

# Источники питания и оборудование для сварки плавлением

# Требования к оборудованию для сварки плавлением

В соответствии с ГОСТ 1550 – 69 электротехнические изделия, в том числе сварочное оборудование, изготавливаются для эксплуатации в определенных климатических условиях.

Основными характеристиками климатических условий эксплуатации электротехнических изделий являются температура окружающего воздуха, относительная влажность, солнечное излучение, атмосферное давление, содержание в атмосфере коррозионно-активных агентов.

Исполнение изделий для эксплуатации в определенных климатических районах обозначается буквами, а категории размещения изделий, определяющие температуру, влажность и т. п. – арабскими цифрами.

По содержанию в атмосфере коррозионно-активных агентов устанавливаются типы атмосфер I, II, III, IV. Электротехническое оборудование изготавливается по типу II – промышленная атмосфера.

К району с умеренным климатом (У), для которого, как правило, изготавливается электросварочное оборудование общего назначения, относятся районы, где средняя из ежегодных абсолютных максимальных температур воздуха равна или ниже  $+40^{\circ}\text{C}$ , а средняя из минимальных температур равна или выше  $-45^{\circ}\text{C}$ .

К району с холодным климатом (УХЛ) относятся районы, в которых средняя из ежегодных температур ниже  $-45^{\circ}\text{C}$ .

Электросварочное оборудование изготавливается по четырем категориям размещения. По категории 4 оборудование должно эксплуатироваться в закрытых помещениях с искусственно регулируемыми климатическими условиями. По категории 3 оборудование должно эксплуатироваться в закрытых помещениях, но с естественной вентиляцией. По категории 2 – в помещениях, где колебания температуры и влажности воздуха несущественно отличаются от колебаний температуры и влажности наружного воздуха. По категории 1 оборудование может эксплуатироваться на открытом воздухе.

# Защита от поражения электрическим током

По способу защиты человека от поражения электрическим током электротехническое оборудование делится на пять классов (0; 0I; I; II; III) защиты и несколько степеней защиты.

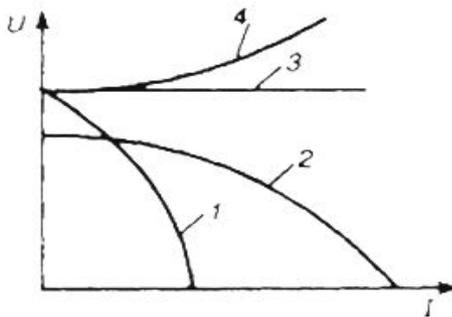
Трансформаторы для ручной дуговой сварки, трансформаторы для автоматической сварки под флюсом, выпрямители для ручной полуавтоматической и автоматической сварки могут изготавливаться как по классу 0I, так и по классу I.

К классу II относятся изделия, имеющие двойную изоляцию или усиленную изоляцию и не имеющие элементов для заземления. По этому классу изготавливаются бытовые сварочные устройства.

К классу III относятся изделия, не имеющие ни внутренних, ни внешних электрических цепей с напряжением выше 42 В. По этому классу электросварочное оборудование не изготавливается.

# Источники питания сварочной дуги

Для устойчивого горения дуги между электродом и изделием необходимо подвести напряжение от специального источника электрического тока. Одной из характеристик такого источника является *внешняя вольтамперная характеристика* источника, представляющая зависимость напряжения на выходных зажимах от силы тока нагрузки. Внешние характеристики источников питания сварочным током дуги могут быть крутопадающими, пологопадающими, жесткими и возрастающими (см. рис.)



Внешние вольтамперные характеристики питания дуги:  
1 – крутопадающая; 2 – пологопадающая; 3 – жесткая; 4 – возрастающая

# Выбор источника питания с необходимой внешней характеристикой

При ручной сварке покрытыми электродами или аргонодуговой сварке неплавящимся электродом применяют источники с *крутопадающей* характеристикой.

При механизированной сварке под флюсом или в защитных газах проволокой диаметром более 2 мм применяются источники с *пологопадающими* и жесткими характеристиками.

При этом постоянство параметров режима достигается за счет саморегулирования дуги.

При колебаниях длины дуги изменяются параметры  $I_d$  и  $U_d$ , а вместе с ними скорость плавления электрода таким образом, что восстанавливается прежняя длина дуги, а вместе с ней и параметры в исходное состояние.

# Основные характеристики источников питания

*Номинальная сила тока* – максимальная сила тока нагрузки, при которой источник не превосходит расчетного температурного режима в течение установленного цикла машинного времени сварки.

*Пределы регулирования* сварочного тока указывают минимальные и максимальные значения тока, которые могут быть использованы при сварке.

*Напряжение холостого хода* определяется на зажимах токопроводов источника при отсутствии нагрузки в сварочной цепи.

*Номинальное рабочее напряжение* характеризует напряжение на зажимах источника под номинальной нагрузкой.

Источники сварочного тока могут работать в одном из следующих режимов: перемежающемся, повторно-кратковременном и продолжительном.

При продолжительном режиме величины номинальных значений силы тока и напряжения должны быть такими, чтобы источник мог работать без перегрева неограниченное количество времени.

В перемежающемся режиме продолжительность работы под нагрузкой (в дальнейшем ПН) в течение времени  $t_H$  чередуется с холостым ходом в течении  $t_{ХХ}$ , когда источник не отключается от сети, и составляет в безразмерном виде

$$\text{ПН} = \frac{t_H}{t_H + t_{ХХ}} \cdot 100\%.$$

Такой режим характерен для источников, применяемых при ручной и механизированной (полуавтоматической) сварке. Для ручной сварки источники имеют минимальную ПН, равную 20, 35 и 60 %.

При повторно-кратковременном режиме работа под нагрузкой чередуется с временем пауз  $t_{П}$ , когда источник полностью отключается от сети. Такой режим характеризуется относительной продолжительностью включения (в дальнейшем ПВ).

$$\text{ПВ} = \frac{t_H}{t_H + t_{П}} \cdot 100\%.$$

Такой режим применяется при механизированной (автоматической и полуавтоматической) сварке при ПВ = 60 % и более. В данном случае  $t_H + t_{XX}$  и  $t_H + t_P$  являются расчетным циклом  $t_{Ц}$ , который принимается равным 5, 10 мин или другим значением в зависимости от способа сварки. Если источник питания используется при ПН и ПВ, отличающихся от указанных в паспорте, то максимально допустимый сварочный ток определяется по формуле

$$I_P = I_{НОМ} \sqrt{\frac{ПН_{НОМ}}{ПН_{РАБ}}}$$

*Пример:* Дан источник с  $I_{НОМ} = 500$  А, при  $ПН_{НОМ} = 65$  % и

$t_{Ц} = 10$  мин. Найти  $I_{МАКС}$  при  $ПН_{РАБ} = 100$  %.

$$I_{МАХ} = I_{НОМ} \sqrt{\frac{ПН_{НОМ}}{ПН_{РАБ}}} = 500 \cdot \sqrt{\frac{65}{100}} = 400 \text{ А.}$$

Сварочные источники классифицируются следующим образом: переменного тока – сварочные трансформаторы, генераторы повышенной частоты; постоянного тока – генераторы, выпрямители.

# СВАРОЧНАЯ ДУГА КАК ЭЛЕМЕНТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

При дуговой сварке для нагрева металла используется тепловая энергия дуги. Стабильность горения дуги зависит от многих факторов и, в первую очередь, от правильного выбора параметров сварочной цепи.

Свойства сварочной дуги зависят от рода тока (постоянный, переменный), среды и материала электродов.

Дуги с плавящимися и неплавящимися электродами.

По характеру среды различают:

- а) открытая дуга
- б) закрытая дуга, горящая под слоем флюса
- в) дуга, защищенная различными газами.

Среда, в которой горит дуга, оказывает существенное влияние на ее свойства, а следовательно и на выбор типа и параметров источника питания.

# Основные свойства электрической дуги

- Электрическая дуга это один из видов электрического разряда через газовый промежуток
- Процесс образования заряженных частиц путем разрушения нейтральных атомов и молекул, а также процесс увеличения заряда ионов называется ионизацией газа.

$$j_e = A(T_K + cE_K)^2 e^{-\frac{eU_B}{(T_K + cE_K)K}}$$

# Основные свойства электрической дуги

Процесс испускания заряженных частиц с поверхностей, ограничивающих зону разряда, называется эмиссией.

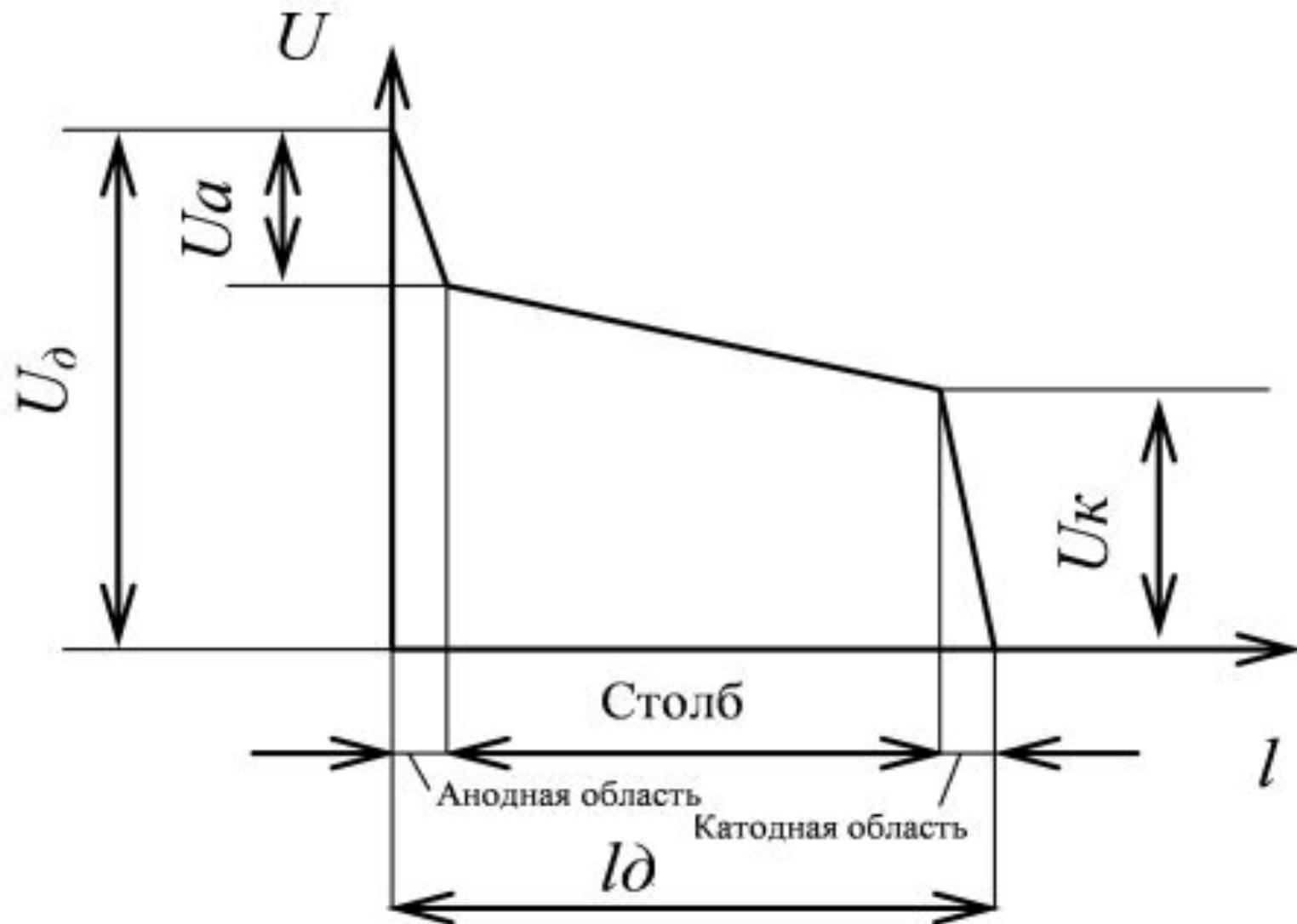
$$j_e = A(T_K + cE_K)^2 e^{-\frac{eU_B}{(T_K + cE_K)K}}$$

$A$ ,  $C$  – коэффициенты зависящие от материала катода;  $T_K$  – абсолютная температура катодного пятна;  $E_K$  – напряженность электрического поля в катодном пространстве;  $e$  – заряд электрона;  $U_B$  – потенциал выхода;  $K$  – постоянная Больцмана.

# Ионизация

- Кинетическая энергия эмитированных электронов, приобретенная ими в электрическом поле вблизи катода, расходуется на ионизацию и подогрев газа в разрядном промежутке
- Наибольшее значение для образования заряженных частиц имеют ионизация электронным ударом, фотоионизация и термоионизация.

# Распределение потенциала в дуге

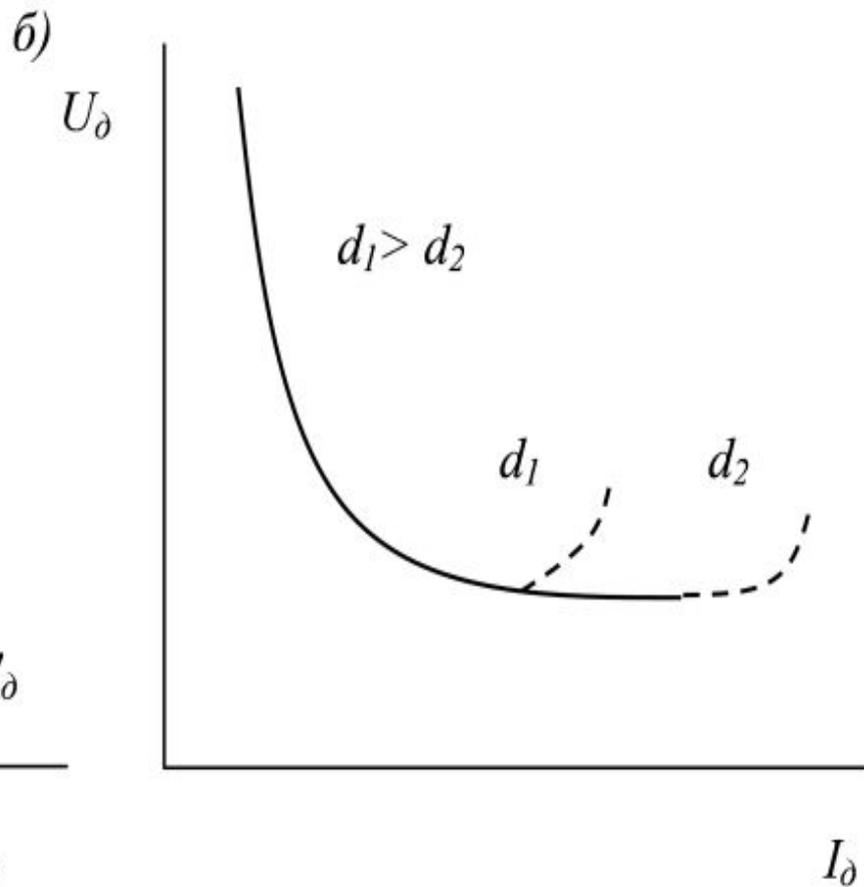
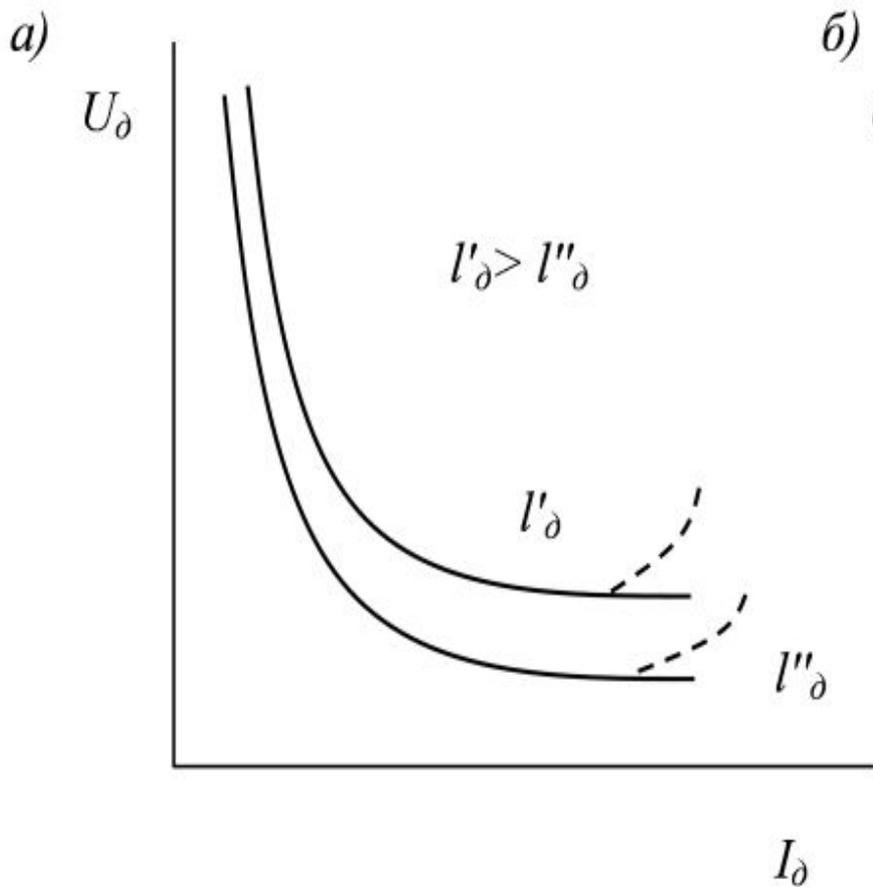


# Напряжение на дуге

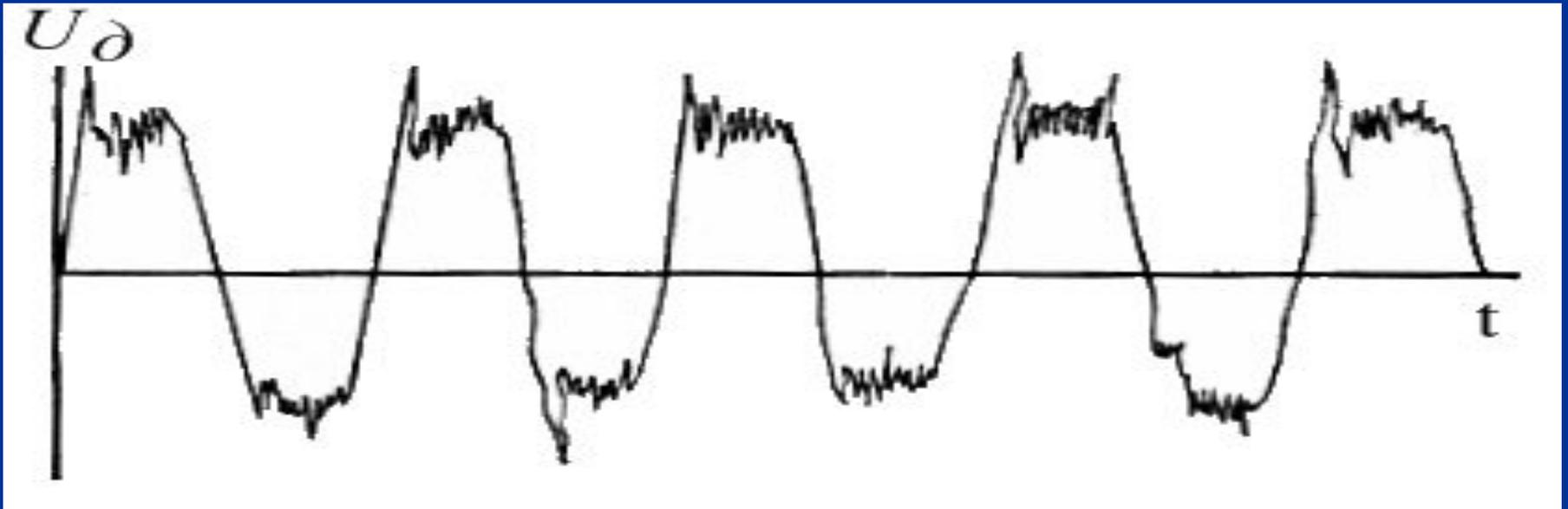
$$U_{\partial} = U_k + U_a + U_c$$
$$U_{\partial} = a + bL_{\partial}$$

Зависимость  $U_{\partial} = f(I_{\partial})$  в переходном режиме называется динамической характеристикой дуги

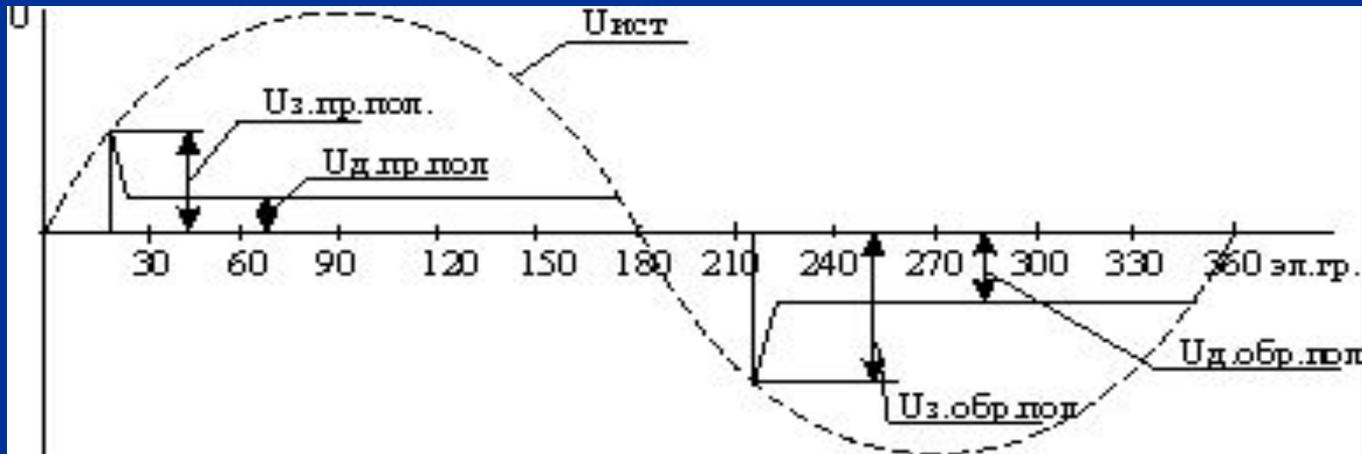
# Вольтамперная характеристика дуги



# Особенности сварочных дуг переменного тока



# Постоянная составляющая тока

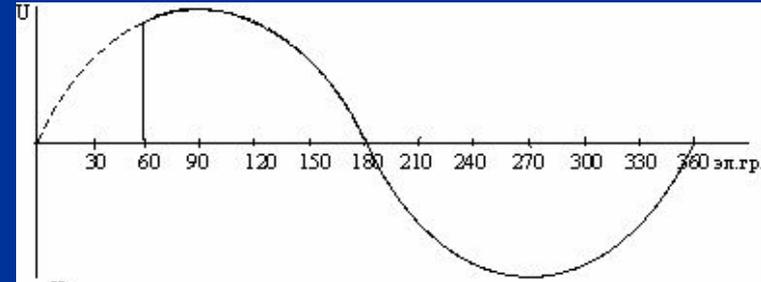
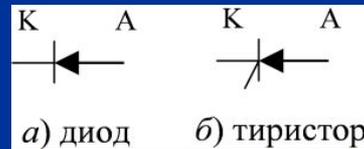
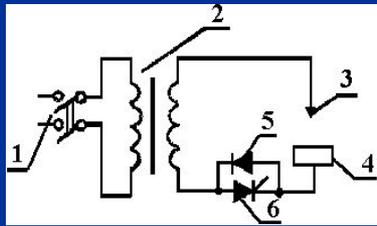


Методы устранения:

Включение в сварочную цепь емкости (конденсатора).

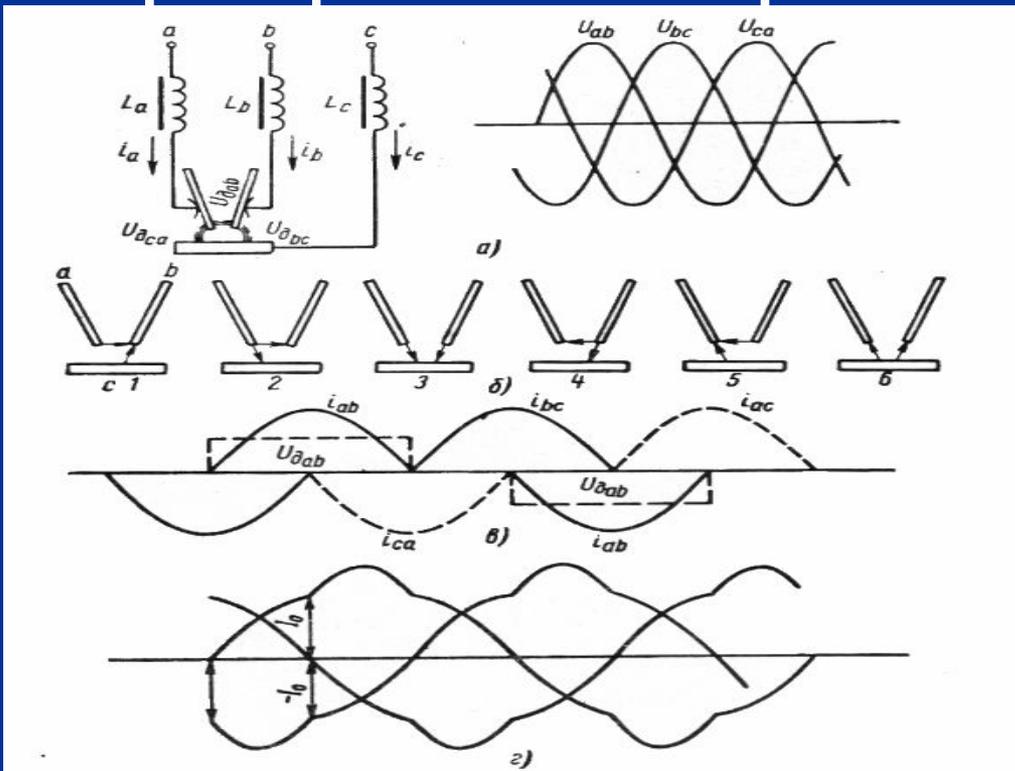
Включение диодно-тиристорной цепочки.

# Включение диодно-тиристорной ячейки в сварочную цепь для подавления постоянной составляющей при сварке переменным током



- 1 – выключатель;
- 2 – сварочный трансформатор;
- 3 – неплавящийся электрод;
- 4 – изделие;
- 5 – диод;
- 6 – тиристор

# Трёхфазная сварочная дуга



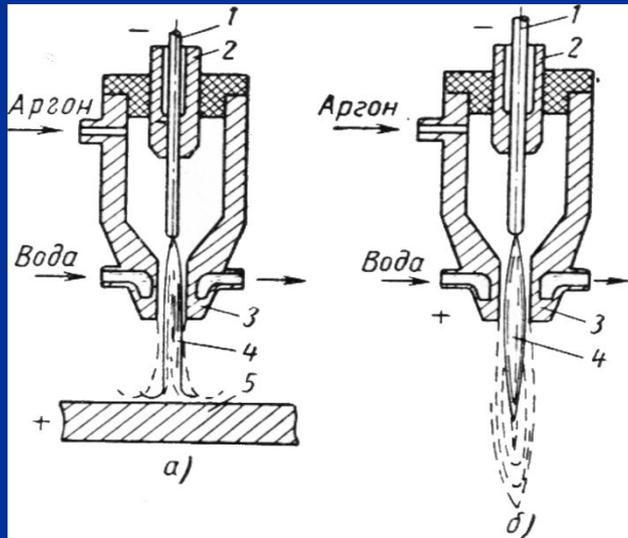
$$K_{m1} = I_c / I_a$$

$$K_{m2} = I_c / I_b$$

$$K_{u1} = U_{ab} / U_{bc}$$

$$K_{u2} = U_{ab} / U_{ca}$$

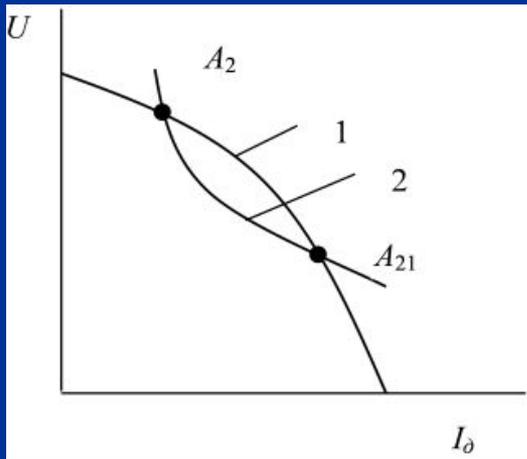
# Сжатая дуга



- 1- электрод;
- 2 – токоподводящий мундштук;
- 3 – сопло;
- 4 – плазменная струя;
- 5 – изделие.

## Схемы плазмотронов

а – с изолированным соплом; б – сопло-анод;



# Устойчивость сварочной дуги

$$R_u = \left( \frac{\partial U_u}{\partial I_d} \right)_{I_d 0}$$

$$R_d = \left( \frac{\partial U_d}{\partial I_d} \right)_{I_d 0}$$

$$u_u = R_u i_d$$

$$E = \partial U_d / \partial L_d$$

$$u_d = R_d i_d + E l_d$$

$$(R_u - R_d) i_d - E l_d = L (di_d / dt)$$

$$L(di_d / dt) + (R_d - R_u) i_d + E l_d = 0$$

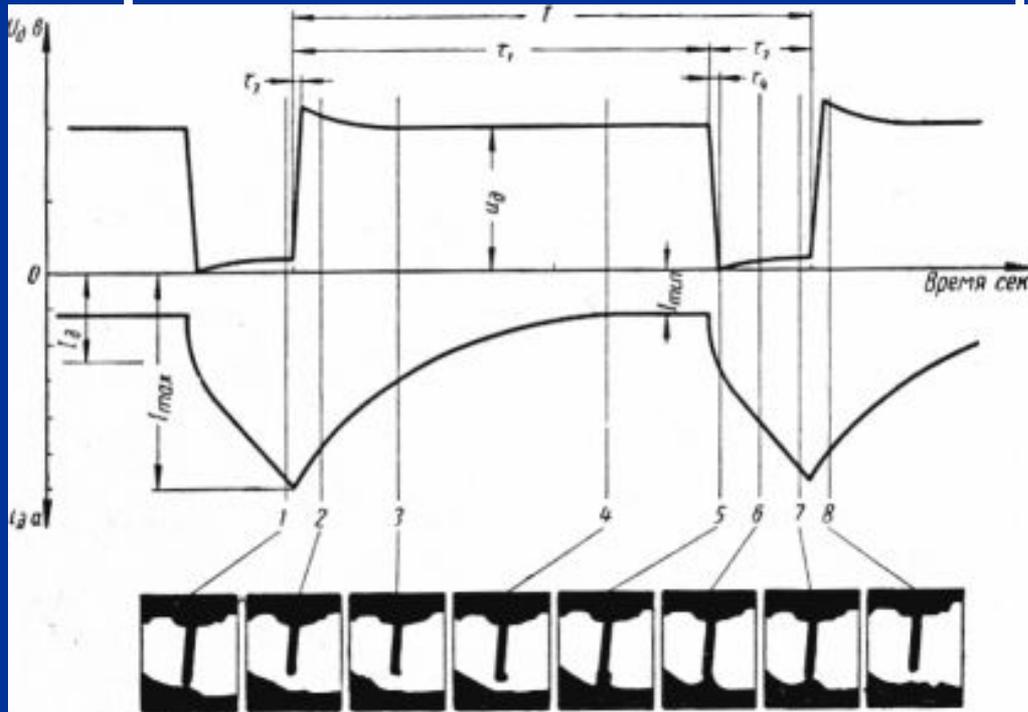
1 - ВАХ источника питания

2 - статическая характеристика дуги

$$(R_d - R_u) > 0$$

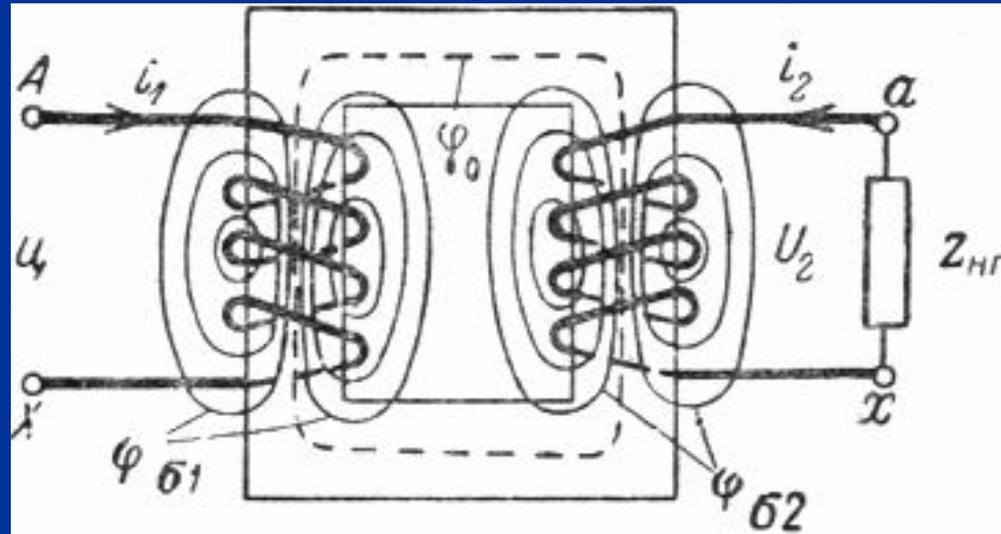
$$R_d > R_u$$

# Перенос металла электрода



$T$  – общее время цикла;  $\tau_1$  – время горения дуги;  $\tau_2$  – время короткого замыкания дугового промежутка;  $\tau_3$  – время восстановления напряжения после взрыва шейки капли;  $I_{max}$  – максимальная величина тока;  $I_d$  – средняя величина тока;  $U_d$  – напряжение на дуге.

# СВАРОЧНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ



Трансформатором называется электромагнитный аппарат, предназначенный для преобразования одной первичной системы переменного тока в другую — вторичную, имеющую другие характеристики, в частности другое напряжение

# Номинальные величины

- Номинальная мощность
- Номинальное напряжение
- Номинальный ток
- Коэффициент трансформации  $K = w_1/w_2$   
 $U_1 = k \cdot U_2$ ,  $I_1 = I_2 / k$

Уравнение напряжений и ЭДС  
при холостом ходе трансформатора

$$U_1 = E_1 + E_{\sigma 1} + I_0 R_1$$

# Пределные режимы работы трансформатора

Режим холостого хода  $I_{2x} = 0$

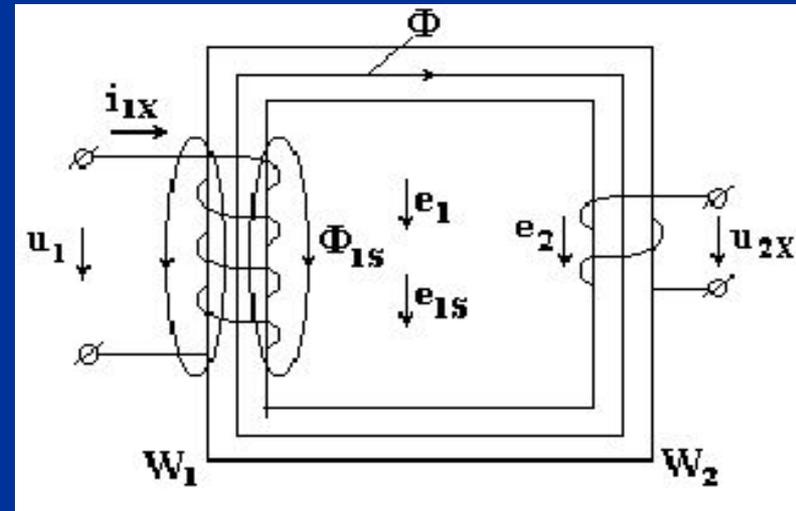
$$U_1 = E_1 + E_{\sigma 1} + I_0 R_1$$

Режим короткого замыкания  $U_{2x} = 0$

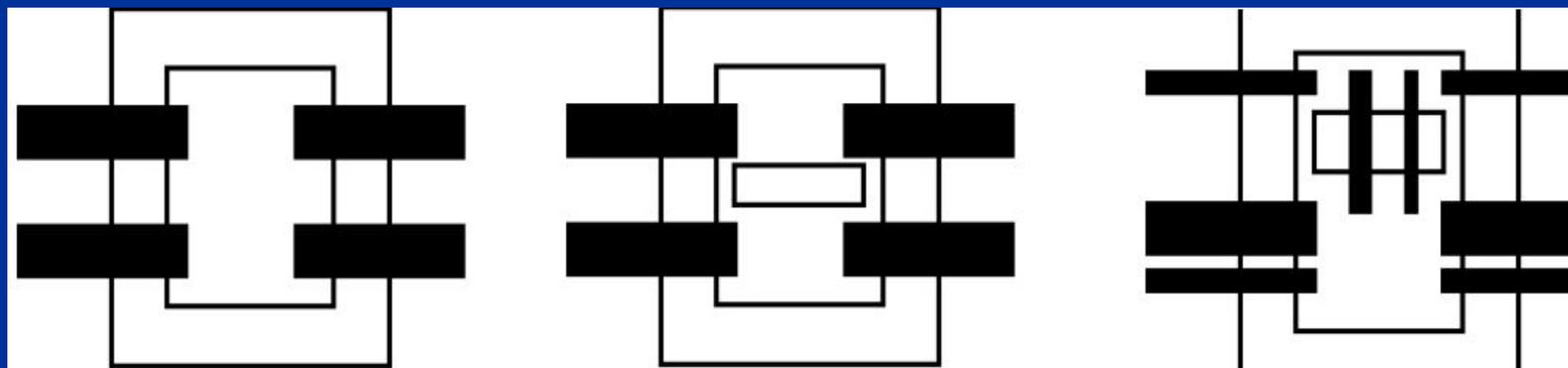
$$x_{\sigma 1} = 2\pi f L_{\sigma 1}; \quad x_{\sigma 2} = 2\pi f L_{\sigma 2}$$

$$E'_2 = E_2 w_1 / w_2 = E_2 k;$$

$$I'_2 = I_2 / k; \quad r'_2 = r_2 k^2; \quad x'_2 = x_2 k^2$$



# Назначение и конструкции сварочных трансформаторов

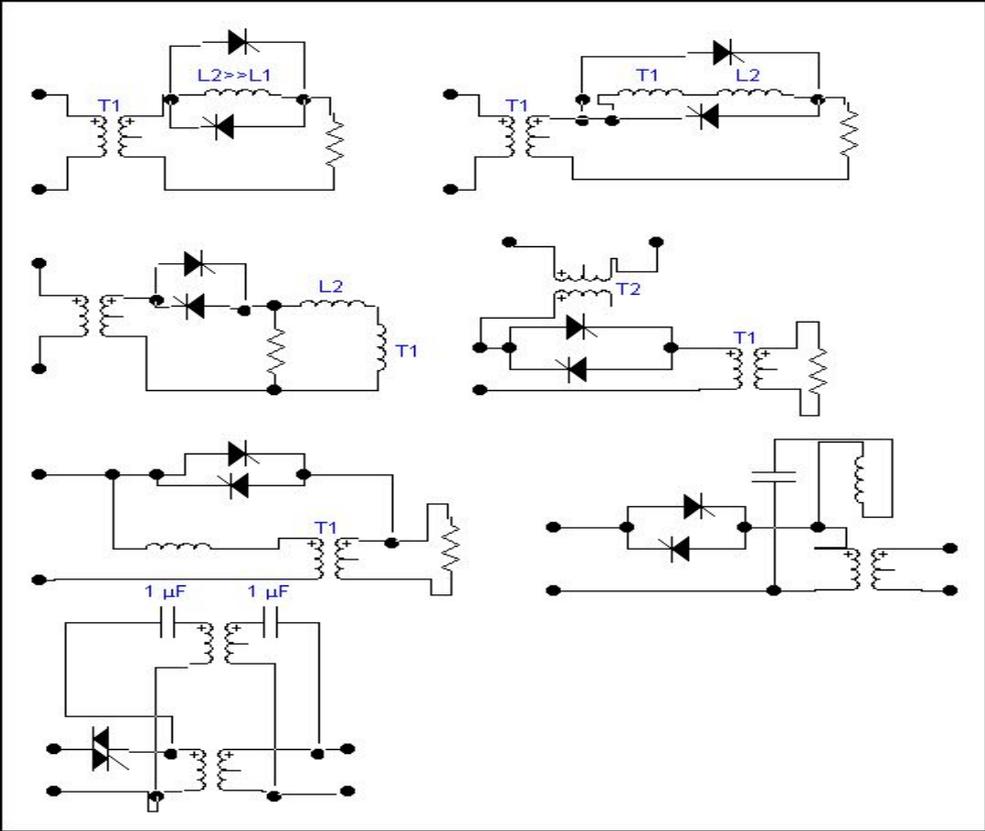


Трансформатор  
с подвижными  
обмотками

Трансформатор  
с подвижным  
магнитным  
шунтом

Трансформатор  
с подмагничиваемым  
шунтом

# Схемы тиристорных трансформаторов



# Серийные трансформаторы

- Для ручной дуговой сварки штучными электродами
- Для автоматической сварки под флюсом
- Для аргонодуговой сварки неплавящимся электродом алюминия и его сплавов

# Трансформаторы для ручной дуговой сварки



Сварочный трансформатор ТДМ-402 применяется для питания одного сварочного поста при ручной дуговой сварке, резке и наплавке металлов переменным током



Трансформатор сварочный для ручной дуговой сварки ПЛАЗМА ТДМ-250



Трансформатор для ручной дуговой сварки ТСБ-25 (ТДЭ-25) предназначен для ручной дуговой сварки и резки металлов электродами диаметром от 3 до 5 мм., толщина свариваемого материала от 1 до 10мм.

# Серия ТД

	ТД-102	ТД-306	ТД300	ТД500
$I_{\text{НОМ}}, \text{ А}$	160	250	315	500
$U_{\text{НОМ}}, \text{ В}$	26,4	30	32,6	40
Диапазон токов, А	60 – 175	100 – 300	60 – 360	100 – 560
Диапазон рабочих напряжений, В	22,4 – 27	24 – 32	22,4 – 34,4	24 – 42,4
$\text{ПН}_{\text{НОМ}}, \%$	20	20	60	60
КПД, %	72	78	86	88,5
Коэффициент мощности	0,48	0,5	0,56	0,68
$U_{\text{ХХ}}, \text{ В}$ (не более)	80	80	80	80
Категория размещения и климатического исполнения	У2			
Габариты, мм	570	630	692	720

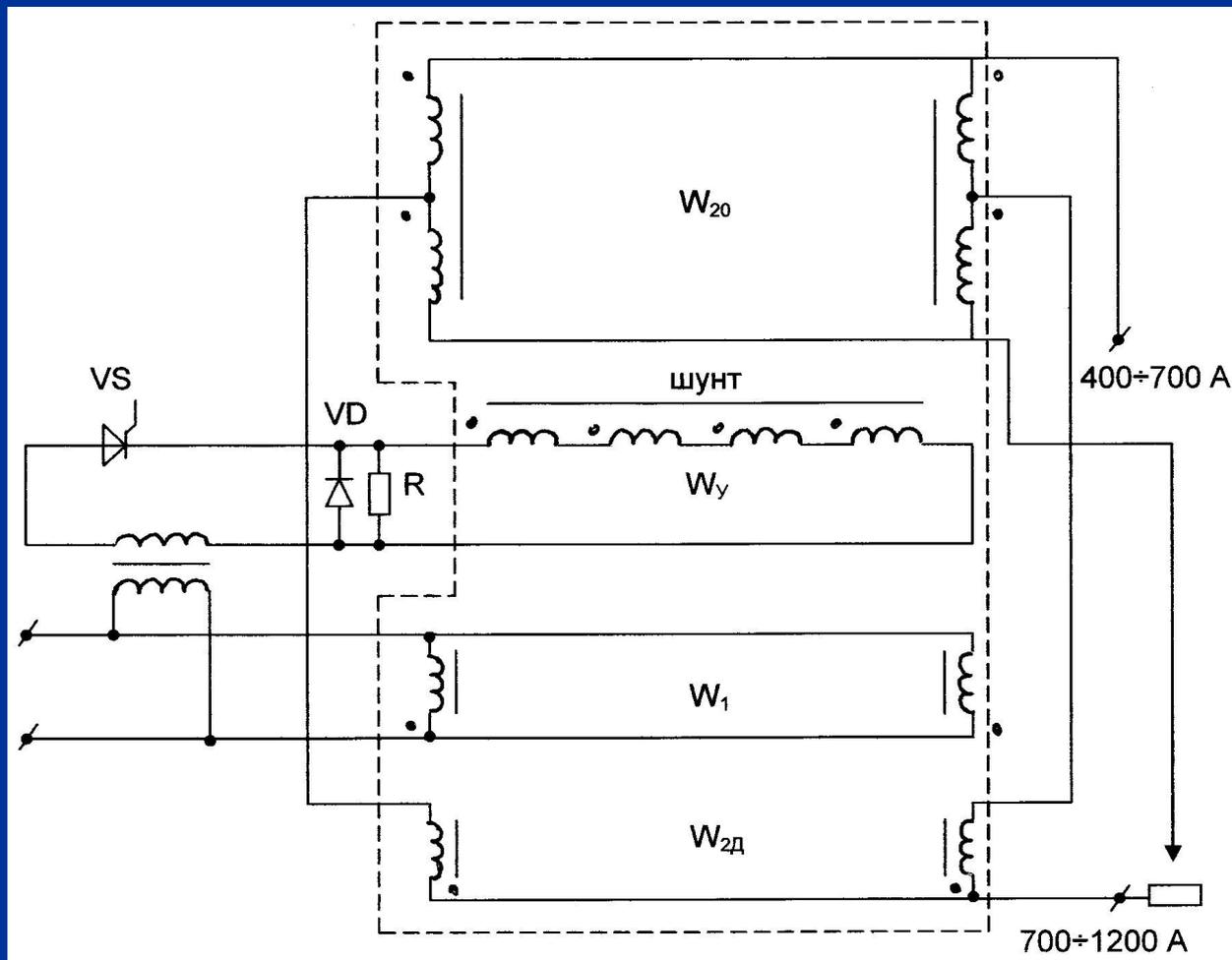
# Серия ТДМ

	ТДМ-165	ТДМ-25 <sub>4</sub>	ТДМ-31 <sub>7</sub>	ТДМ-40 <sub>1</sub>	ТДМ-503-1	-2	-3
$I_{\text{НОМ}}$ , А	160	250	315	400	500		
$U_{\text{НОМ}}$ , В	26	30	33	36	40		
Диапазон токов, А	55-170	85-250	60-370	80-460	90-560		
Диапазон напряжений, В рабочих	22-27	23-30	23-34	23-38	24-42		
Номинальный режим работы (ПН), %	25	25	60	60	60		
КПД, %	68	76	86	86	88		
Коэффициент мощности	0,54	0,56	0,56	0,6	0,65	0,85	0,85
$U_{\text{ХХ}}$ , В	62	62	80	80	80	80	12
Климатическое исполнение и категория размещения				У2			
Габариты, мм	440		555	760	760		
	282		585	585	585		

# Трансформаторы для автоматической сварки под флюсом

	ТДФ-1001УЗ	ТДФ-1601УЗ	ТДФЖ-1002УЗ	ТДФЖ-2002УЗ
$I_{\text{ном}}$ , А	1000	1600	1000	2000
$U_{\text{ном}}$ , В	44	60	56	76
Номинальный режим работы (ПН), %	100	100	100	100
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	36-44	54-60	30-56	32-70
Пределы регулирования сварочного тока, А	400-1200	600-1800	300-1200	600-2200
Коэффициент полезного действия, %	87	88	86	88
Масса, кг	720	1000	550	850

# Трансформаторы серии ТДФ



# Трансформаторы серии ТДФЖ

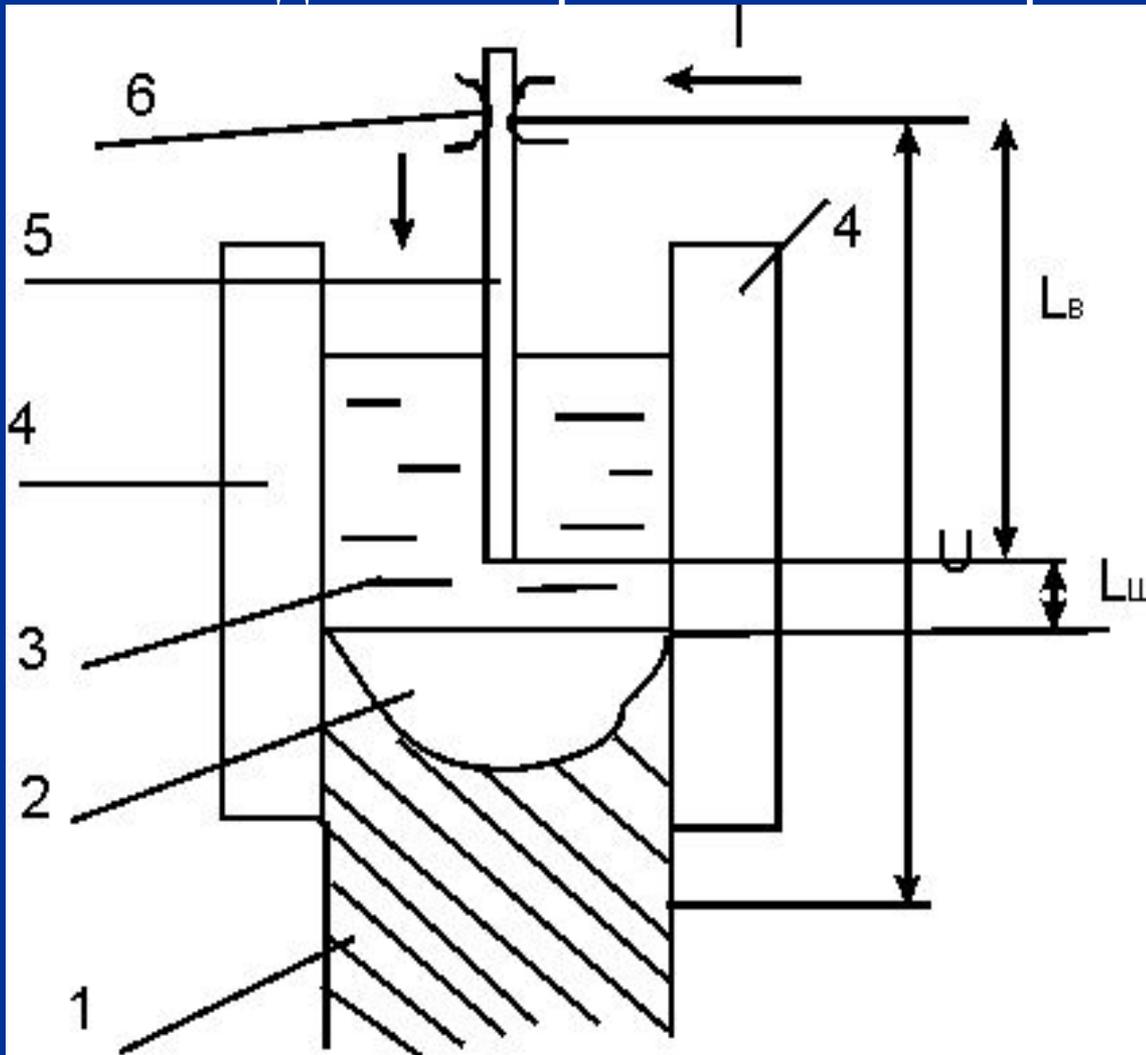


ТДФЖ-1002



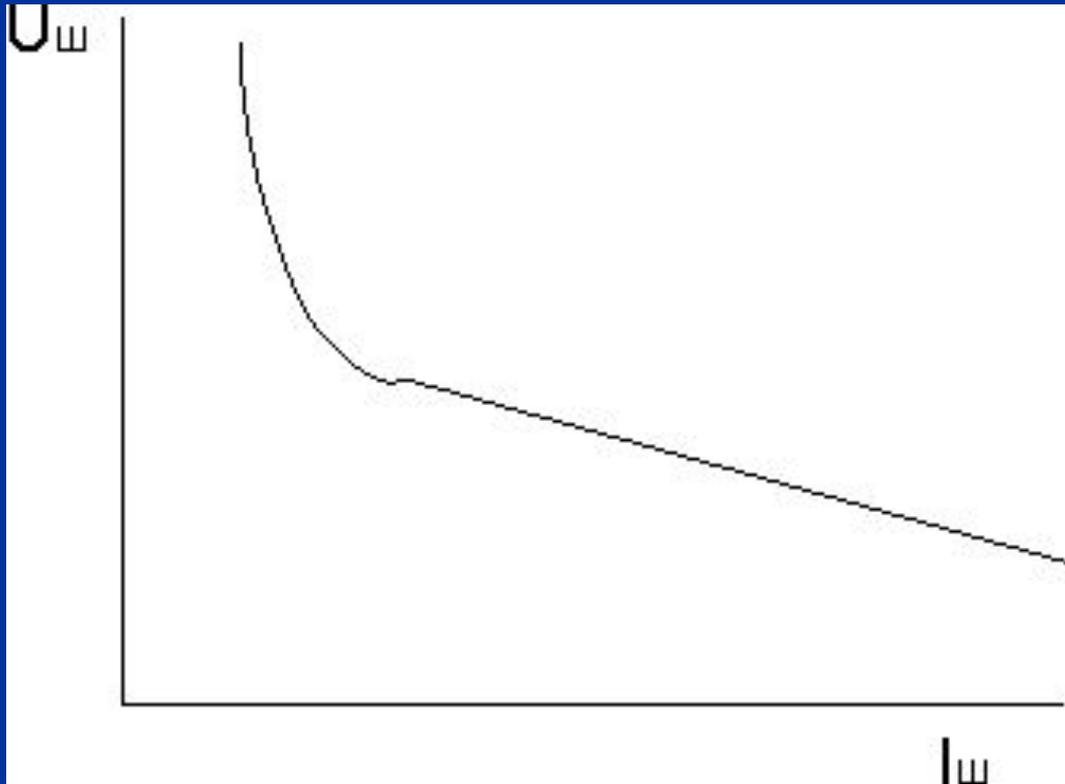
ТДФЖ -2002

## Установки для электрошлаковой сварки



- 1 – сваренное изделие;
- 2 – жидкий металл;
- 3 – шлаковая ванна;
- 4 – ползуны;
- 5 – электрод;
- 6 – скользящий контакт

# Вольтамперная характеристика шлаковой ванны



$$\left[ \left( \frac{\partial P_{\text{ш}}}{\partial T_{\text{ш}}} \right) < \left( \frac{\partial P_{\text{п}}}{\partial T_{\text{ш}}} \right) \right] \text{ при } P_{\text{п}} = P_{\text{ш}},$$

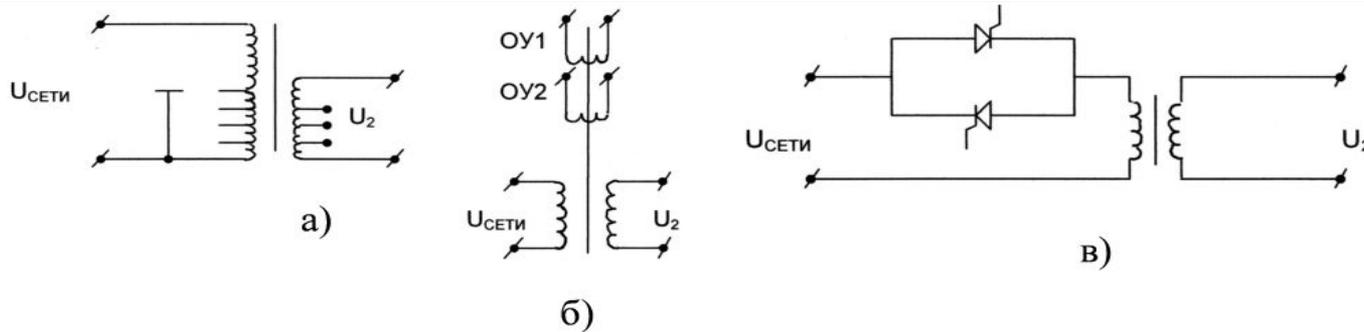
# Способы регулирования напряжения при ЭШС

- 1) С секционированными обмотками;
- 2) С магнитным управлением;
- 3) С тиристорным коммутатором.

# Трехфазные трансформаторы

	ТШС 1000-1	ТШС 1000-3	ТШС 3000-1	ТШС 3000-3	ТРМК 1000-1	ТРМК 3000-1
Ном. А	Ток, 1000	1000*3	3000	3000*3	1000	3000
Пред.рег. Напр., В	38-62	38-62	5-46	8-63	21-57	18-57
Мощн., кВа	56	170	138	500	70	190
Масса, кг	510	1400	600	2200	700	1300

# Способы регулирования напряжения трансформаторов для ЭЭС



- а) с секционированными обмотками;
- б) с магнитным управлением;
- в) с тиристорным коммутатором;

# Подключение, наладка и техническое обслуживание трансформаторов

Номинальный сварочный ток трансформатора, А	Напряжение сети, В	Ток сети, А	Сечение кабеля первичной сети
300	220	97	16
	380	56	10
400	220	124	16
	380	73	10
	220	155	25
	380	90	10

# Ограничитель напряжения холостого хода трансформатора



# ВЫПРЯМИТЕЛИ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ



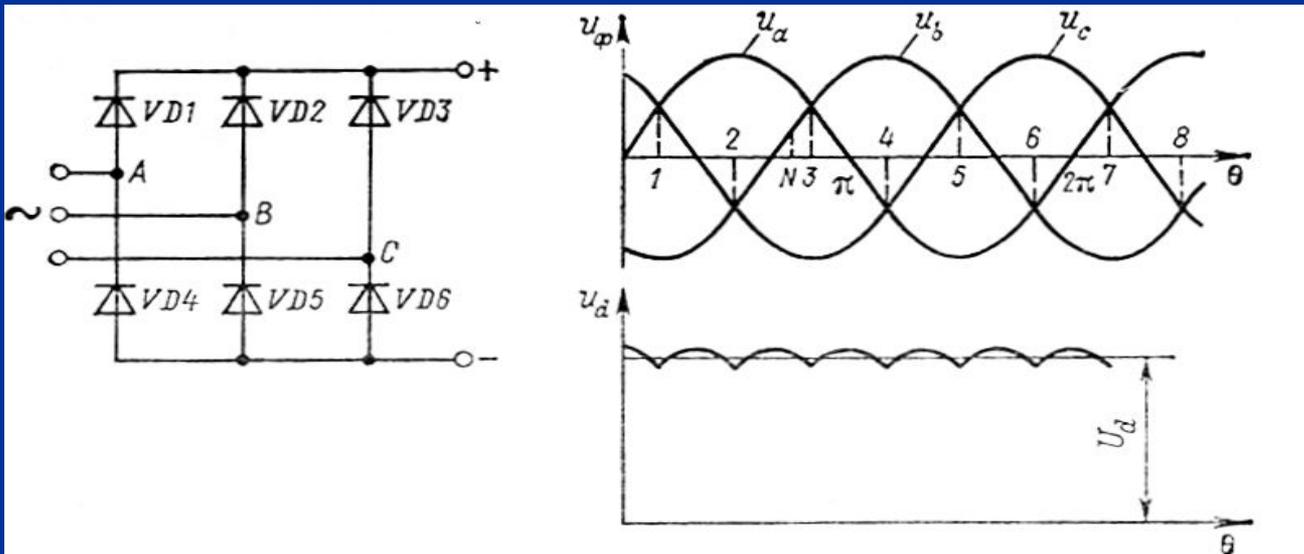
# Однопостовые выпрямители

- с падающими внешними характеристиками для ручной дуговой сварки и механизированной сварки под флюсом;
- с жесткими внешними характеристиками для механизированной сварки плавящимся электродом в защитных газах и под флюсом;
- с универсальными внешними характеристиками, крутопадающими и жесткими, для всех видов сварки.

# Схемы выпрямления

- Трехфазная мостовая схема выпрямления
- Двойная трехфазная схема с уравнительным реактором
- Кольцевая схема выпрямления

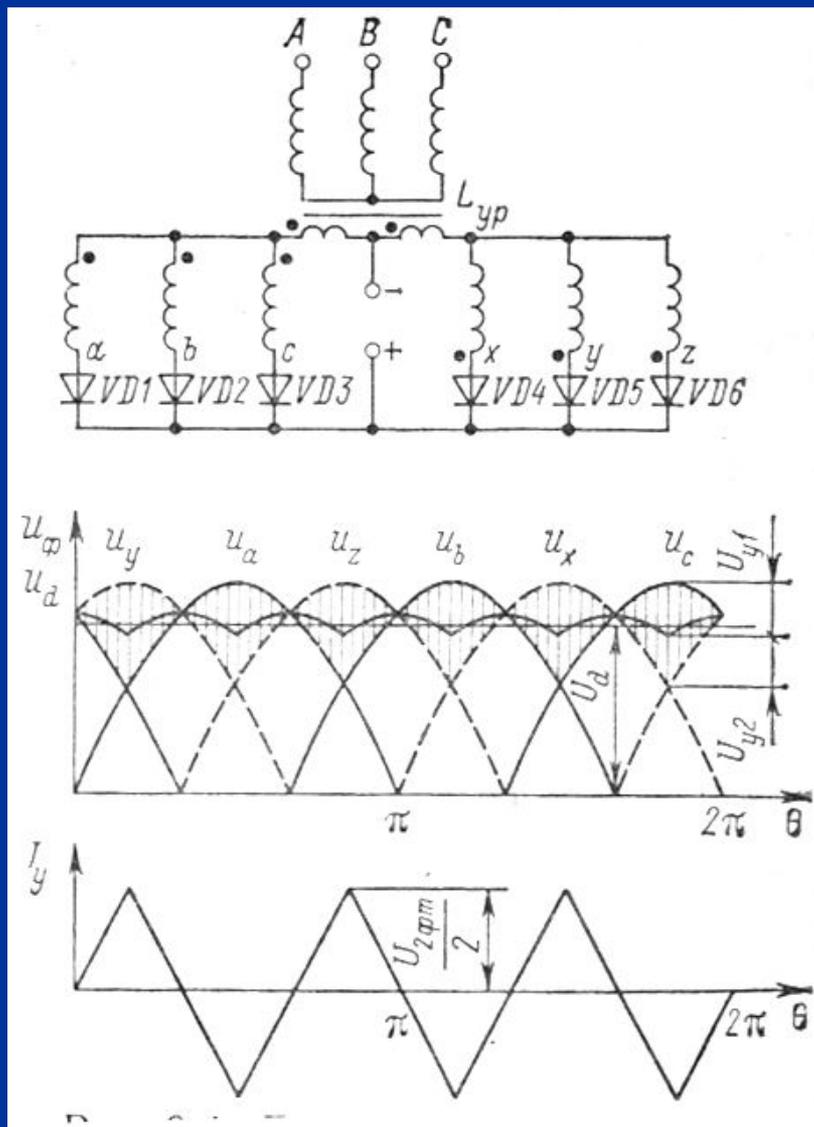
# Трехфазная мостовая схема выпрямления



$$\begin{aligned}
 U_{\text{обр м}} &= 2,45U_{2\phi} \\
 &= 1,41U_{2\pi} \\
 &= 1,045U_{\text{xx}}
 \end{aligned}$$

$$U_{\text{xx}} = \frac{3}{\pi} \int_{-\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{6}} \sqrt{6}U_{2\phi} \cos \theta d\theta = 2,34U_{2\phi} = 1,35U_{2\phi}, \quad I_2 = \sqrt{\frac{2}{3}}I_d$$

# Двойная трехфазная схема с уравнительным реактором

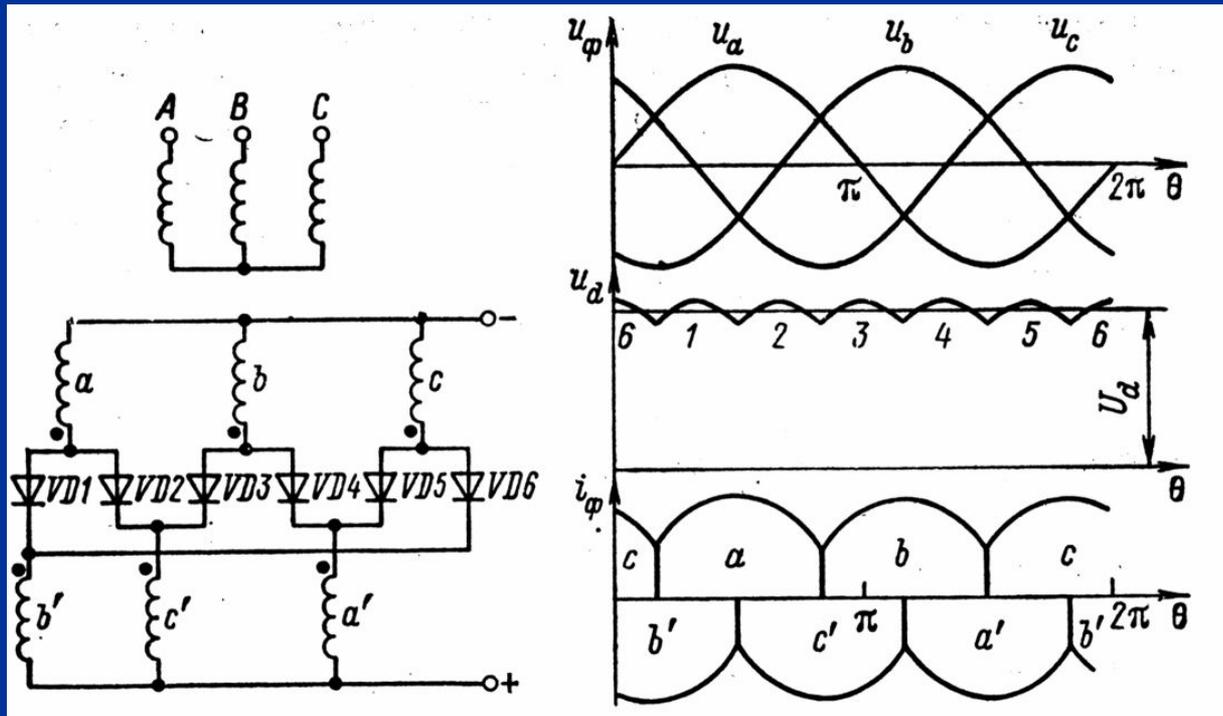


$$U_{xx} = 1,35U_{2\phi} \cos\alpha.$$

$$U_{обрат} = 2,09U_{xx}$$

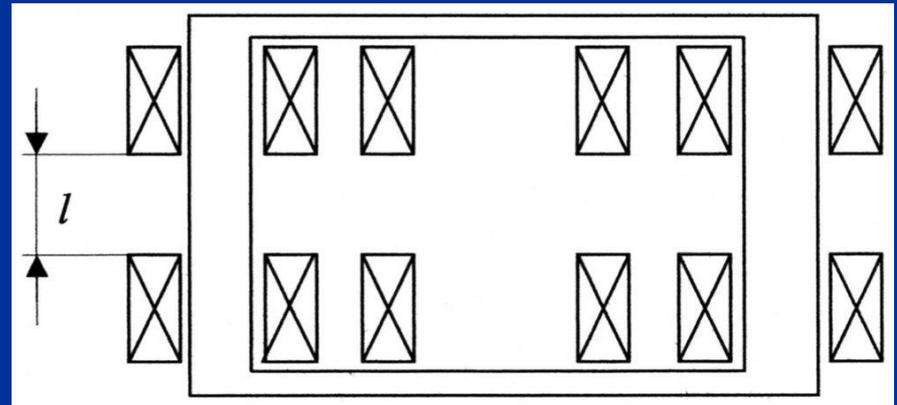
$$I_2 = 0,29I_d$$

# Кольцевая схема выпрямления



## Выпрямители с механическим регулированием

- с подвижными магнитными шунтами;
- с подвижными катушками.



# Технические характеристики ВД-201, ВД-306, ВД-401 и ВД-501

	ВД-201	ВД-306	ВД-401	ВД-501
$I_{\text{ном}}$ , А	200	315	400	500
$U_{\text{ном}}$ , В	28	32	36	40
$U_{\text{ХХ}}$ , В (не более)	70	70	80	80
Пределы регулирования тока, А	30÷200	45÷315	50÷450	50÷500
Первичная мощность, кВА	15	21	28	42
КПД, %	60	72	69	78
Масса, кг	120	164	200	330

# Выпрямители с дросселями насыщения (ДН)

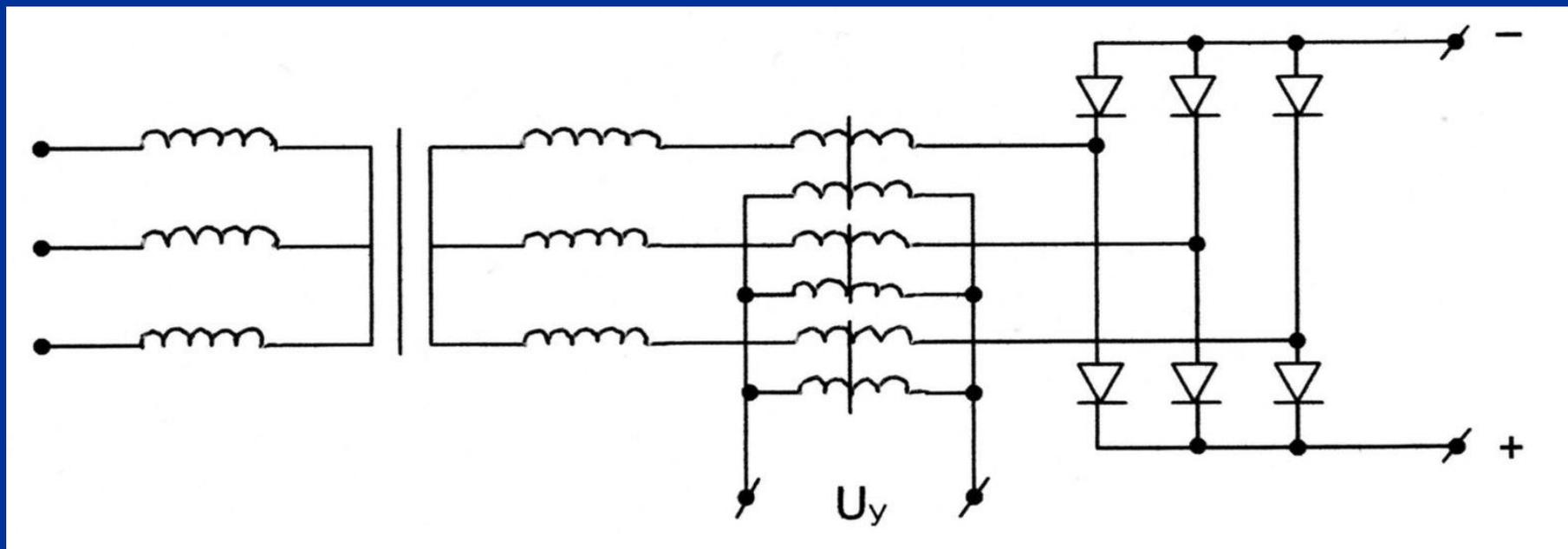
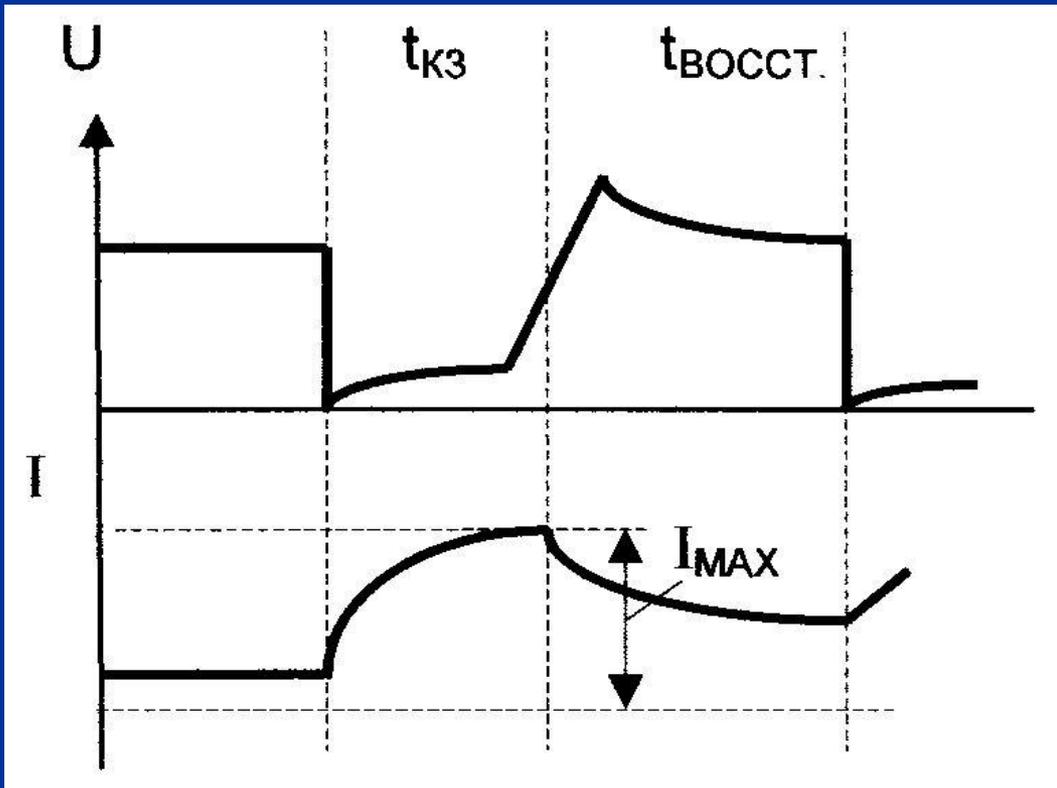


Схема выпрямителя с дросселем насыщения

# Однопостовые сварочные выпрямители с жесткими внешними характеристиками

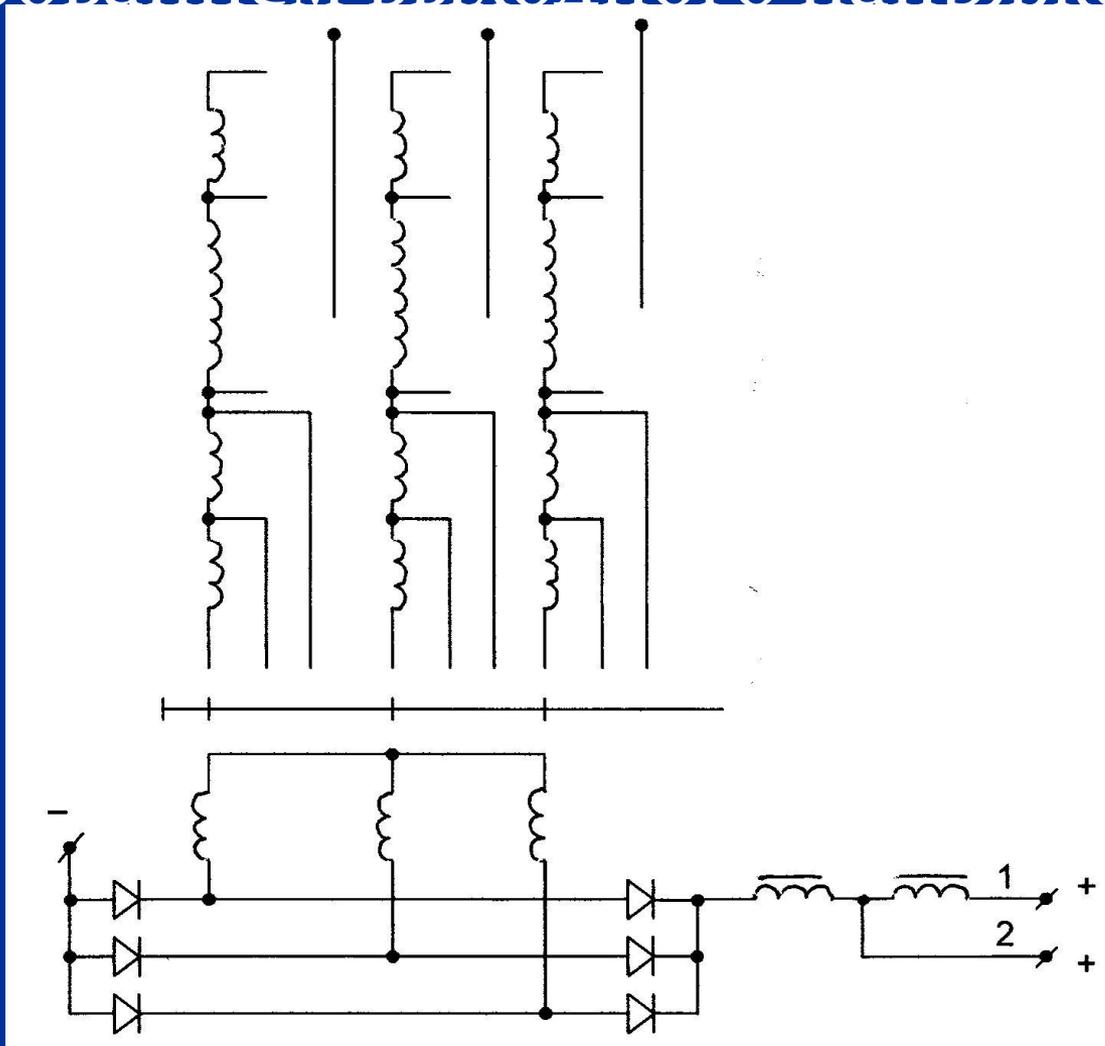


$$\frac{di}{dt} = \frac{\Delta I_{K3}}{\Delta t}$$

Ограничение:

- включение индуктивности в сварочную цепь;
- увеличение крутизны наклона внешней характеристики;
- комбинированный способ

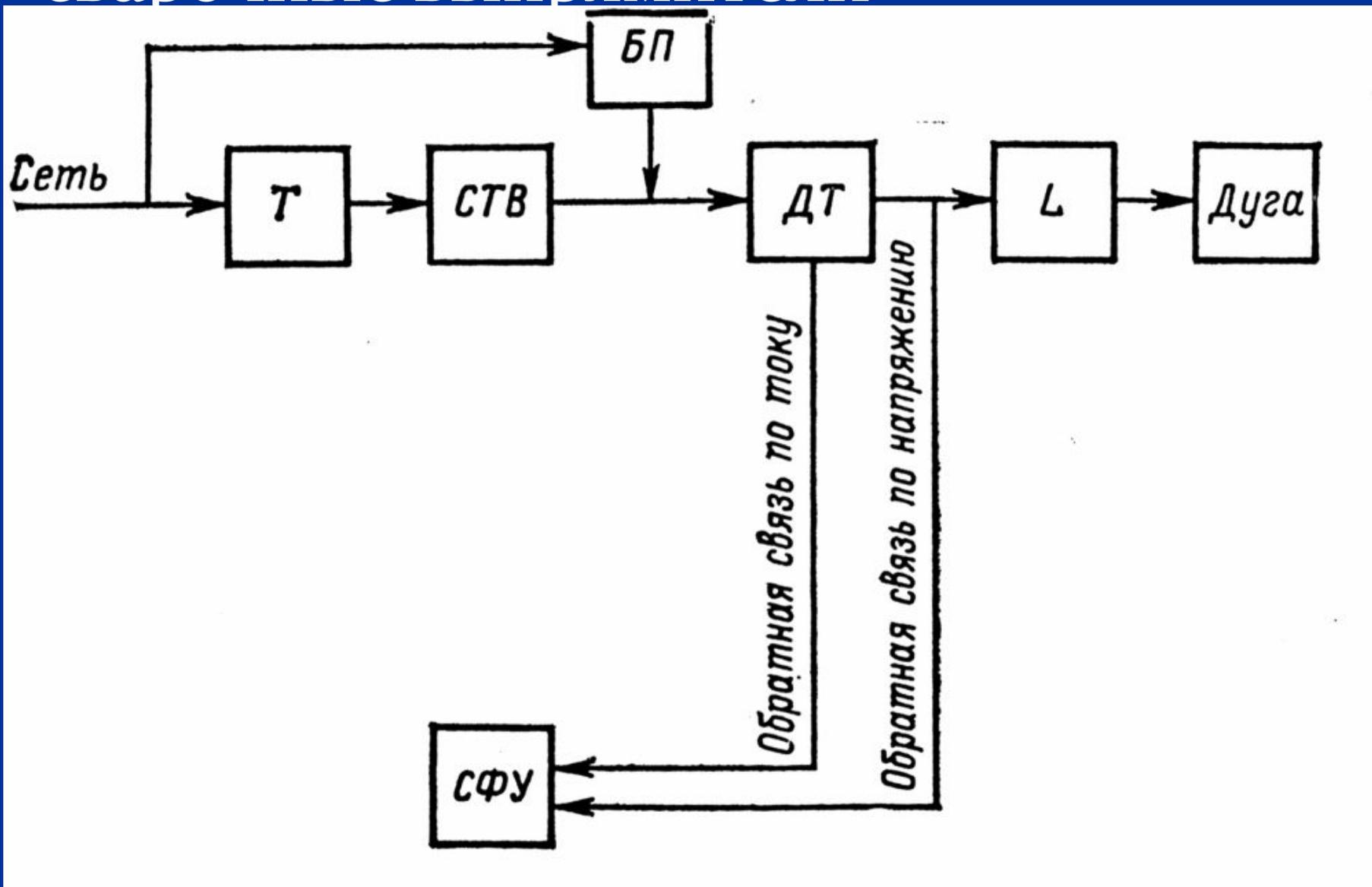
# Выпрямители со ступенчатым регулированием выходного напряжения



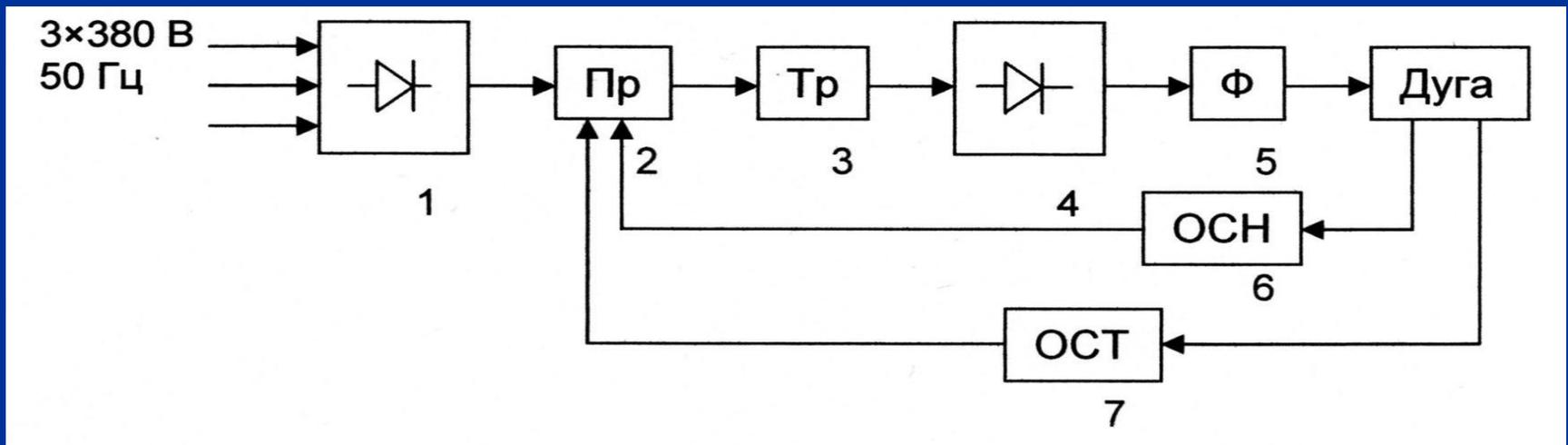
## Выпрямители с плавно-ступенчатым регулированием режима

	ВС-300А	ВС-600М	ВДГ-303	ВСЖ-303
Номинальный сварочный ток, А	315	630	315	315
$U_{\text{ном}}$ , В	34	50	40	34
Пределы регулирования тока, А	50÷315	100÷630	50÷315	
Пределы регулирования напряжения, В	16÷34	20÷50	16÷40	16÷34
Число ступеней регулирования	24	27	3	3
Первичная мощность, кВА	16	35	21	20
КПД, %	75	83	76	
Масса, кг	180	550	220	200

# Однопостовые тиристорные сварочные выпрямители



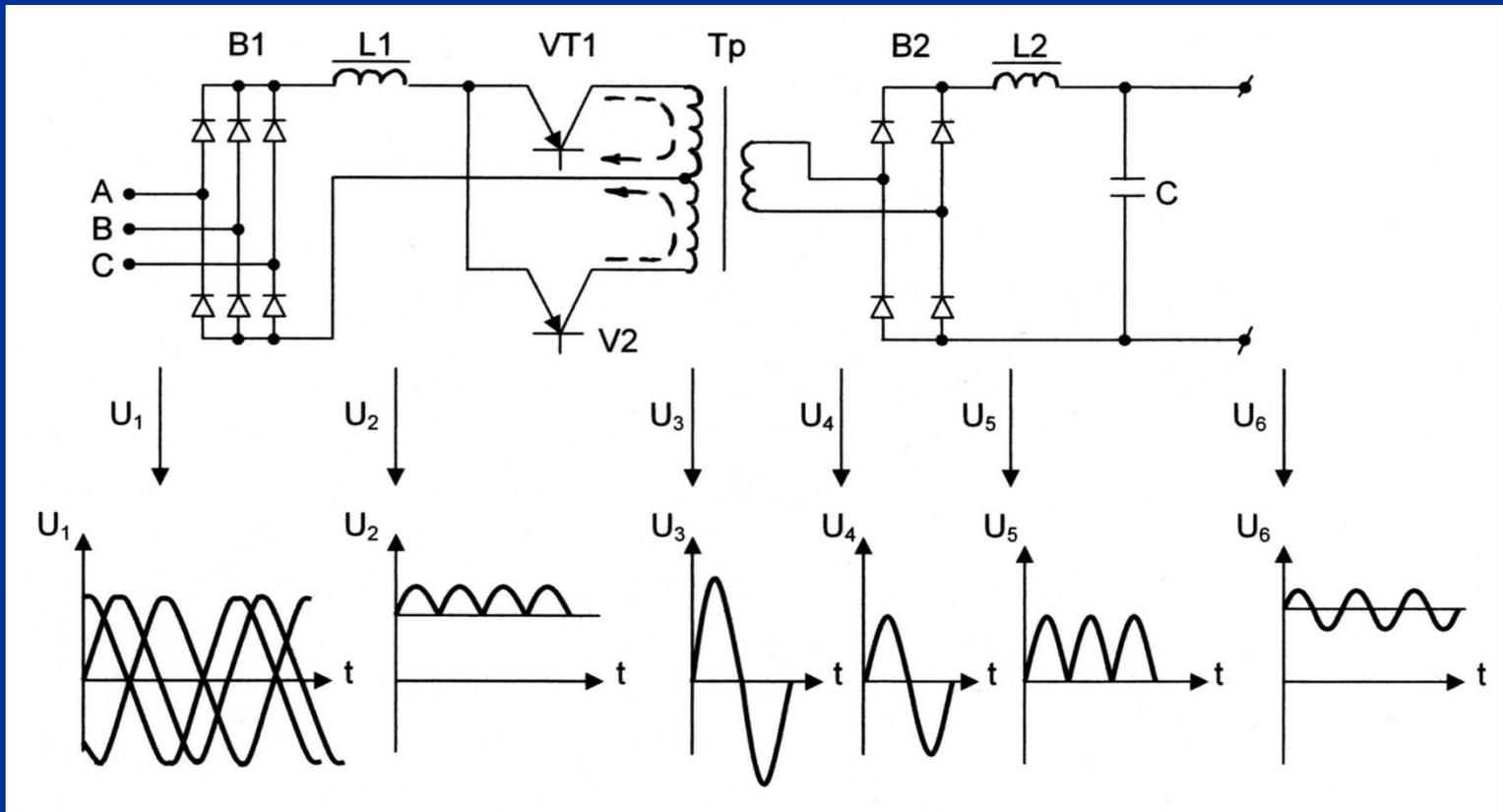
# ИНВЕРТОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ



1. Выпрямитель напряжения промышленной частоты 50 Гц;
2. Преобразователь выпрямленного напряжения в напряжение высокой частоты (1÷50 кГц);
3. Высокочастотный трансформатор;
4. Выпрямитель напряжения высокой частоты;
5. Фильтр;
6. Датчик обратной связи по напряжению;
7. Датчик обратной связи по току.

$$E = 4,44fBSW$$

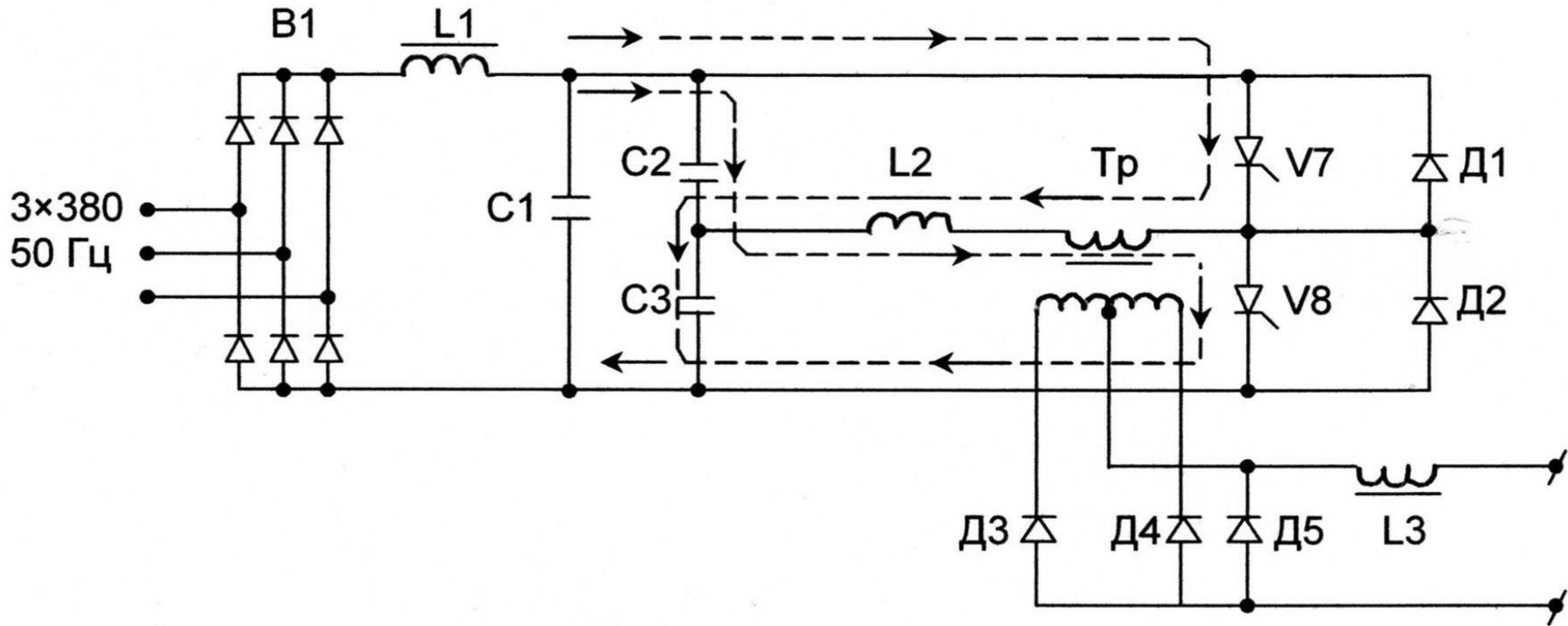
# Транзисторный инвертор



$$X_T = \frac{2\pi \cdot f \cdot W_2^2 (2 - K_M^2)}{R_M};$$

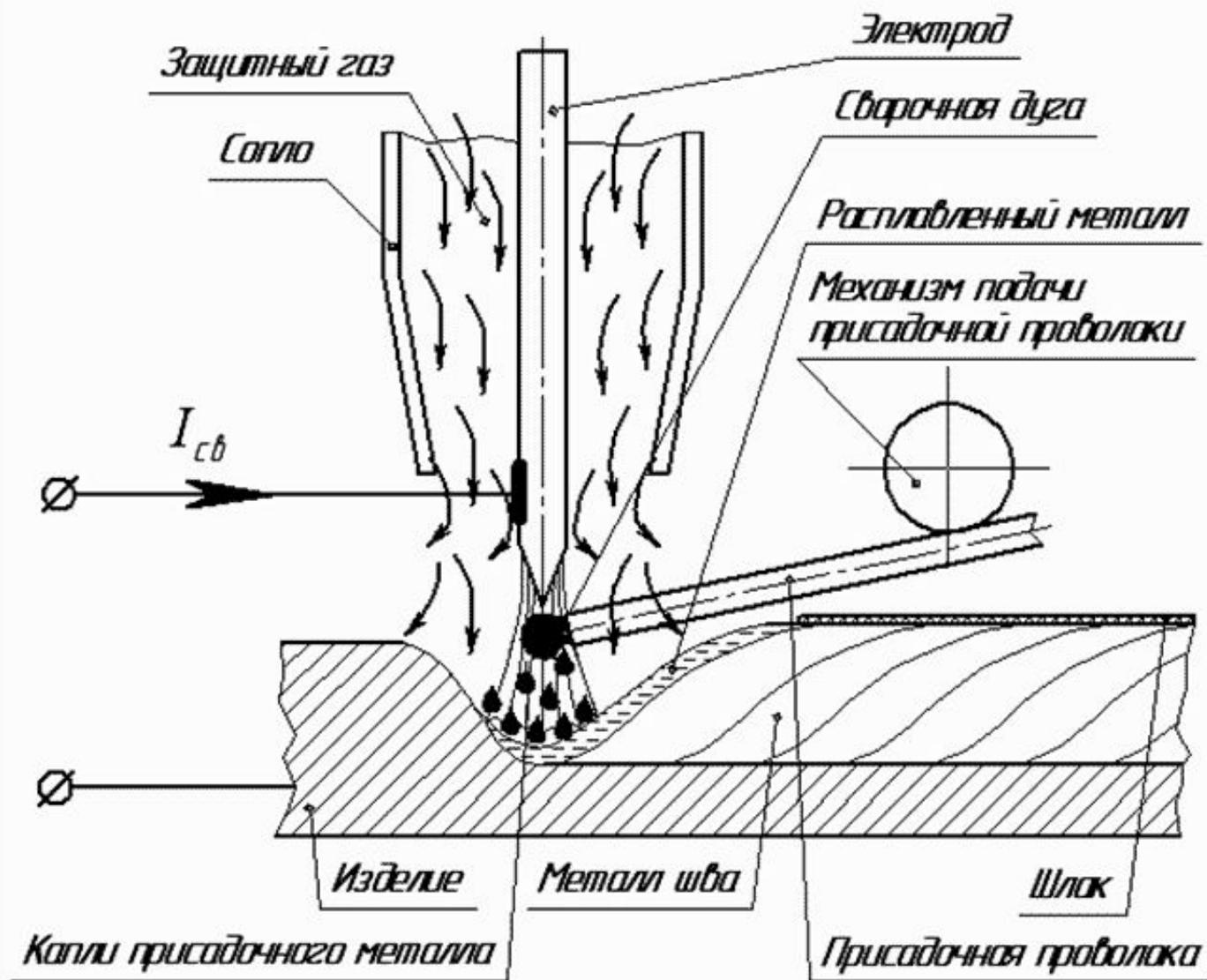
$f$  - частота;  $W_2$  - число витков вторичной обмотки;  $K_M$  - коэффициент магнитной связи;  $R_M$  - сопротивление магнитопровода.

# Тиристорный инвертор

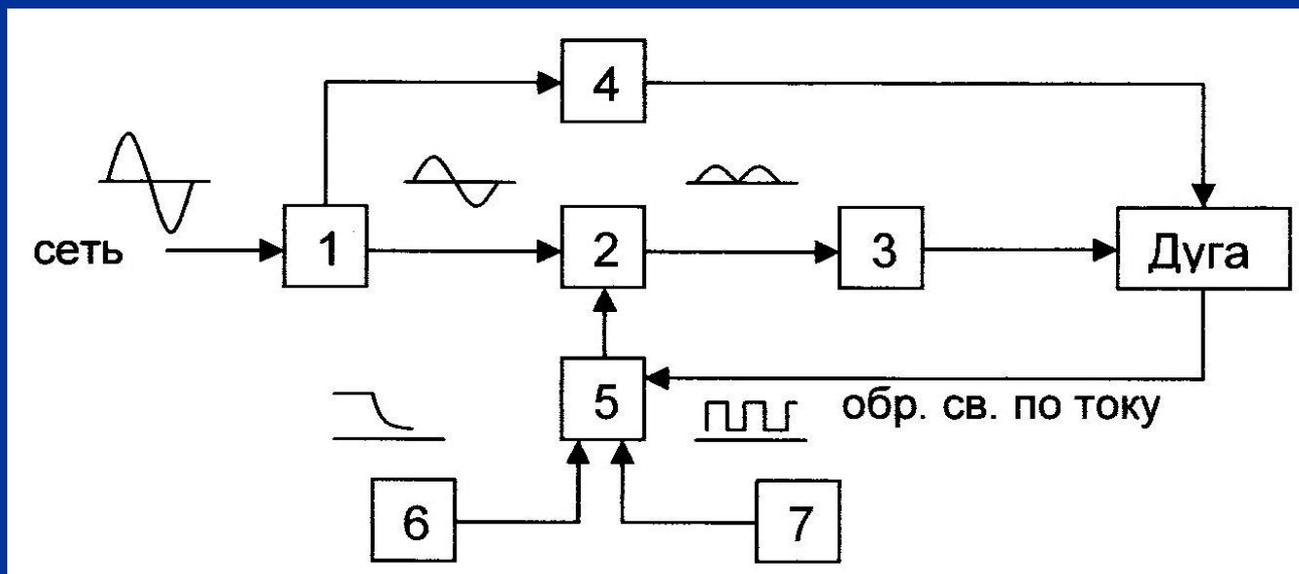


$$\frac{1}{f} = 2\pi\sqrt{LC}$$

# ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СВАРКИ НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ

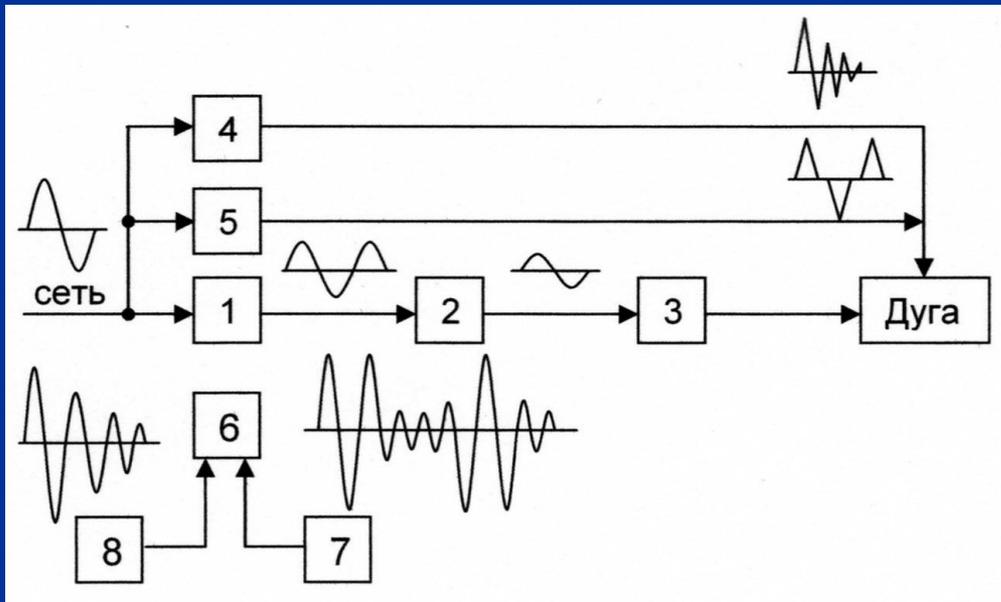


# Состав, назначение и особенности ИСТОЧНИКОВ ПОСТОЯННОГО ТОКА



1 – трансформатор; 2 – выпрямитель; 3 – фильтр;  
4 – осциллятор; 5 – регулятор;  
6 – блок задания тока; 7 – генератор импульсов.

# Назначение, состав, особенности источника переменного источника

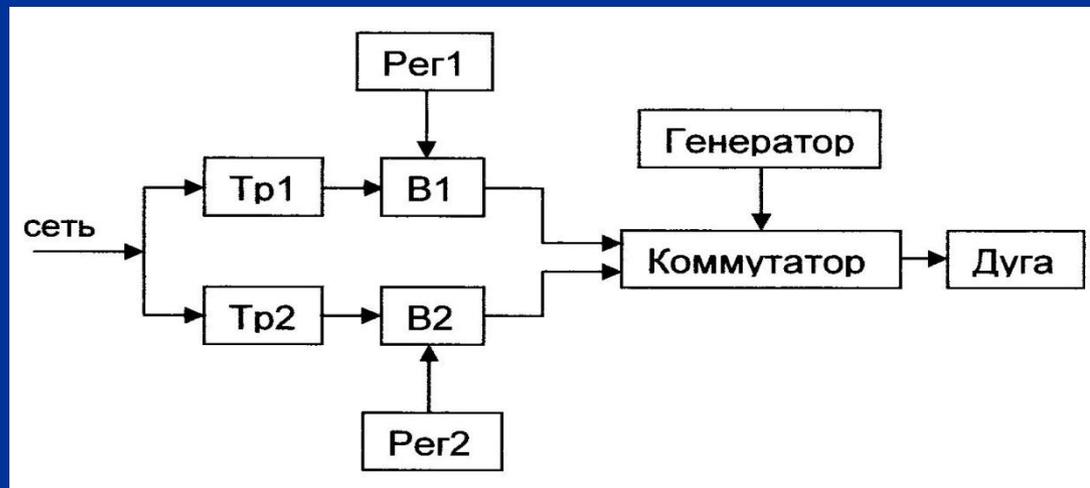


- Трансформатор
- Блок подавления постоянной составляющей
- Фильтр
- Осциллятор
- Стабилизатор горения дуги
- Регулятор тока
- Генератор импульсов
- Блок задания тока

ПОСТОЯННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СВАРОЧНОГО ТОКА

- ухудшает стабильность горения дуги и механические свойства сварного соединения;
- вызывает подмагничивание трансформатора и его перегрев.

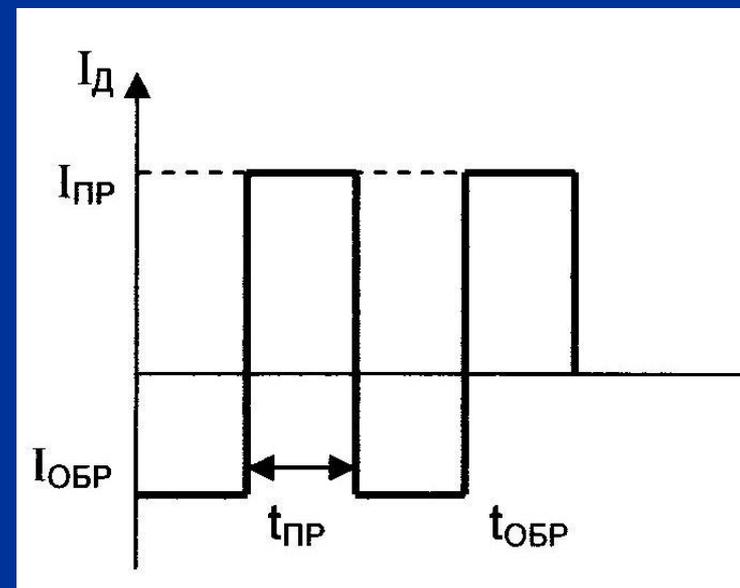
# Источник разнополярных импульсов



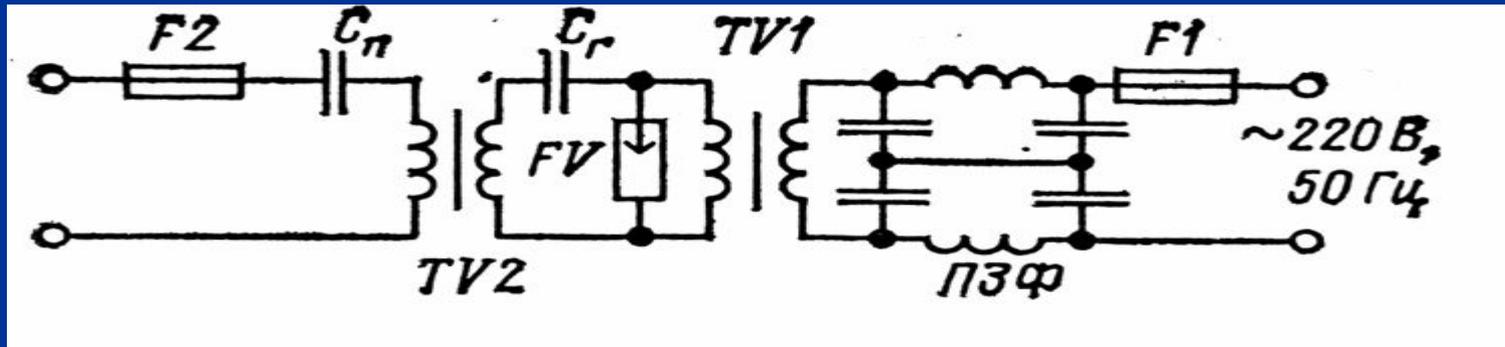
Tr1, Tr2 – трансформаторы;

B1, B2 – выпрямители;

Per1, Per2 – регуляторы импульсов

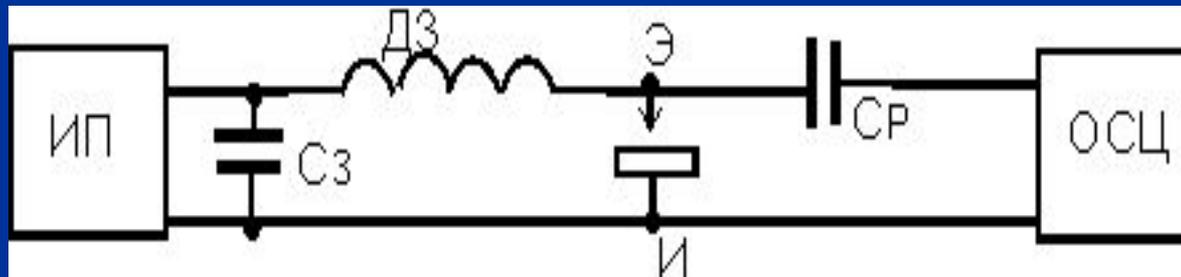


## Устройства для поджига дуги

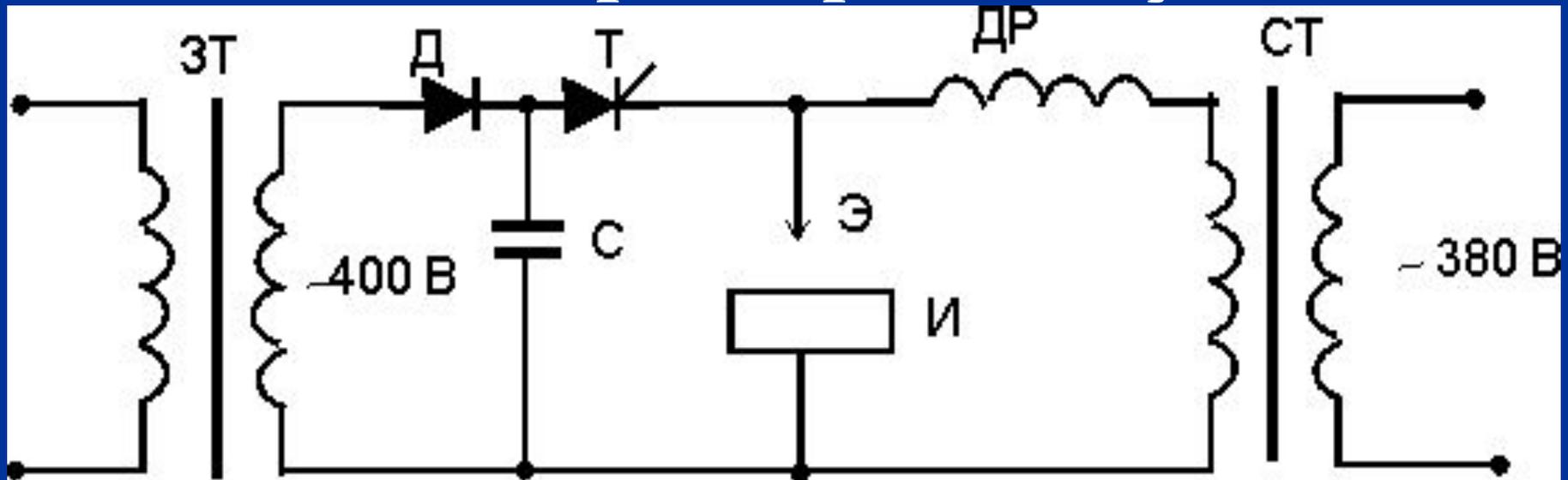


Основные требования к устройствам для поджига через зазор (возбудителям дуги или осцилляторам):

- 1) должен обеспечить надежное возбуждение дуги;
- 2) не должен угрожать безопасности сварщика и оборудования



# Стабилизаторы горения дуги



принципиальная схема стабилизатора горения дуги.

# ЦИКЛ СВАРКИ

Блок цикла сварки обеспечивает:

- включение цикла по команде оператора;
- включение подачи защитного газа;
- запрет на включение сварочного тока до момента, пока газ не поступит в зону сварки и не вытеснит имеющийся там воздух;
- включение устройства для зажигания дуги;
- нарастание тока до рабочего значения;
- отключение устройства для возбуждения дуги;
- включение движения сварочной горелки и подачи присадочной проволоки;
- по команде оператора—снижение сварочного тока в течение установленного оператором времени;
- отключение источника сварочного тока;
- отключение подачи газа в течение заданного времени и возврат схемы в исходное состояние.

# СВАРОЧНЫЕ ПОЛУАВТОМАТЫ



# Исполнение по способу защиты зоны дуги

ДЛЯ  
СВАРКИ:

в активных  
защитных  
газах  
(Г)

в инертных  
защитных  
газах  
(И)

в инертных  
и активных  
Газлах  
(У)

ПОД  
ФЛЮСОМ  
(Ф)

ОТКРЫТОЙ  
ДУГОЙ  
(О)

# Исполнения полуавтоматов

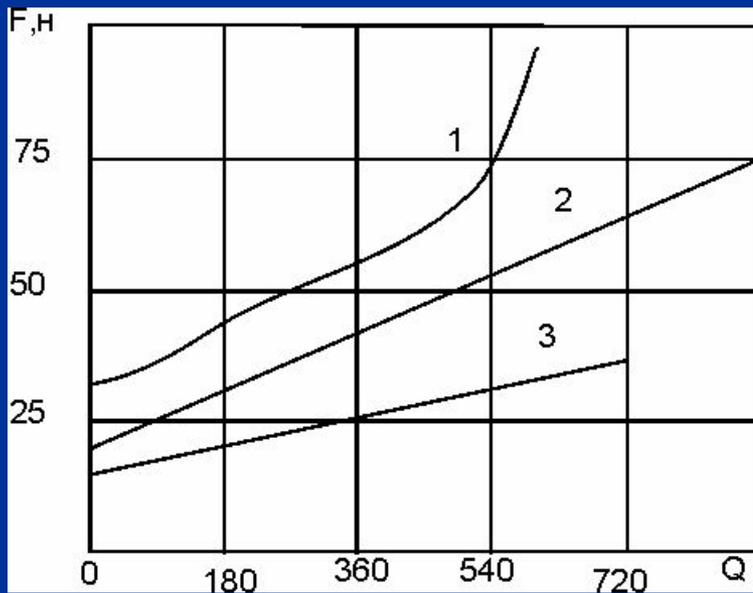
- по виду проволоки (сплошной, порошковой)
- по способу охлаждения горелки (воздушное, водяное),
- по способу регулирования скорости подачи электродной проволоки (зависимая, независимая),
- по способу подачи электродной проволоки (толкающего типа, тянуще-толкающего типа, тянущего типа)
- по конструктивному исполнению.

# Состав полуавтомата

- 1) механизм подачи электродной проволоки;
- 2) блок (аппаратура) управления;
- 3) сварочная горелка;
- 4) источник питания;
- 5) система подачи защитного газа;
- 6) щитки, кабели, ЗИП

# Подающий механизм

- Система подачи толкающего типа
- Система подачи тянуще-толкающего типа
- Система тянущего типа



# Подающий механизм

$$P_{\text{дв}} = P_{\text{р}} + P_{\text{т}} + P_{\text{с}} + P_{\text{п}}$$

$$P_{\text{п}} = Fv = 200 * 0,27 = 54 \text{ Вт}$$

$$T_1 = T_2 e^{\mu}$$

Диаметр электродной проволоки, мм	0,8 – 1,0	1,0 – 1,4	1,4 – 2,0	2,0–3,0
Внутренний диаметр направляющего канала, мм	1,5	2,5	3,2	4,7

# Подающий механизм

Диаметр  
электродной  
проволоки,  
мм

0,8 1,0 1,2 1,4 1,6 2,0 2,5 3,0

Внутренний  
диаметр  
наконечника,  
мм

0,9 1,2 1,4 1,6 1,8 2,3 2,8 3,3

# Токоподводящие устройства

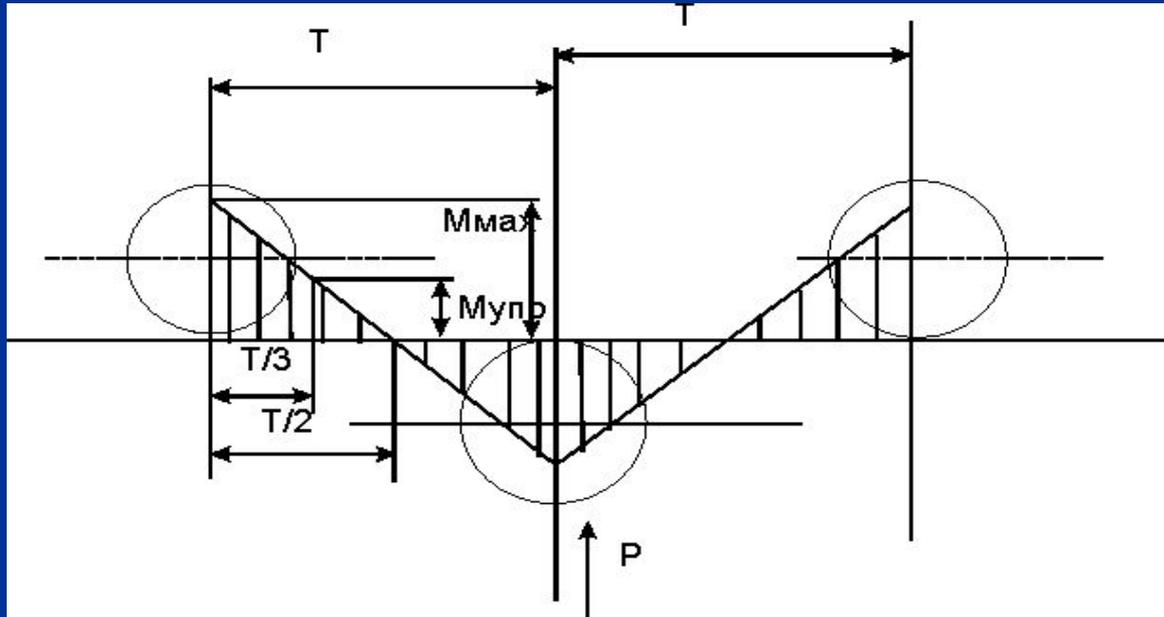
- а) с цельным трубчатым наконечником;
- б) с разрезными вкладышами и цанговым креплением;
- в) сборный с разрезными вкладышами.

$$P_{кр} = \rho \sqrt{(HВ C / (0,2 R_{п}))}$$

$C$ —коэффициент, зависящий от качества обработки состояния контактных поверхностей (1,5—3,0),  $HВ$ —твердость материала контактного вкладыша по Бринеллю;  $R_{п}$ —допустимое сопротивление переходной зоны;  $\rho$ —удельное сопротивление контактирующих поверхностей.

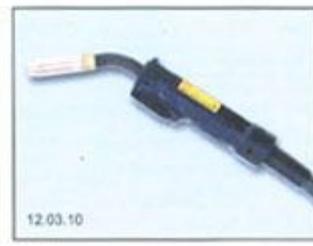
# Механизм подачи электродной проволоки

$$V_{\text{п}} = \pi n d / I \quad t/4 \geq 4.22 \sqrt{(E / \sigma_{\text{T}})}$$



$d$ —диаметр ролика, мм;  $n$ —число оборотов двигателя, об/мин;  $I$ —передаточное число редуктора. прижатия  $F \cong \Psi N$ ,  $F$ —тяговое усилие, Н;  $\Psi$ —коэффициент сцепления роликов с проволокой;  $N$ —усилие прижатия роликов к проволоке, Н.

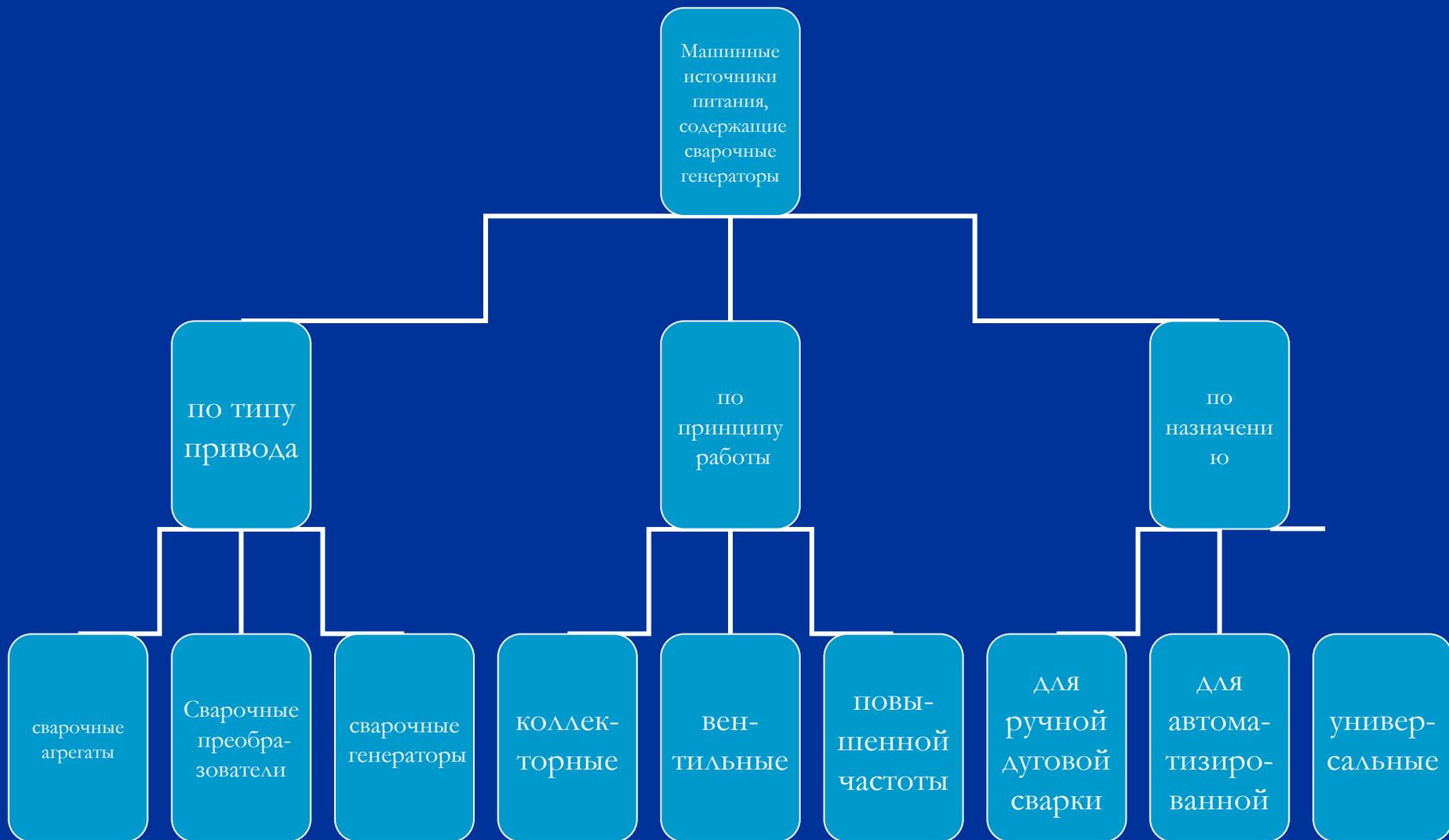
# Сварочные горелки



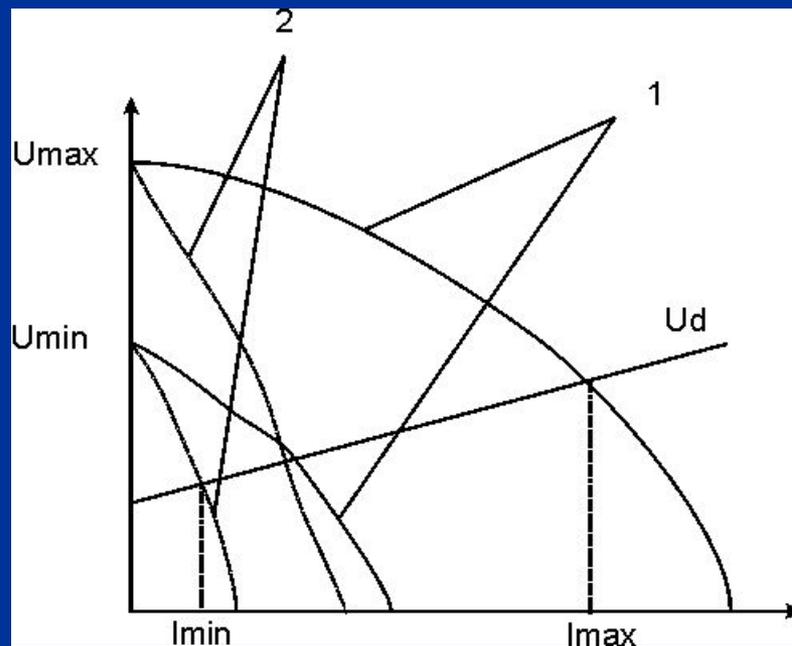
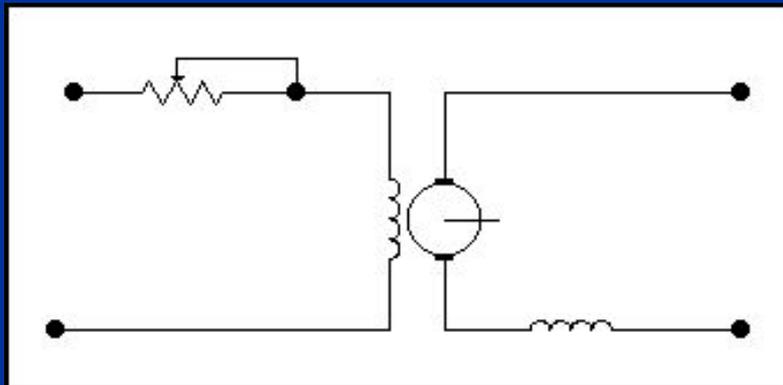
ГДПГ



# СВАРОЧНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ, ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ И АГРЕГАТЫ

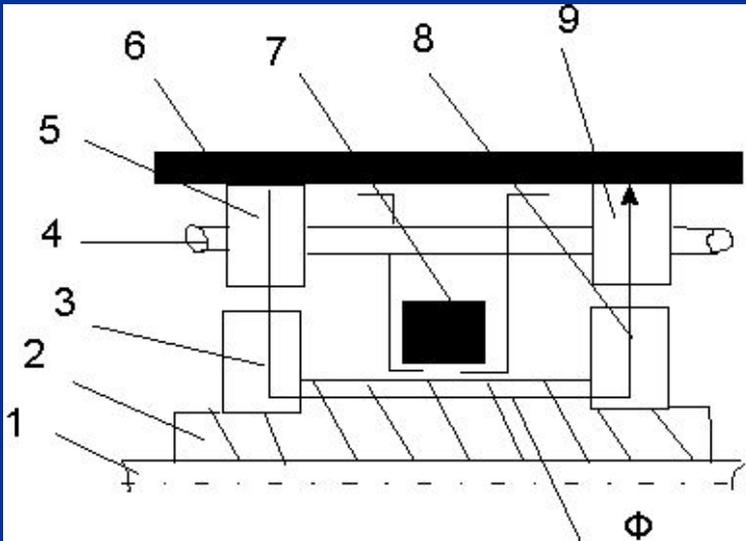


# Принцип работы и формирования внешних характеристик коллекторных сварочных генераторов



1 – диапазон больших  
ТОКОВ;  
2 – диапазон малых ТОКОВ

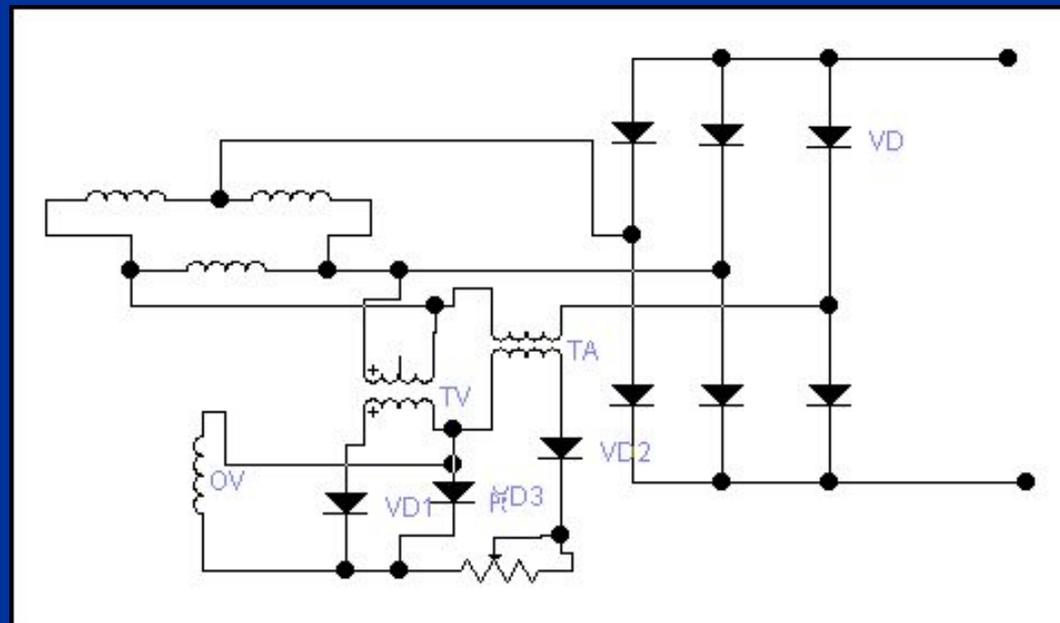
# Вентильные сварочные генераторы



1 – вал; 2 – массивная втулка на валу; 3, 8 – пакеты железа ротора; 4 – обмотка якоря; 5, 9 – пакеты железа статора; 6 – станина; 7 – обмотка возбуждения, прикрепленная к станине;  $\Phi$  – основной магнитный поток

$$U = E_0 - jI_d x_d - jI_g x_g - Ir$$

$$(jI_d x_d \gg jI_g x_g)$$



# Сварочные преобразователи

- Преобразователи типов ПСО-315МУ<sub>2</sub>, ПСО-300-2У<sub>2</sub> и ПД-502
- Преобразователь типа ПСГ-500-1У<sub>3</sub>
- Сварочный преобразователь ПД-305У<sub>2</sub> с вентильным генератором

# Сварочные агрегаты

- двигатель внутреннего сгорания;
- сварочный генератор;
- пульт управления с контрольно-измерительными приборами;
- реостат регулирования сварочного тока;
- топливный бак;
- аккумуляторная батарея для пуска двигателя агрегата или пускового двигателя

## ■ Режимы работы сварочного оборудования

- Повторно-кратковременный режим

$$ПВ = \frac{T_P}{T_P + T_{II}} 100\%,$$

$T_P$ —время работы;  $T_{II}$ —время паузы.

Конструктивные параметры источников питания для дуговой сварки, климатические исполнения, категории размещения, обозначение

# Общая схема установок для электронно-лучевой сварки

Основные энергетические параметры луча:

1. Электроны в электрическом поле излучателя приобретают энергию:

$$W_e = mv^2/2 = eU_a,$$

$m$ ,  $e$ ,  $v$  – масса, заряд и скорость электрона;

$U_a$  – анодное напряжение излучателя (электронной пушки).

2. Мощность электронного луча, передаваемая металлу

$$P_T = \eta I_L Y_a,$$

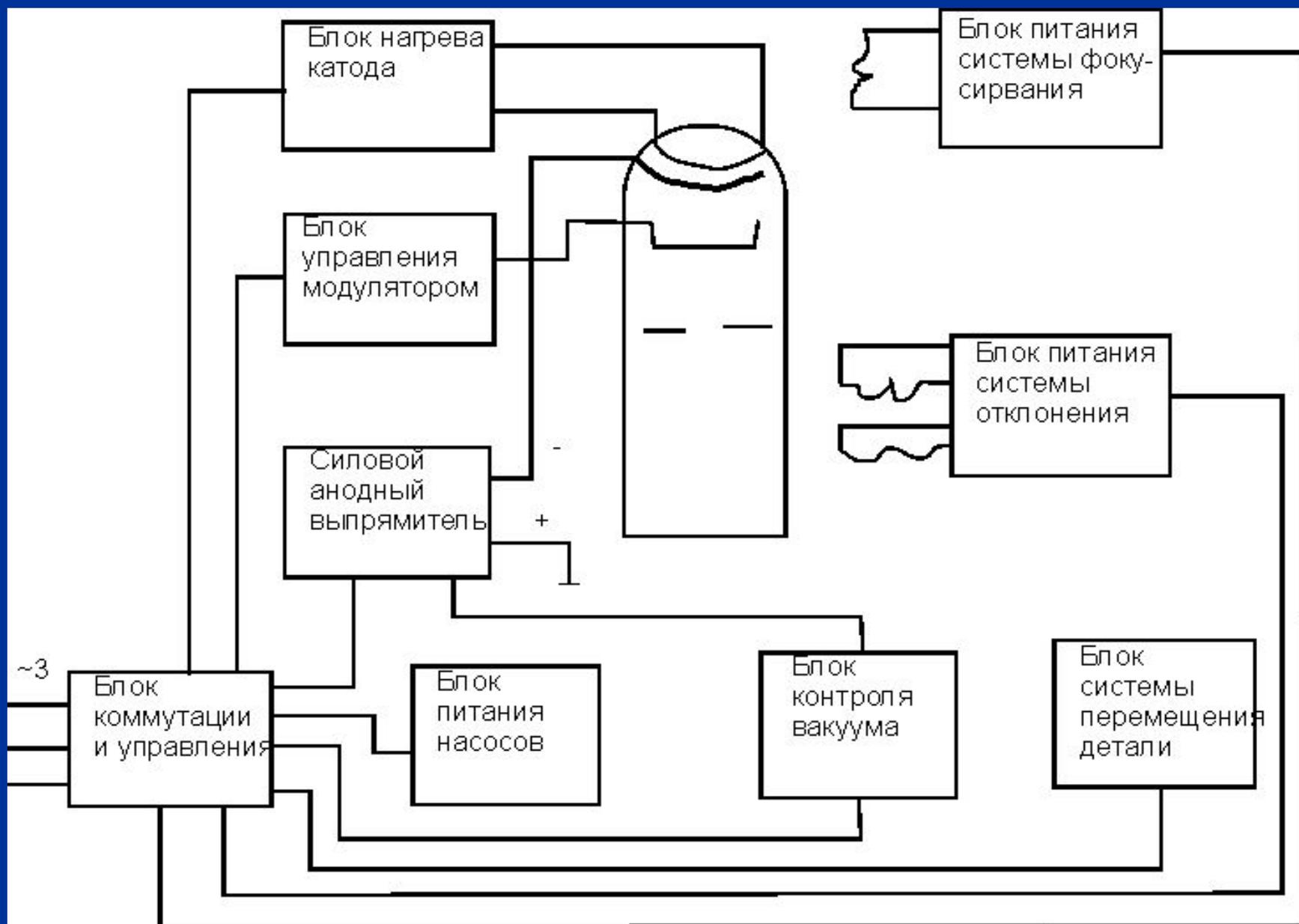
$I_L$  – ток в луче;  $\eta$  – эффективный к.п.д.

3. Удельная мощность в луче:

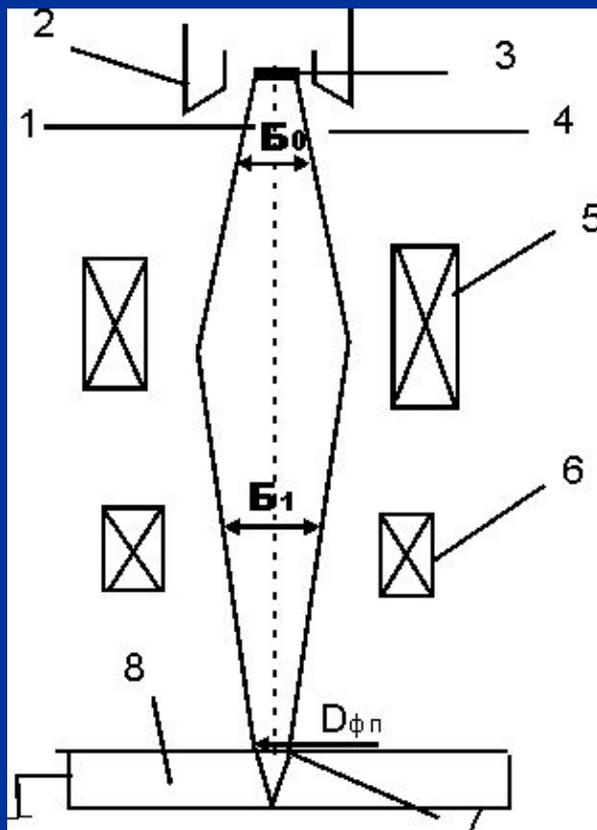
$$p_L = P_T / s_L = \eta I_L Y_a / (\pi r_L^2),$$

$s_L$ ,  $r_L$  – поперечное сечение и радиус луча на свариваемом изделии.

# Блок-схема питания установки для ЭЛС



# Электронные пушки



1 – электронный луч;

2 – прикатодный управляющий электрод (модулятор);

3 – катод;

4 – анод;

5 – магнитная линза;

6 -- система отклонения;

7 – фокусное пятно;

8 – изделие