

*ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»*

ОСНОВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Методические указания к аудиторной контрольной работе для
студентов специальности 1-36 01 06 «Оборудование и технология
сварочного производства» заочной формы обучения*



Могилев 2016

ЗАДАНИЕ 1.

Система стабилизации напряжения на дуге при сварке плавящимся электродом с воздействием на скорость подачи проволоки.

Сварочные автоматы с регулируемой $v_{п}$ получили название *систем АРНД*. В схему системы АРНД (рис. 2.39) в отличие от систем АРДС дополнительно входит специальное устройство (регулятор), стабилизирующее $U_{д}$ путем принудительного изменения $v_{п}$. Регулятор состоит из редуктора, исполнительного двигателя постоян-

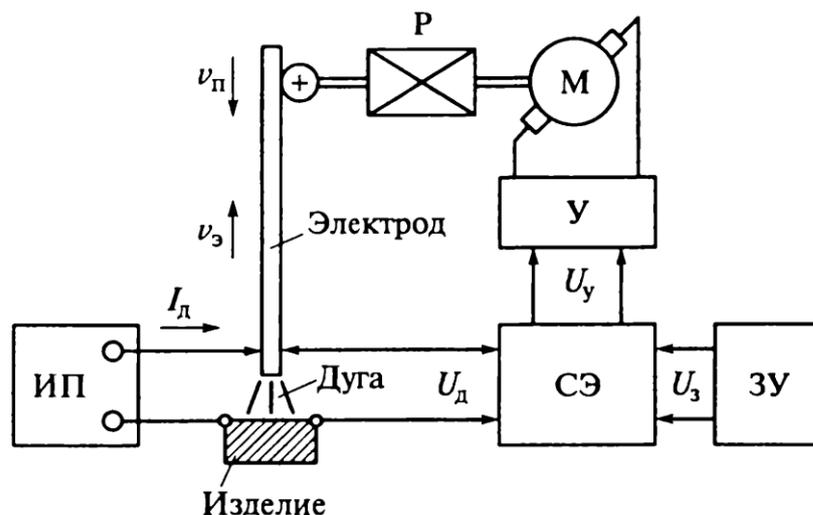


Рис. 2.39. Функциональная схема системы АРНД при дуговой сварке под флюсом:

$U_{у}$ — сигнал управления; остальные обозначения см. на рис. 1.11, 2.9, 2.17, 2.34, 2.38

ного тока, усилителя мощности, сравнивающего устройства с предварительным усилителем, задающего устройства. При функционировании регулятора $U_{д}$ с помощью устройства сравнения сопоставляется с заданным напряжением $U_{з}$, сформированным задающим устройством. Разность $U_{д} - U_{з}$ в блоке устройства сравнения предварительно усиливается по напряжению в k раз и в виде сигнала управления $U_{у}$ подается на вход усилителя. Усиленный по мощности сигнал подается на якорь двигателя, который с помощью редуктора и подающего ролика перемещает проволоку со скоростью подачи $v_{п}$. Значение параметра $v_{п}$ пропорционально величине напряжения на якоре двигателя.

Варианты параметров системы регулирования

Параметр	К _у , коэффициент усиления усилителя (безразмерный)	К _{дв} , коэффициент двигателя (рад/сек/В)	Т _{дв э} , электрическая постоянная времени двигателя (сек.)	Т _{дв м} , механическая постоянная времени двигателя (сек.)	К _р , коэффициент редуктора (безразмерный)	К _д , коэффициент дуги
Вариант 1	10	0,3	0,02	0,15	5	10
Вариант 2	12	0,35	0,03	0,16	7	12
Вариант 3	15	0,4	0,04	0,17	9	15
Вариант 4	20	0,45	0,05	0,18	11	20
Вариант 5	22	0,5	0,06	0,19	15	22
Вариант 6	24	0,55	0,07	0,2	17	24
Вариант 7	28	0,6	0,08	0,21	20	28
Вариант 8	30	0,65	0,09	0,22	22	30
Вариант 9	32	0,7	0,1	0,23	24	32
Вариант 10	35	0,75	0,12	0,24	26	35

ЗАДАНИЕ 2.

Система стабилизации напряжения на дуге при сварке неплавящимся электродом.

Системы АРНД представляют собой замкнутые САР с воздействием на пространственное положение электрода относительно поверхности изделия. Принцип построения АРНД основан на использовании функциональной зависимости $U_d = f(l_d)$ при сварке неплавящимся электродом, характер которой для двух режимов показан на рис. 2.16.

Функциональная схема системы АРНД (рис. 2.17) состоит из сварочного контура I (источник питания — дуга — сварочная ванна)

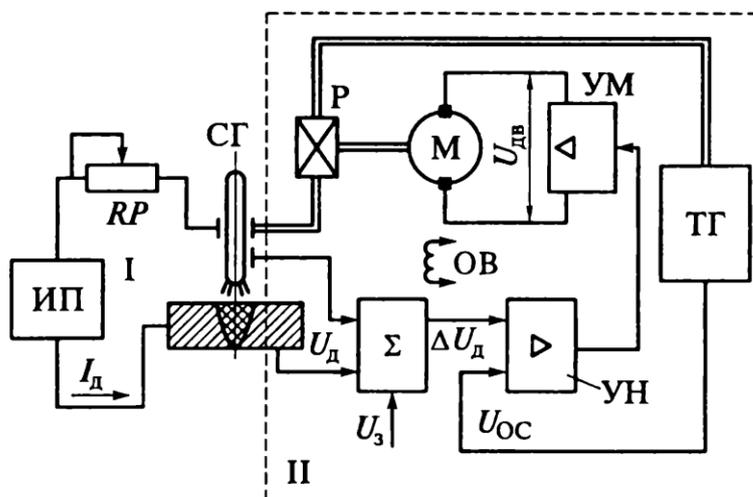


Рис. 2.17. Функциональная схема системы АРНД при дуговой сварке неплавящимся электродом:

ИП — источник питания; СГ — сварочная горелка; Р — редуктор; М — исполнительный двигатель; ОВ — обмотка возбуждения двигателя; ТГ — тахогенератор; УМ — усилитель мощности; УН — усилитель напряжения; Σ — суммирующий элемент; RP — балластный реостат; I — сварочный контур; II — внешний регулятор; I_d — ток дуги; U_d , U_3 — текущее и заданное значения напряжения дуги; $\Delta U_d = U_3 - U_d$; $U_{дв}$, $U_{ос}$ — напряжение двигателя и обратной связи

на) и внешнего регулятора — II. В регулятор входит суммирующий элемент Σ , в котором текущее напряжение дуги U_d сравнивается с заданным эталонным U_3 . Разность $\Delta U_d = U_3 - U_d$ усиливается в блоках УН и УМ по напряжению и мощности соответственно.

Усиленный по мощности сигнал питает исполнительный двигатель, который через редуктор обеспечивает вертикальное перемещение сварочной горелки до устранения рассогласования между U_d и U_3 , т. е. до $\Delta U_d = 0$.

Для лучшего демпфирования системы при обработке различных возмущений по длине дуги в ней используется скоростная ОС, которая реализована на тахогенераторе.

Варианты параметров системы регулирования

Параметр	Кун, (коэффициент усиления усилителя (безразмерный))	Кум, (коэффициент усиления усилителя мощности (безразмерный))	Кдв, коэффициент двигателя (рад/сек/В)	Тдв э, электрическая постоянная времени двигателя (сек.)	Тдв м, механическая постоянная времени двигателя (сек.)	Кр, коэффициент редуктора (безразмерный)	Кд, коэффициент дуги
Вариант 1	10	2	0,3	0,02	0,15	5	10
Вариант 2	12	4	0,35	0,03	0,16	7	12
Вариант 3	15	6	0,4	0,04	0,17	9	15
Вариант 4	20	8	0,45	0,05	0,18	11	20
Вариант 5	22	10	0,5	0,06	0,19	15	22
Вариант 6	24	12	0,55	0,07	0,2	17	24
Вариант 7	28	14	0,6	0,08	0,21	20	28
Вариант 8	30	16	0,65	0,09	0,22	22	30
Вариант 9	32	18	0,7	0,1	0,23	24	32
Вариант 10	35	20	0,75	0,12	0,24	26	35

ЗАДАНИЕ 3.

Система автоматического регулирования сварочного тока при точечной сварке с быстродействующим измерителем эффективного значения тока.

В регуляторе РТС-1 (рис. 3.20) в качестве прерывателя 1 тока использован игнитронный прерыватель ПИШ. Напряжение, пропорциональное $i_{св}$, снимается с трансформатора 7 тока и подается на измерительное устройство 6 типа АСТ-2. С помощью блока 5 настройки это напряжение импульса $U_{и}$ при любом заданном сварочном токе устанавливается всегда постоянным; при этом сигнал управления U_y на выходе усилителя 3 не изменяет силу установленного сварочного тока.

В момент протекания сварочного тока длительностью $t_{св}$ напряжение импульса $U_{и}$ сравнивается с напряжением уставки по току

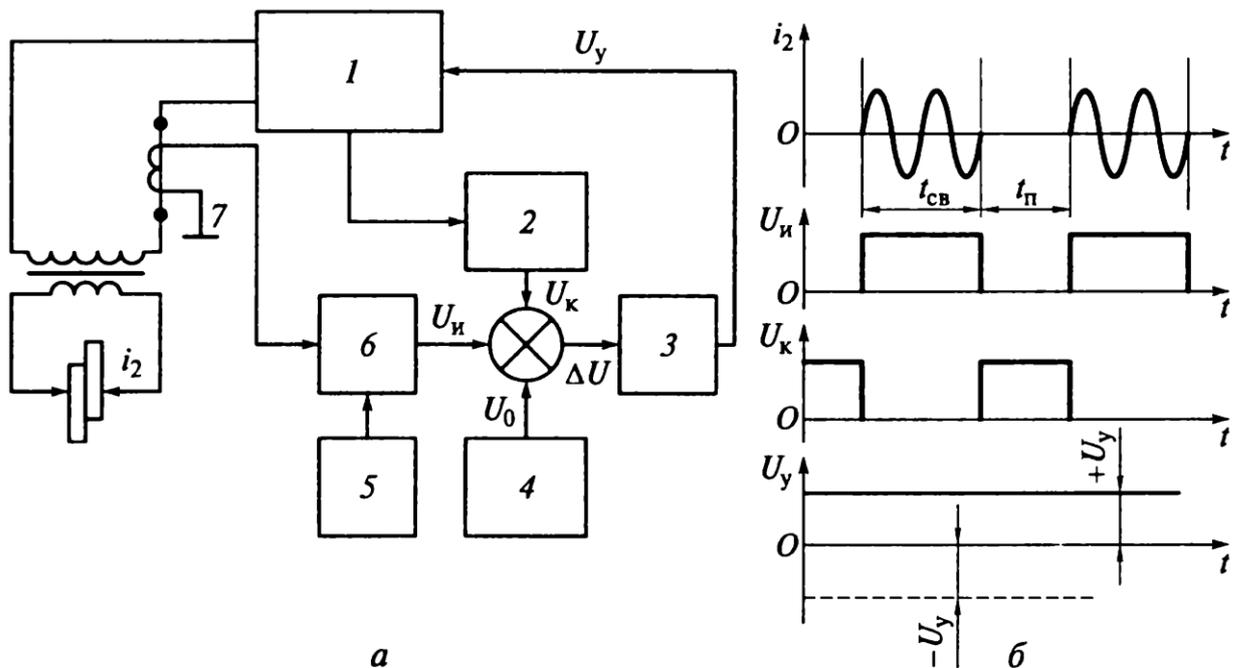


Рис. 3.20. Функциональная схема автоматического стабилизатора сварочного тока РТС-1:

a — функциональная схема; $б$ — временная диаграмма электрических процессов в схеме стабилизатора; 1 — прерыватель тока; 2 — корректирующее устройство; 3 — усилитель; 4 — задающее устройство; 5 — блок настройки; 6 — измерительное устройство; 7 — трансформатор тока; i_2 — ток во вторичном контуре машины; $U_{и}$ — напряжение импульса; U_0 — напряжение уставки по току; $U_{к}$ — напряжение корректирующего устройства; U_y — сигнал управления; $\Delta U = U_0 - U_{и}$; $t_{св}$ — время сварки; $t_{п}$ — время паузы

U_0 задающего устройства 4, а во время паузы — с напряжением U_k корректирующего устройства 2, которое получает команду от узла программирования времени сварки — прерывателя 1. При отсутствии возмущения по току сварки в момент протекания тока $U_0 - U_{и} = 0$; в момент паузы $U_0 - U_k = 0$.

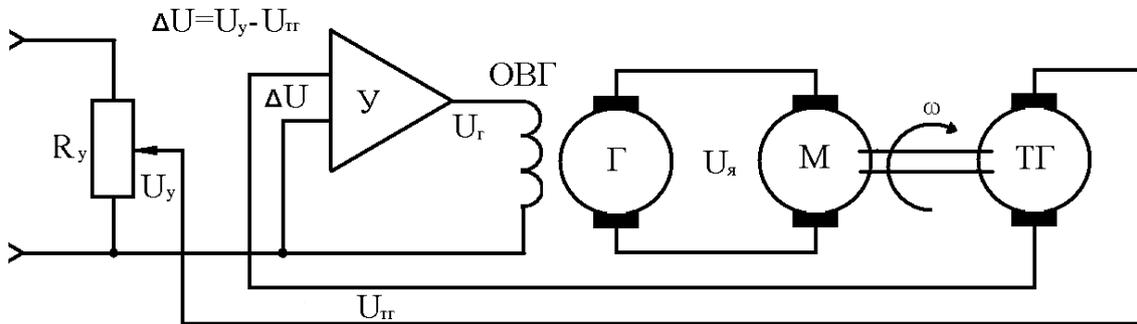
При понижении сварочного тока на фазорегулирующее устройство прерывателя 1 действует положительный сигнал управления $U_y = k\Delta U$, так как $\Delta U = U_0 - U_{и} > 0$, при повышении тока — отрицательный сигнал, так как $\Delta U < 0$. Это соответственно корректирует угол поджигания силовых ламп контактора прерывателя 1, тем самым автоматически обеспечивается стабилизация заданного эффективного значения сварочного тока.

Варианты параметров системы регулирования

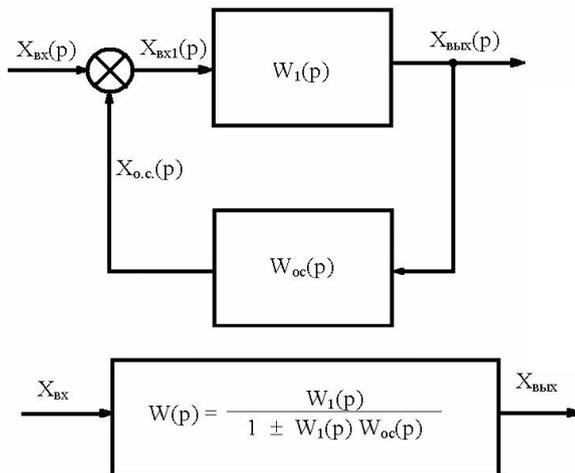
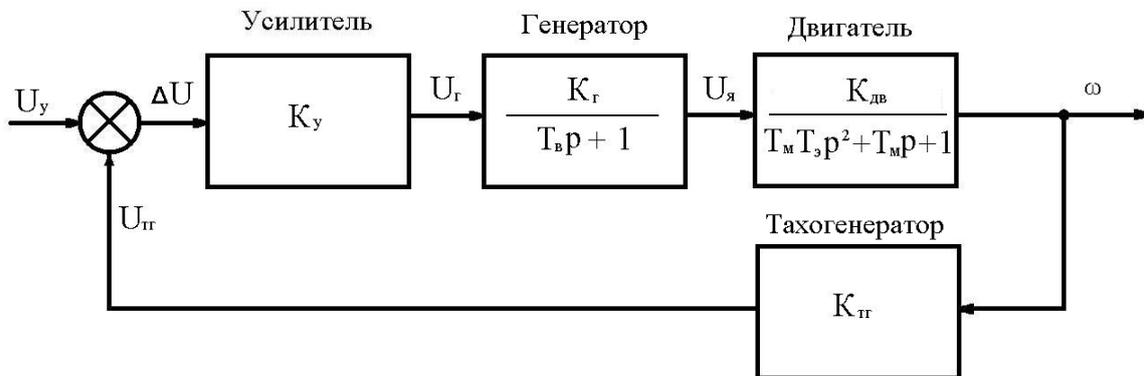
Параметр	K_u , коэффициент усиления усилителя	$K_{тр}$, коэффициент тиристорного регулятора	$K_{ст}$, коэффициент сварочного трансформатора	$T_{ст}$, постоянная времени сварочного трансформатора, (сек.)	$K_{дт}$, коэффициент датчика тока	$K_{иу}$, коэффициент измерительного устройства
Вариант 1	10	2	10	0,02	5	10
Вариант 2	12	4	12	0,03	7	12
Вариант 3	15	6	15	0,04	9	15
Вариант 4	20	8	20	0,05	11	20
Вариант 5	22	10	22	0,06	15	22
Вариант 6	24	12	24	0,07	17	24
Вариант 7	28	14	28	0,08	20	28
Вариант 8	30	16	30	0,09	22	30
Вариант 9	32	18	32	0,1	24	32
Вариант 10	35	20	35	0,12	26	35

Пример выполнения контрольной работы.

Исследование на устойчивость системы автоматического регулирования скорости двигателя постоянного тока.



Построим структурную схему САУ и определим передаточные функции элементов системы управления. Преобразуем структурную схему.



Передаточные функции элементов преобразованной системы

$$W_1(p) = \frac{K_y K_{\Gamma} K_{\text{ДВ}}}{(T_{\Gamma} p + 1)(T_M T_{\text{Э}} p^2 + T_M p + 1)}$$

$$W_{\text{oc}}(p) = K_{\text{тг}}$$

Передаточная функция замкнутой системы по задающему воздействию:

$$W(p) = \frac{W_1(p)}{1 \pm W_1(p) W_{\text{oc}}(p)}$$

$$W(p) = \frac{W_1(p)}{1+W_1(p)W_{oc}(p)} = \frac{K_y K_e K_{\delta\epsilon}}{(T_\epsilon p + 1)(T_M T_\epsilon p^2 + T_M p + 1) + K_y K_e K_{\delta\epsilon} K_{m\epsilon}}$$

Характеристическое уравнение САР будет иметь вид:
 $(T_\epsilon p + 1)(T_M T_\epsilon p^2 + T_M p + 1) + K_y K_e K_{\delta\epsilon} K_{m\epsilon} = 0$

Физический смысл передаточной функции достаточно прост. Входящие в нее коэффициенты K называют передаточными. Они являются отношением выходной величины звена к выходной в установившемся режиме, т.е. после завершения переходного процесса. Постоянная времени T - характеризует инерционные свойства звена. Она имеет размерность секунды.

Зададим параметры системы:

$K_y = 20$ – коэффициент усиления усилителя (безразмерный);

$K_e = 4$ - коэффициент генератора (мА/В);

$K_{\delta\epsilon} = 0,62$ - коэффициент двигателя (рад/сек/В);

$K_{m\epsilon} = 0,0955$ - коэффициент тахогенератора (В/рад/сек).

$T_\epsilon = 0,4$ с; $T_M = 0,22$ с; $T_\epsilon = 0,05$ с.

Преобразуем характеристическое уравнение к виду

$$\underbrace{T_\epsilon T_M T_\epsilon p^3}_{a_0} + \underbrace{(T_\epsilon T_M + T_M T_\epsilon)}_{a_1} p^2 + \underbrace{(T_\epsilon + T_M)}_{a_2} p + \underbrace{1 + K_y K_e K_{\delta\epsilon} K_{m\epsilon}}_{a_3} = 0$$

и представим характеристическое уравнение в удобном для анализа виде

$$a_0 p^3 + a_1 p^2 + a_2 p + a_3 = 0$$

Определим численное значение коэффициентов

$$a_0 = 0,0044$$

$$a_1 = 0,099$$

$$a_2 = 0,62$$

$$a_3 = 5,74$$

По критерию Гурвица необходимыми и достаточными условиями устойчивости являются неравенства:

$$a_0 > 0; a_1 > 0; a_2 > 0; a_3 > 0$$

$$\Delta_2 = a_1 a_2 - a_0 a_3 > 0$$

Нетрудно увидеть, что для выполнения неравенств, прежде всего, необходимо, чтобы все коэффициенты были положительными. Кроме того, определитель $\Delta_2 > 0$.

Представляя численные значения коэффициенты характеристического уравнения, имеет

$$\Delta_2 = 0,099 * 0,62 - 5,74 * 0,044 = 0,036 > 0$$

*Все коэффициенты уравнения положительны и $\Delta_2 > 0$.
Следовательно, система устойчива при заданных параметрах.*