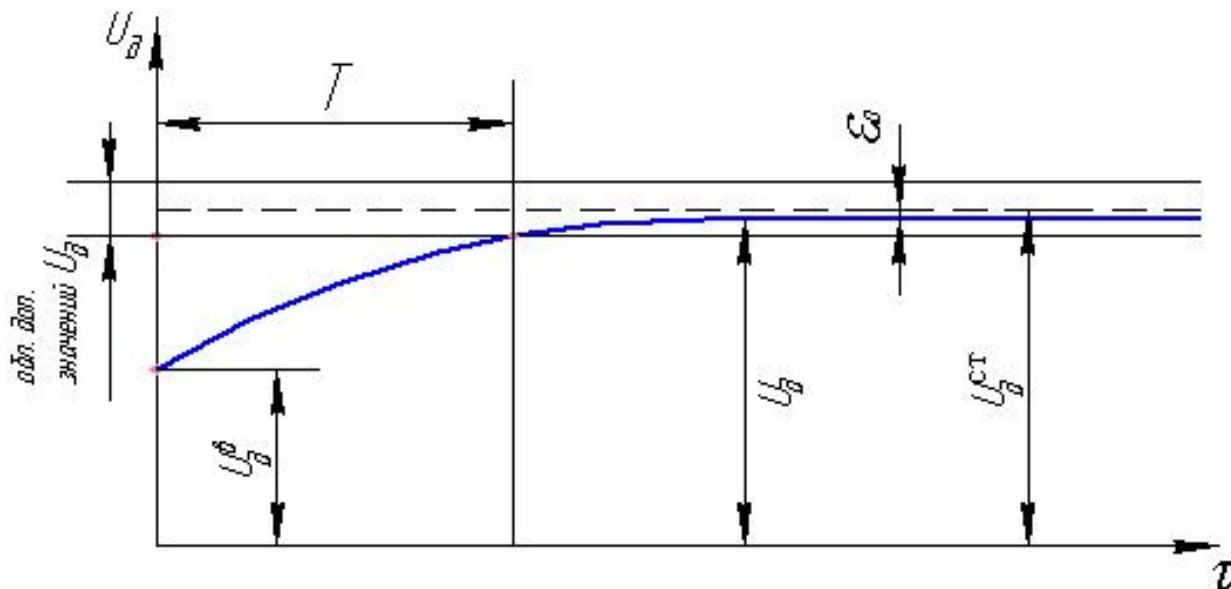


Рисунок 3.3 – Осциллограмма переходного процесса

Статическая ошибка ε_0 определяется как разность между стационарным значением напряжения дуги $U_{\delta}^{ст}$, полученным продолжительной выдержкой системы до приложения возмущения, и установившимся значением напряжения U_{δ} после отработки возмущения.

Время регулирования τ равно промежутку времени от момента приложения возмущения до момента, когда текущее значение U_{δ} входит в пределы допускаемых его значений ($\pm 1В$).

3.4 ПЛАН ОТЧЕТА

3.4.1 Цель работы, краткое описание электрической схемы АДС-1000-2 и функциональной схемы АРНД с соответствующими рисунками.

3.4.2 Результаты исследования влияния величины и соотношения U_{δ} и U_y на V_n .

3.4.3 Результаты исследования динамических свойств системы АРНД.

3.4.4 Выводы по экспериментальной части работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 4 (4 часа)

«ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАШИННОГО ПРИВОДА СВАРОЧНЫХ УСТАНОВОК»

Цель работы: изучить устройство электромашинного привода с автоматической стабилизацией числа оборотов двигателя, электрическую и монтажную схему привода, основные характеристики привода, возможные неисправности, методы их обнаружения и устранения.

4.1 ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ

- 1) стенд с электромашинным приводом;
- 2) механический тахометр;
- 3) нагрузочное устройство;
- 4) набор электроизмерительных приборов.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 4.2.1 Ознакомиться с основными элементами электромашинного привода.
- 4.2.2 Изучить отличительные особенности привода с автоматической стабилизацией числа оборотов двигателя.
- 4.2.3 Выполнить эскизирование компоновки привода с указанием основных его элементов.
- 4.2.4 Начертить электрическую схему привода.
- 4.2.5 Составить блок-схему привода с указанием функционального назначения каждого из блоков.
- 4.2.6 Изучить порядок включения стенда с электромашинным приводом и его работу.
- 4.2.7 Включить привод и проследить за его работой при различных режимах нагрузки.
- 4.2.8 Исследовать зависимость числа оборотов (n , об/мин) двигателя (M_2) от величины момента нагрузки (M_H). Построить график: $n = f(M_H)$.
- 4.2.9 Выполнить имитацию возможных неисправностей привода, отработать методы их обнаружения и устранения.

4.3 ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРИВОДА

Электромашинный привод включает в себя следующие основные блоки (рисунок 4.1):

- блок электромашинного усилителя из асинхронного трехфазного мотора $M-1$ и генератора постоянного тока Γ с обмотками возбуждения и управления $ОВГ1$ и $ОВГ2$;
- блок командных реле $K1$, $K2$ и $K3$;

- блок мотора М2 и тахогенератора ТГ (датчика числа оборотов);
- блок питания Г1 с выпрямителем V1...V4 и 5 – пульт управления S1, S2, S3.

Электромашинный усилитель «М1 – Г» (или ЭМУ) включается в сеть контактором К1 через группу предохранителей F1... F3. Нагрузкой ЭМУ служит мотор привода М2, который может быть использован для вращения детали или перемещения сварочного аппарата в процессе сварки. Одновременно мотор М2 связан с тахогенератором «ТГ» (датчиком числа оборотов), что позволяет образовать обратную связь между объектом (например, вращающимся столом сварочного манипулятора) и собственно приводом. В качестве датчика числа оборотов используется потенциометр R1. Для визуального контроля числа оборотов мотора М2 используется вольтметр V1, подключаемый к зажимам техгенератора «ТГ» через контакты реле К2 и К3.

Включение привода в работу производится пакетным выключателем ВП. При этом мотор М1 приводит во вращение якорь генератора Г. Управление напряжением генератора Г осуществляется через обмотки ОБГ1 и ОБГ2. Включение мотора М2 осуществляется путем подачи напряжения от генератора Г. Для этого нажимается одна из кнопок S2 или S3, в зависимости от требуемого направления вращения. Установка требуемого числа оборотов осуществляется движком потенциометра R1. Выключение вращения М2 осуществляется нажатием кнопки «стоп» S1.

Без включения тумблера В сигнала (Φ_2) с обмотки ОБГ2 – нет, поэтому постепенное механическое нагружение трением мотора М2 закономерно приводит к снижению скорости его вращения ввиду отсутствия регулирующего воздействия.

После включения В1 появляется дополнительный поток возбуждения Φ_2 с обмотки ОБГ2, направленный против основного потока Φ_1 с обмотки ОБГ1. После компенсации потери потока возбуждения (регулируванием R₁) скорость вращения соответствует номинальному значению. Нагружение привода все-таки приводит к уменьшению числа оборотов, однако, в отличие от предыдущего случая, в результате уменьшения Φ_2 в уравнении $\Phi = \Phi_1 - \Phi_2$, общий магнитный поток Φ увеличивается и, за счет увеличения напряжения генератора Г, играющего роль регулирующего воздействия, снижение n существенно меньше.

4.4 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

Построить график $n = f(M_n)$ при наличии и отсутствии обратной связи (включенный и отключенный тумблер В). Определить изменение нагрузочной способности привода (предельной нагрузки), задаваясь допустимым отклонением скорости вращения (скорости сварки) 10% от номинальной.

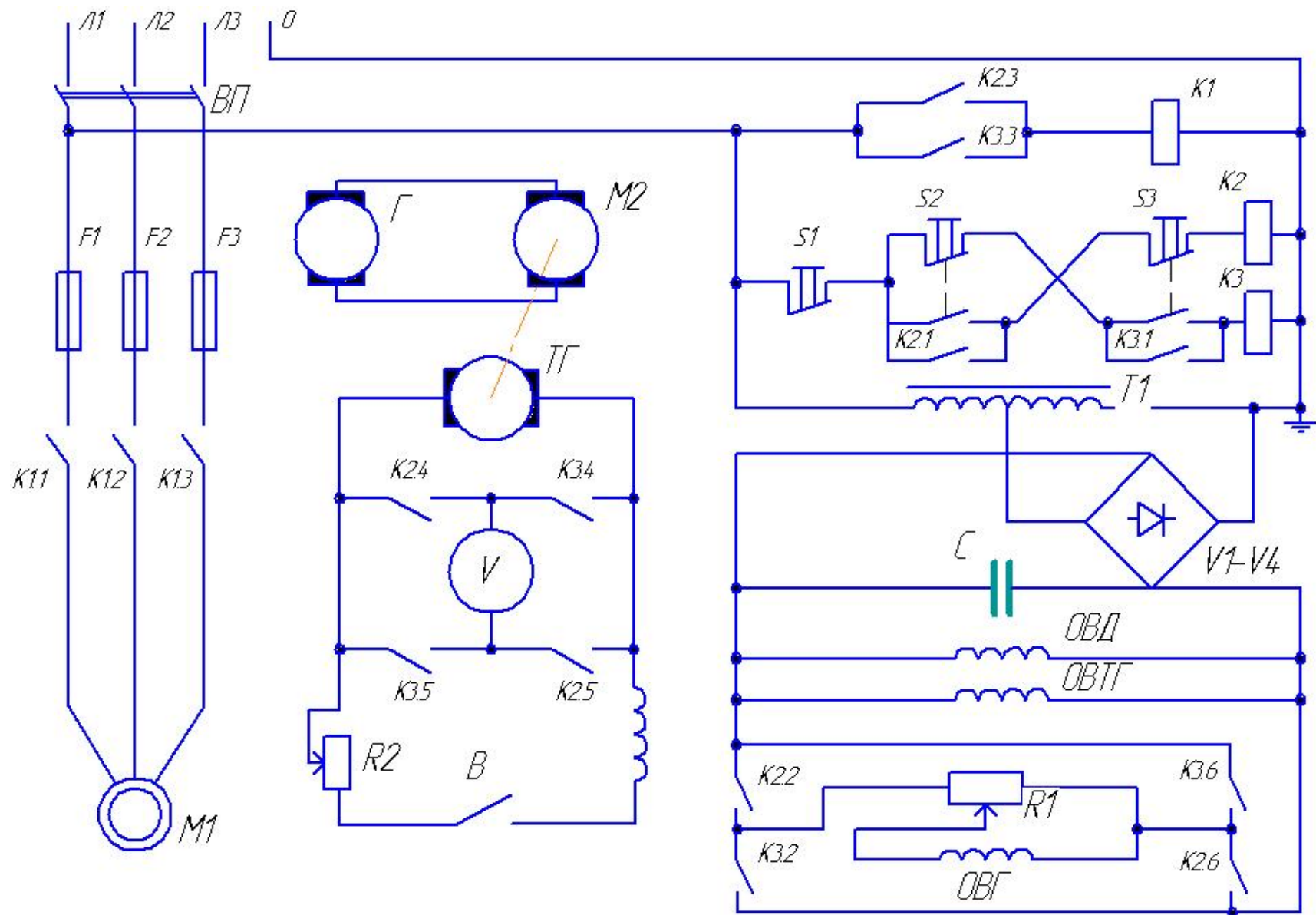


Рисунок 4.1 – Электрическая схема привода

4.5 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 4.5.1 Цель работы, ее содержание, описание оборудования и приборов.
- 4.5.2 Электрическая схема электромашинного привода.
- 4.5.3 Технический рисунок компоновки привода.
- 4.5.4 Описание назначения и работы привода.
- 4.6.5 Результаты исследования характеристик привода.
- 4.6.6 Перечень основных неисправностей и методов их устранения.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 5 (4 часа)

«ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ДАТЧИКОВ КОРРЕКЦИИ ПОЛОЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОДА»

Цель работы: изучение принципа работы и конструкций электромагнитных датчиков, применяемых в автоматизации сварочных процессов. Исследование статических характеристик датчиков, определение их чувствительности.

5.1 ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ

- 1) электромагнитные датчики дистанции и поперечной коррекции электрода при дуговой сварке.
- 2) стенд для исследования характеристик датчиков.
- 3) генератор сигналов ГЗ-34.
- 4) милливольтметр ВЗ-38А.
- 5) двухлучевой осциллограф.

5.2 КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ДАТЧИКОВ

5.2.1 Датчики поперечной коррекции электрода для дуговой сварки.

Индуктивный датчик – (принцип действия основан на изменении индуктивного сопротивления катушек) содержит две индикаторные катушки, расположенные на полюсах П-образного магнитопровода (рисунок 5.1) и включенные встречно-последовательно в цепь питания генератора Г. Магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 катушек замыкаются на металл детали. Когда зазор в стыке находится на одинаковом расстоянии от катушек, магнитные потоки Φ_1 и Φ_2 и сопротивления катушек Z_1 и Z_2 равны. Напряжение на дифференциальном выходе (клеммы 1-3) датчика равно 0. Если датчик сместится вправо, то сопротивление левой катушки Z_1 - возрастает, а правой - Z_2 уменьшится. Знак и величина рассогласования $\Delta Z_1 = Z_1 - Z_2$ выявляются дифференциальной измерительной схемой. Применение датчиков такого типа требует высокой точности сборки ввиду чувствительности к превышению свариваемых кромок.

Более перспективны, в практическом применении, индукционные датчики (принцип работы основан на изменении коэффициента трансформации). Они представляют собой устройство, состоящее из 2 систем обмоток, одна из которых (задающая) питается переменным током, а другая является индикаторной (рисунок 5.2).

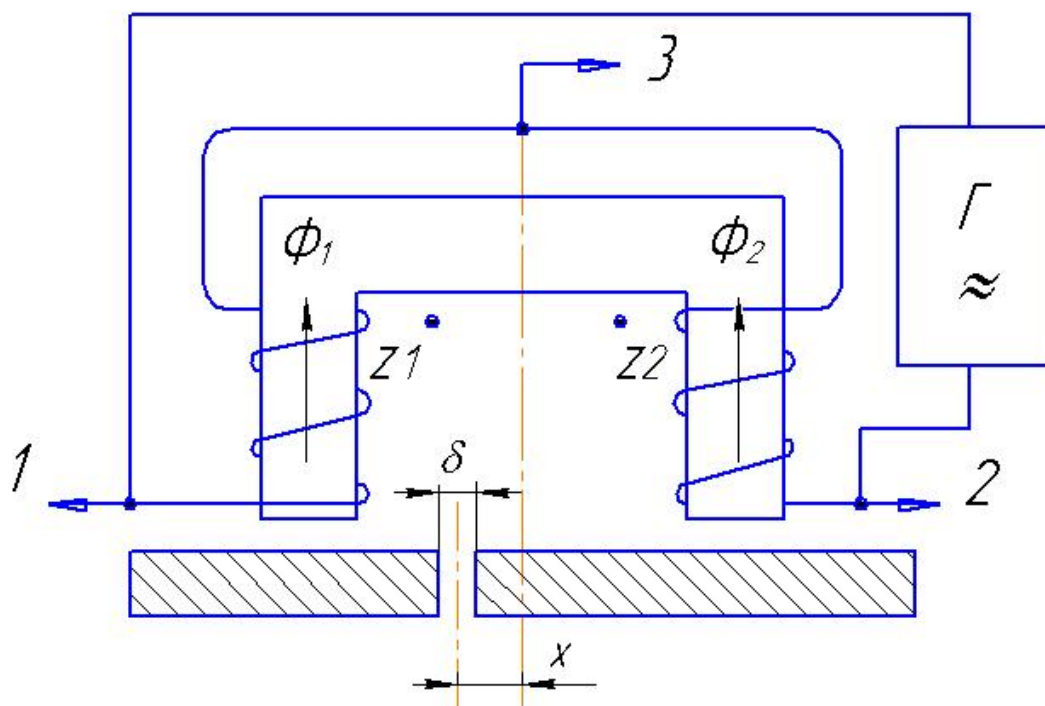


Рисунок 5.1 – Индуктивный датчик поперечной коррекции электрода

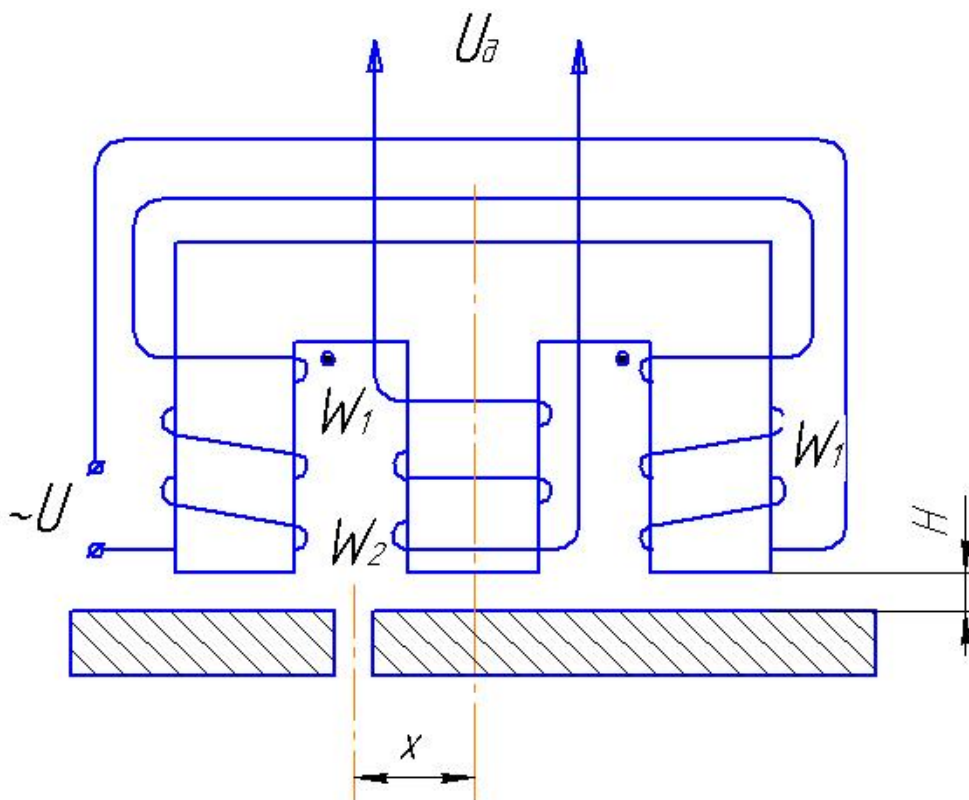


Рисунок 5.2 – Индукционный датчик поперечной коррекции электрода

На крайних стержнях Ш-образного магнитопровода закреплены первичные обмотки W_1 . Вторичная обмотка размещена на среднем стержне. Включение обмоток таково, что их магнитные потоки в среднем стержне противоположны по направлению. Величина этих потоков зависит от

магнитного сопротивления их цепей на участках металла свариваемой детали. Если датчик расположен симметрично относительно стыка кромок ($x=0$), то потоки от обмоток W_1 и W_2 уравниваются друг друга, и выходной сигнал датчика отсутствует. С появлением смещения магнитный поток части обмотки W_1 , ближе расположенный к стыку, будет меньше, чем поток другой части, из-за действия на ее магнитную цепь сопротивления воздушного зазора. В результате на выходе датчика появляется напряжение, величина и фаза которого будут характеризовать смещение x . Следует отметить, что датчик сохраняет свои свойства при замене входа на выход. При этом сигнал датчика образуется как разность ЭДС, наводимых в крайних (уже выходных) обмотках.

Чтобы компенсировать влияние возможного превышения кромок свариваемого изделия, магнитопровод датчика можно выполнить из 3-х частей (рисунок 5.3) – центральной Ш-образной и двух боковых П-образных, отделенных от центральной немагнитными прокладками. На крайних магнитопроводах размещены дополнительные (компенсирующие) обмотки, соединенные встречно-последовательно со смежными измерительными обмотками. Сигнал на выходе компенсирующих обмоток зависит только от превышения кромок и компенсирует составляющую сигнала измерительных обмоток, зависящую от превышения кромок.

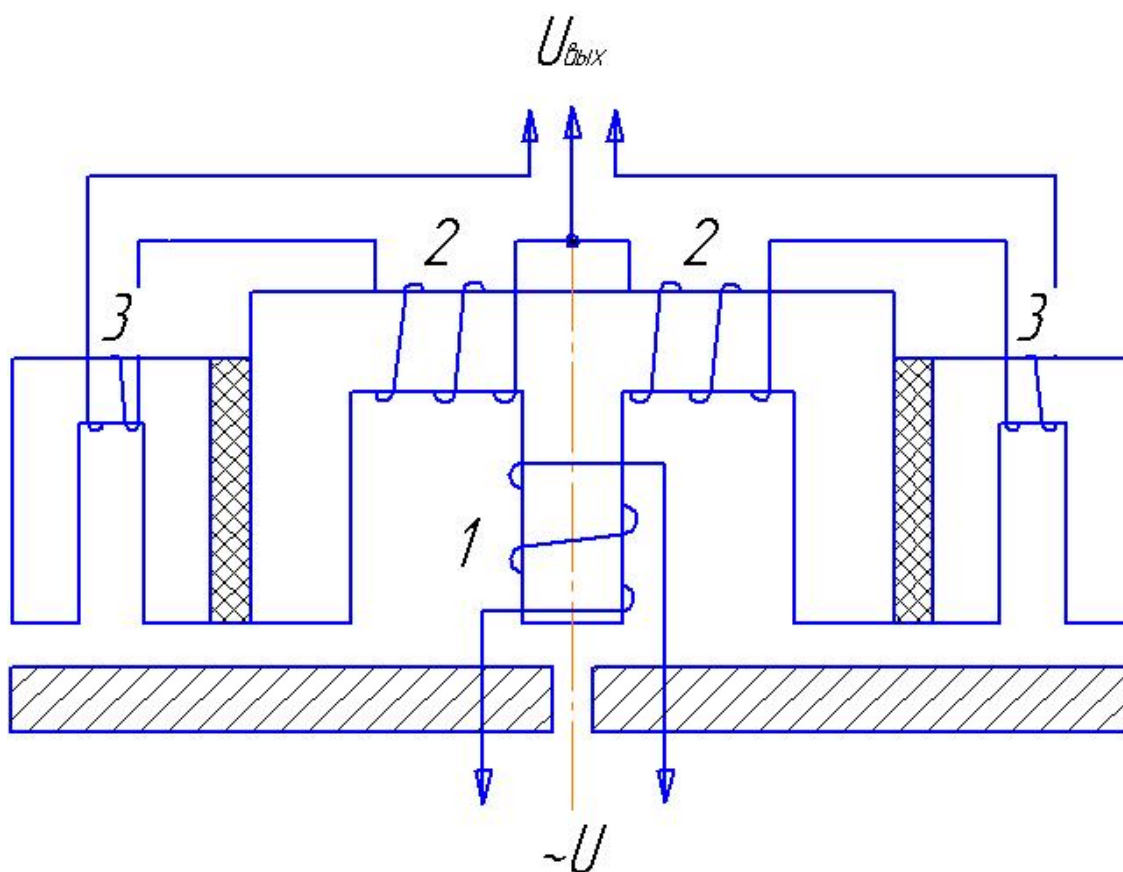


Рисунок 5.3 – Датчик поперечной коррекции электрода с компенсирующими обмотками

5.2.2 Датчики дистанции

Принцип действия этих датчиков основан на взаимосвязи величины воздушного зазора между магнитопроводом датчика и свариваемым изделием с коэффициентом трансформации датчика (с увеличением расстояния снижается коэффициент трансформации).

Датчик может содержать две катушки: задающая (первичная) и индикаторная (вторичная), расположенная на П-образном магнитопроводе (рисунок 5.4). Магнитный поток, образуемый первичной обмоткой, проходит через сердечник и деталь, вторичное напряжение ($U_{\text{вых}}$) зависит от расстояния между сердечником и заготовкой (H).

На рисунке 5.5 показан датчик на магнитопроводе двутавровой конфигурации. Две встречно включенные вторичные обмотки выдают зависящий от расстояния сигнал, фаза которого свидетельствует об увеличении или уменьшении дистанции по сравнению с дистанцией жестко установленного магнитного шунта.

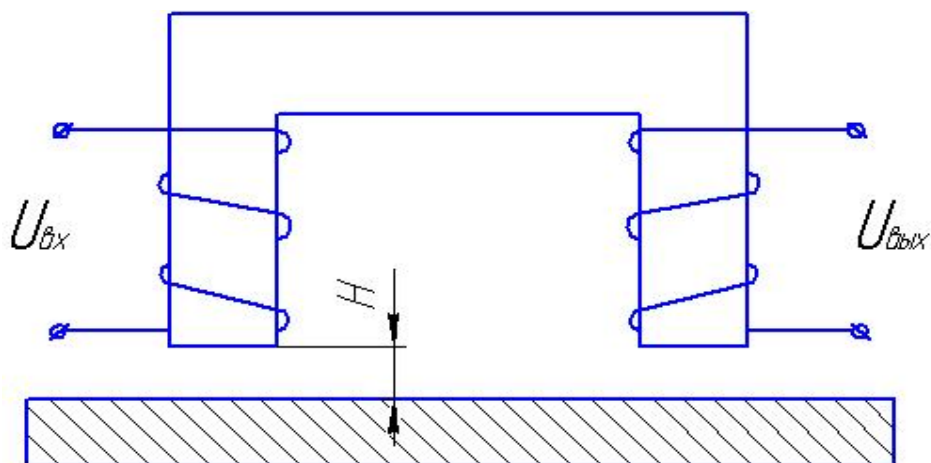


Рисунок 5.4 – Датчик дистанции с П-образным магнитопроводом

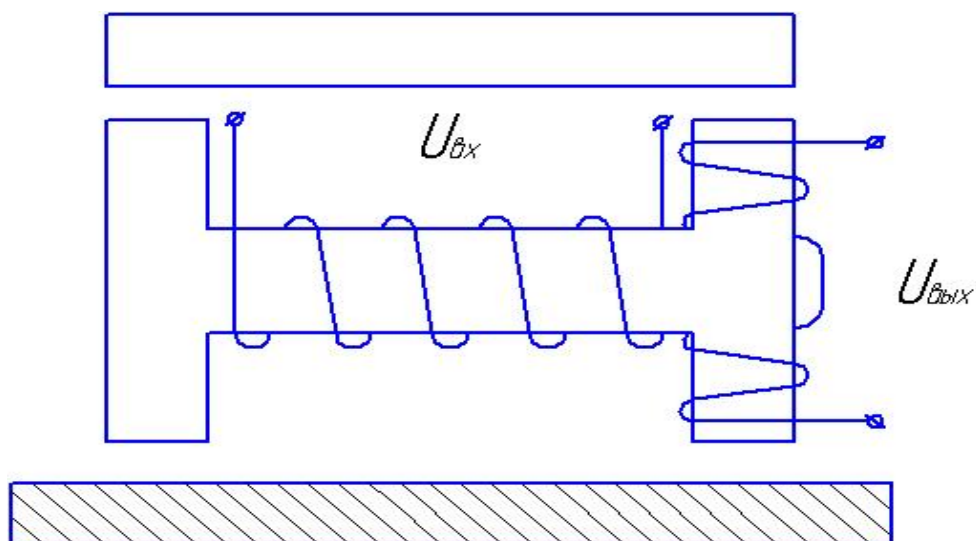


Рисунок 5.5 – Датчик дистанции с магнитным шунтом

В последнее время разработана гамма унифицированных по принципу действия бескаркасных датчиков положения стыкового соединения (рисунок 5.6 а), датчиков расстояния от поверхности изделия (рисунок 5.6 б) и комбинированных (рисунок 5.6 в), применяемых в сварочных роботах. В них магнитные потоки, создаваемые в катушках питания, в зависимости от ситуации, создают изменяющиеся потокосцепления с индикаторной обмоткой (или ее частями).

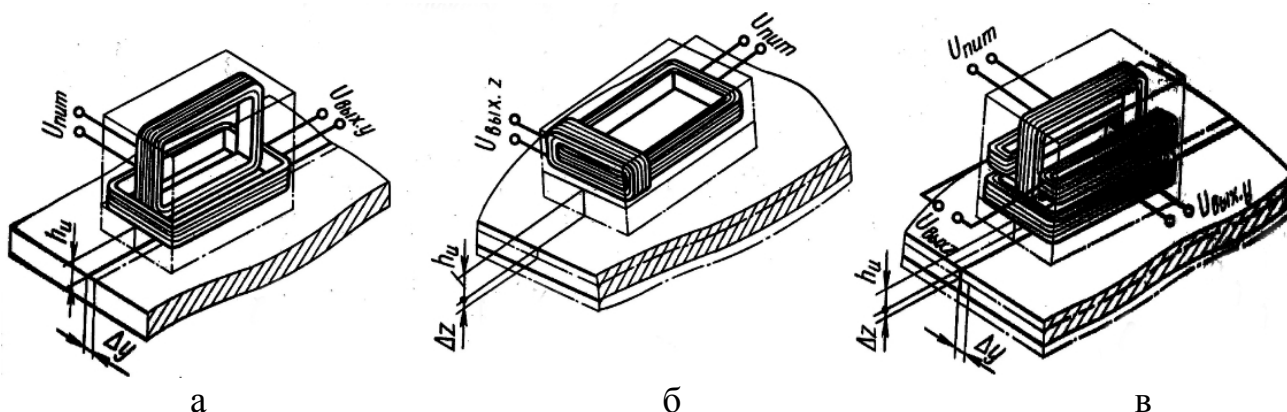


Рисунок 5.6 – Бескаркасные датчики поперечной коррекции и дистанции

5.3 СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ И ПОРЯДОК ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

5.3.1 По заданию преподавателя снять статические зависимости выходного сигнала датчиков дистанции и поперечной коррекции электрода от частоты питающего напряжения, расстояния до свариваемого изделия, смещения датчика относительно оси стыка, величины зазора на различных металлах (сталь, алюминий).

5.3.2 По экспериментальным зависимостям определить чувствительность датчиков В (мВ/мм) при наиболее вероятной, с точки зрения их практического применения, дистанции до свариваемого изделия (1-2 мм) и оптимальных прочих параметрах (частоты, величины зазора...).

5.4 ПЛАН ОТЧЕТА

5.4.1 Краткое описание конструкции и принципа действия исследуемых датчиков.

5.4.2 Результаты исследования влияния различных параметров на чувствительность и выходной сигнал датчиков.

5.4.3 Выводы по экспериментальной части работы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 6 (4 часа)

«ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ РЕГУЛЯТОРА ЦИКЛА СВАРКИ»

Цель работы: изучить устройство и работу тиристорного регулятора времени РВТШ-20. Исследовать работу фазовращательного блока регулятора.

6.1 ОБОРУДОВАНИЕ И ПРИБОРЫ

- 1) Регулятор времени тиристорный РВТШ-20.
- 2) Электронный осциллограф.
- 3) Соединительные провода.

6.2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 6.2.1 Изучить блок-схему регулятора.
- 6.2.2 Изучить работу блока фазовращателя.
- 6.2.3 Наметить точки подключения осциллографа для исследования формы, величины напряжений в схеме блока.
- 6.2.4 Исследовать формы напряжений при различных режимах работы блока фазовращателя.

6.3 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ

6.3.1 Блок-схема регулятора (рисунок 6.1) состоит из: а) блока питания; б) тиристорного коммутатора операций сварочного цикла; в) блока выдержки времени, обеспечивающего синхронное с сетью включение операций сварочного цикла заданной длительности; г) тиристорного ключа для бесконтактного включения ЭПК; д) фазовращателя, обеспечивающего плановую фазовую регулировку сварочного тока, включение первого импульса сварочного тока в 900 эл. по полнофазному току.

6.3.2 После подачи питания схема принимает исходное положение, при котором на выходе выпрямителя устанавливается рабочее напряжение, а напряжение питания пересчетной схемы и блока выдержки времени отсутствует.

6.3.3 При замыкании педали Кн напряжение питания поступает на все блоки устройства, в схема запуска открывает тиристор ячейки «предварительное сжатие». Остальные ячейки находятся в закрытом состоянии. Через открытый тиристор первой ячейки включается в работу блок выдержки времени, происходит отсчет заданной с помощью набора резисторов длительности операции, «предварительное сжатие». Одновременно открывается тиристор ключа, включающего ЭПК.

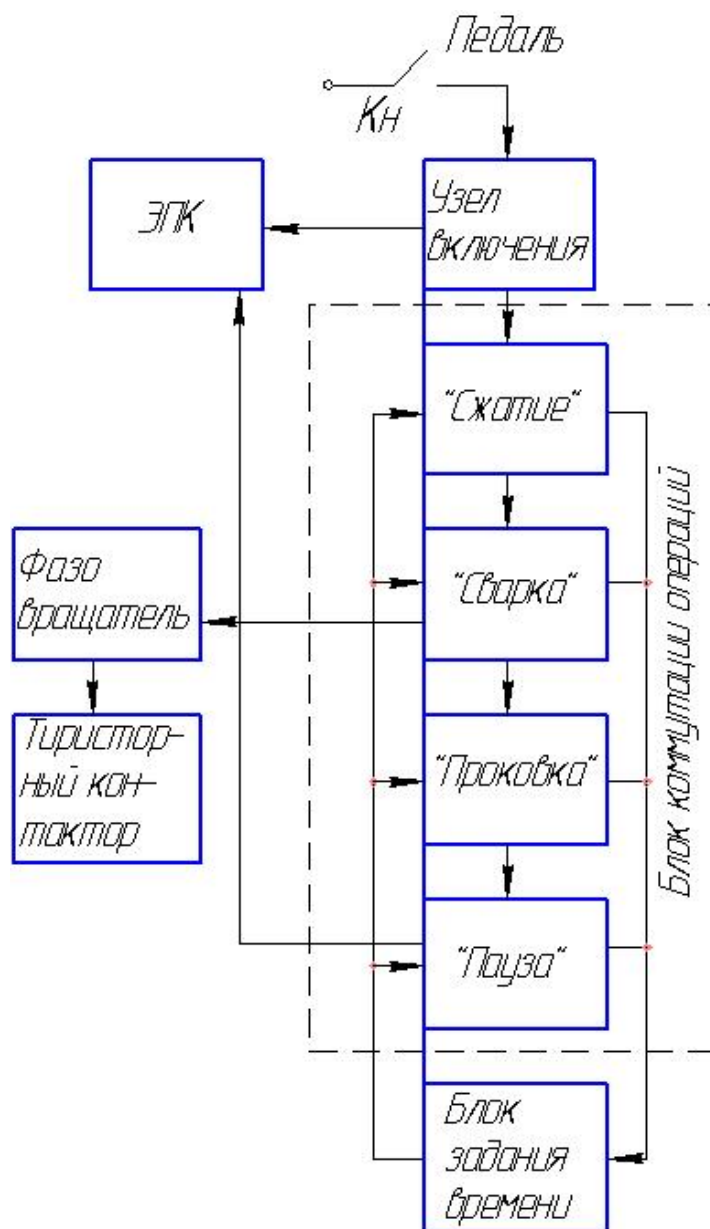


Рисунок 6.1 – Блок-схема регулятора РВТШ-20

6.3.4 По истечении заданного времени первой операции блок выдержки времени вырабатывает импульс переключения, поступающий на вход всех ячеек пересчетной схемы. Эта схема построена таким образом, что импульс переключения проходит на управляющий электрод тиристора той ячейки, которая следует непосредственно за включенной. Поэтому откроется только тиристор ячейки «сварка», а тиристор предыдущей ячейки закроется за счет гашения (межянодная емкостная связь). При этом включается соответствующая установка блока выдержки времени. Ключ остается открытым, ЭПК включен.

Аналогично осуществляется обработка остальных операций.

6.3.5 При работе в режиме шовной сварки операции «сварка» - «сжатие» («импульс» - «пауза») обрабатываются поочередно до тех пор, пока замкнуты, Кн.

6.3.6 Напряжение, снимаемое с нагрузки тиристора ячейки «сварка», подается в блок фазовращателя в качестве напряжения питания. Выходные импульсы, фазовращателя управляют тиристорами блока поджига для силового тиристорного или игнитронного контактора.

6.3.7 Описание работы фазовращателя.

6.3.7.1 Схема блока приведена на рисунке 6.2.

Сдвиг управляющих импульсов относительно напряжения сети осуществляется с помощью фазосдвигающего RC-моста. На основе обмотки со средней точкой W_5 собраны две фазосдвигающие RC-цепи: R_4, C_7 осуществляет постоянный сдвиг фазы на 90^0 эл., а R_1, R_2, R_7, C_6 – в пределах $0...90^0$ эл.

Между выходами обеих RC-цепочек включен потенциометр R_6 («нагрев»), обеспечивающий плавное регулирование сварочного тока в пределах $50\div 100\%$ номинального значения.

6.3.7.2 Выходное напряжение такого сдвоенного фазосдвигающего моста, снимаемое с потенциометра R_6 и средней точки обмотки W_5 (Тр.1), через резистор R_{10} и выпрямительный мост Д5...Д8 (Увыпр.) поступает на базу транзистора Т1. Сюда же через резистор R_{11} подается напряжение коррекции (Укорр.), а через R_{12} – отрицательное смещение на время отработки операции «сварка». Результирующее напряжение на базе Т1 показано на рисунке 6.3 а, где $U_{б-э}Т1$ – падение напряжения на переходе «база» - «эмиттер» транзистора Т1 при открытом его состоянии; $U_{д9}$ прямое падение напряжения на диоде Д9 при запертом Т1. Когда Т1 заперт, на базу транзистора Т2 поступает отрицательное смещение через R_{13} и удерживает его в открытом состоянии.

Коллекторное напряжение Т2 при этом равно 0. Если Т1 открыт, переход «база-эмиттер» трансформатора Т2 шунтируется, и он находится в закрытом состоянии. На коллекторе Т2 появляется отрицательное напряжение (рисунок 6.3в), которое заряжает конденсатор C_4 через R_{14} и Д11. При разряде этого конденсатора через открытый транзистор Т2 на диод Д11 выделяется положительный импульс напряжения (рисунок 6.3г), открывающий через R_{22} тиристор Д18. Последний замкнет через низкоомные резисторы R_{23}, R_{25} цепь постоянного тока выпрямительного моста Д19...Д22, подключая тем самым к цепи переменного тока (обмотка W_6) первичные обмотки выходных трансформаторов фазовращателей Тр2 и Тр3 (рисунок 6.3 д).

Напряжение, снимаемое с вторичных обмоток трансформаторов Тр2 и Тр3, ограничивается параметрическими стабилизаторами R_8 Д1 и $R_9, Д2$ (рисунок 6.3 в) и подается на управляющие электроды открывающих тиристоров (Д3, Д4).

6.3.7.3 Длительность выходных импульсов фазовращателя (рисунок 6.3 е) определяется промежутком времени с момента открывания тиристора Д18 до окончания полупериода сетевого напряжения. Такие широкие импульсы позволяют избежать выпрямительного режима работы сварочного трансформатора.

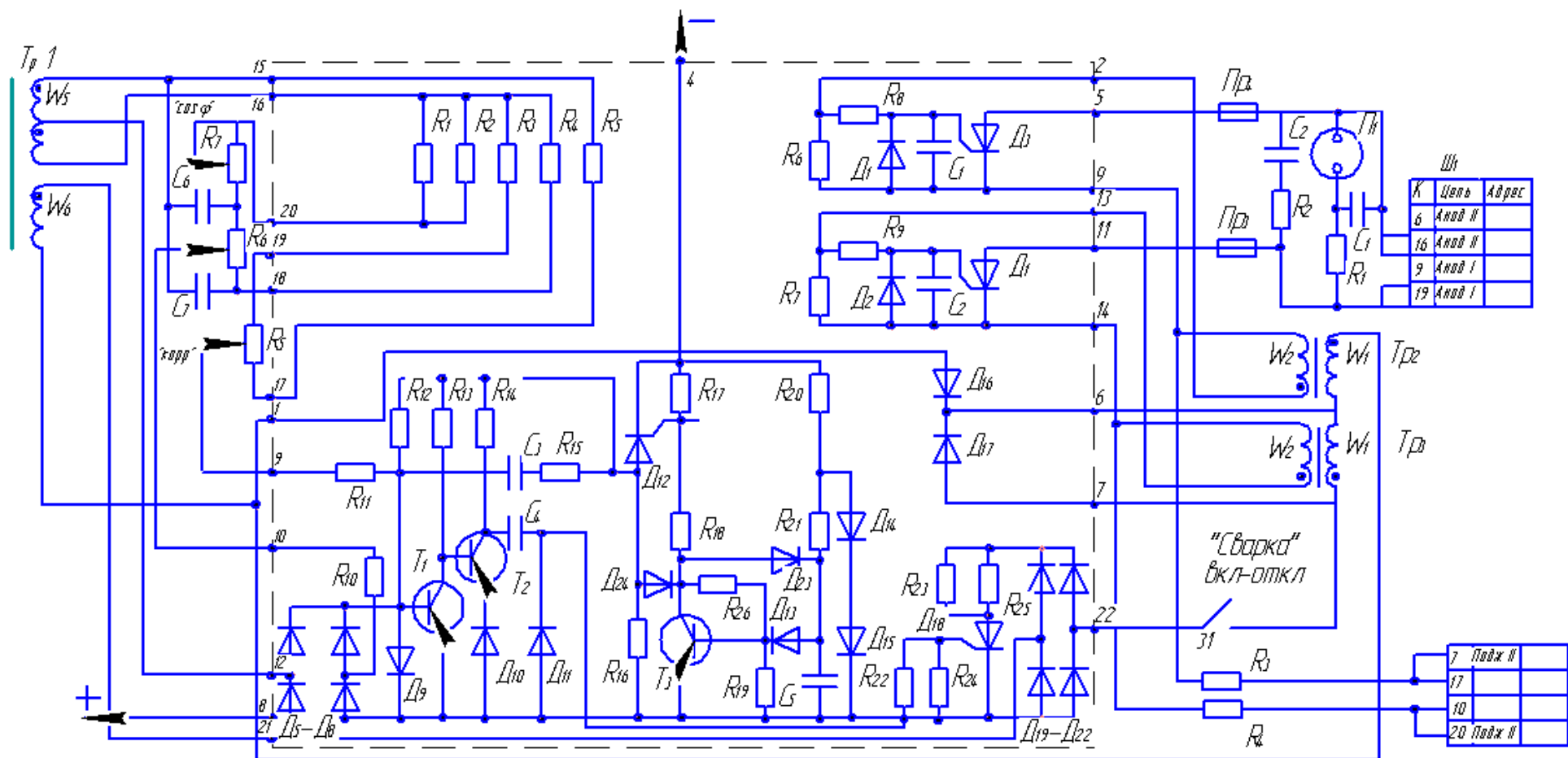


Рисунок 6.2 – Принципиальная схема фазовращателя

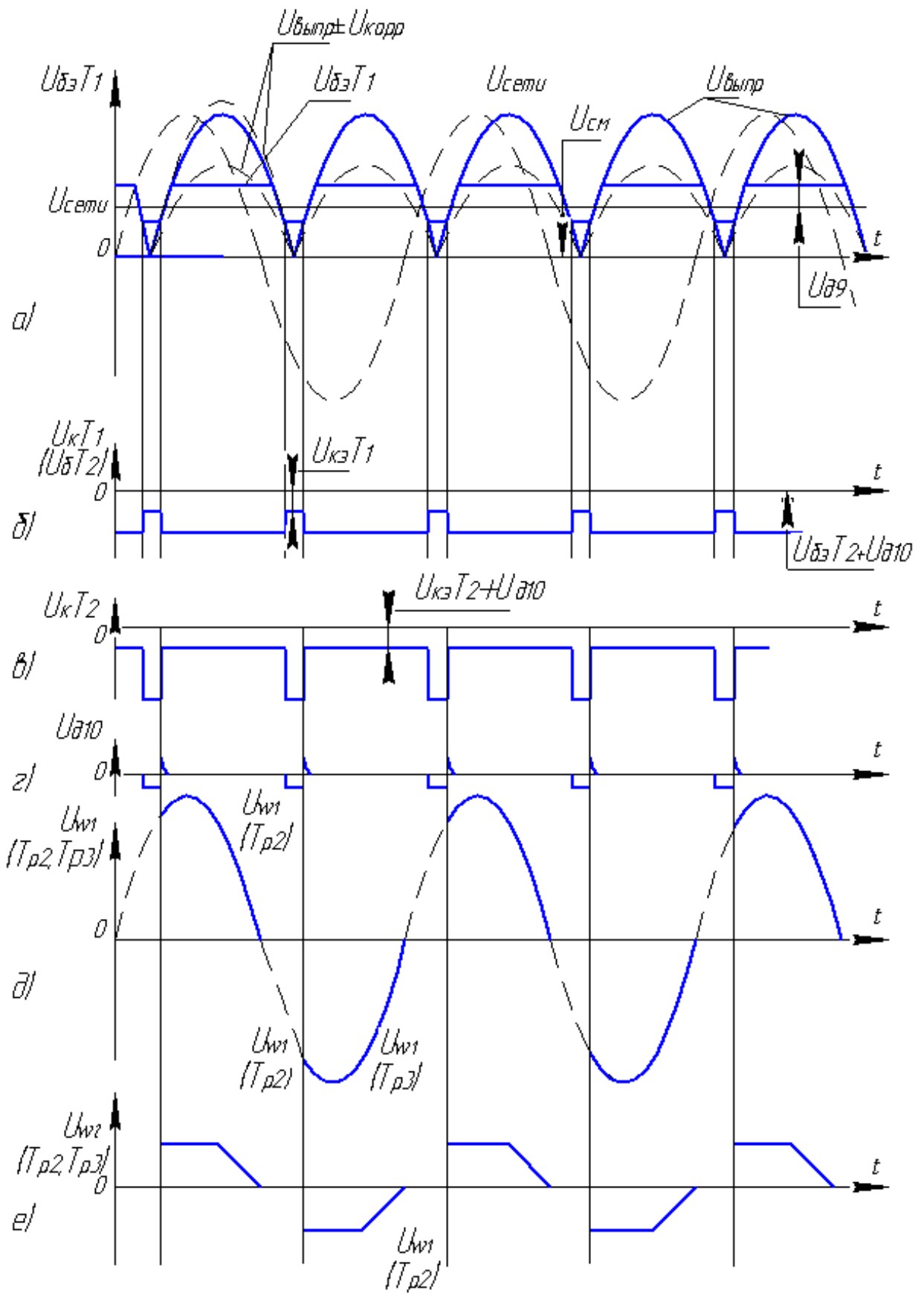


Рисунок 6.3 – Осциллограммы напряжения в узлах фазовращательного блока

6.3.7.4 Работа усилителя–ограничителя (Т1, Т2), а следовательно, и всего фазовращателя начинается с момента подачи на него питающего напряжения. Это напряжение снимается с блока «сварка» и поступает предварительно на схему задержки (Д12, Т3). Выходное напряжение схемы задержки отстает по времени от входного на $\frac{1}{2}$ периода, т.е. на 180° эл. Такой сдвиг получается за счет заряда конденсатора С5 через резистор R21 от источника стабилизированного напряжения (R20, Д14, Д15).

Когда напряжение на С5 превышает порог стабилизации стабилитрона Д13, открывается транзистор Т3 и включается тиристор Д12.

6.3.7.5 Напряжение, снимаемое с R16, подается для питания коллекторно-базовых цепей усилителя-ограничителя, а через R15, С3 подается импульс на базу Т1.

На коллекторе Т2 образуется отрицательный импульс, задний фронт которого после дифференцирования цепочки С4, Д11 (положительный) открывает тиристор Д18. Таким образом, с учетом сдвига синхроимпульсов на $\frac{1}{4}$ периода действием схемы задержки ($\frac{1}{2}$ периода), первый полупериод импульса сварочного тока включается в 90° эл. по отношению к напряжению сети, а все последующие – в зависимости от положения ручки «нагрев». Это позволяет избежать насыщения сварочного трансформатора в момент его включения при работе на высоких ступенях.

6.3.7.6 Тиристоры Д3, Д4 включены в цепи открывания игнитронов тиристоров силового контактора.

ПР3 и ПР4 – защищают от чрезмерных токов при открывании поджигания тиристоров. О включении полнофазного тока свидетельствует токовая лампа Л1.

6.4 ПЛАН ОТЧЕТА

6.4.1 Цель работы, оборудование, порядок выполнения работы.

6.4.2 Блок-схема регулятора РВТШ-20.

6.4.3 Осциллограммы напряжения в узлах фазовращательного блока.

Александр Константинович Давыдов

Автоматизация сварочных процессов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению лабораторных работ
для студентов специальности 150202.65
и профиля «Оборудование и технология сварочного производства»
(направление 150700.62 «Машиностроение»)

Редактор А.С. Мокина

Подписано в печать 24.01.14	Формат 60x84 1/16	Бумага тип №1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 2,5	Уч.-изд.л. 2,5
Заказ 26	Тираж 22	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.