

**ЛІТЕРАТУРА**



**НАВЧАЛЬНО – МЕТОДИЧНА**

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра «Технології і обладнання зварювального  
виробництва»

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторної роботи №3  
з дисципліни «Матеріали для зварювання  
плавленням, наплавлення і напилення»

на тему:  
«Мікроплазмове зварювання на установці МПУ-4»

Тернопіль,  
2016



Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра «Технології і обладнання зварювального виробництва»

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторної роботи №3  
з дисципліни «Матеріали для зварювання плавленням,  
наплавлення і напилення»

на тему:  
«Мікроплазмове зварювання на установці МПУ-4»

Для студентів освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр»,  
спеціальності 6.050504 «Зварювання»

Тернопіль,

2016

Методичні вказівки розроблено відповідно з навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня " бакалавр", спеціальності 6.050504 "Зварювання", а також робочої програми з дисципліни "Матеріали для зварювання плавленням, наплавлення і напилення"

Укладачі: к.т.н., доц. Татарин Б.П.  
ст. викладач Береженко Б.М.  
Рецензент: к.т.н., доц. Сташків М.Я.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри «Технології і обладнання зварювального виробництва»  
Протокол № \_\_\_\_\_ від "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Затвердила та рекомендувала до друку методична комісія  
ФМТ ТНТУ імені Івана Пулюя, протокол № \_\_ від \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

## **ТЕМА: Мікроплазмове зварювання на установці МПУ-4**

1. МЕТА. Вивчити призначення, технічні дані, основні вузли, електричну схему і принцип роботи установки для плазмового зварювання типу МПУ-4.
- 1.2. Навчитись підбирати за літературним джерелами в залежності від марки матеріалу виробу і його товщини параметри режиму зварювання.
- 1.3. Придбати необхідні теоретичні знання і практичні навички по роботі на установці МПУ-4.
- 1.4. Виконати зварювання зразку і дати заключення про якість зварного з'єднання.

### **2. Призначення і технічна характеристика установки для мікроплазмового зварювання МПУ-4**

#### 2.1. Призначення:

Установка для мікроплазмового зварювання МПУ-4 призначена для ручного зварювання чорних, кольорових /легких і тугоплавких/ металів і їх сплавів малих товщин /0,1-1,5 мм/ в залежності від фізико-механічних властивостей металу виробу і типу шва.

Установка може бути використана як джерело живлення для механізованих видів мікроплазмового зварювання.

Живлення установки проводиться від трифазної сітки змінного струму напругою 220/380В, частотою 50Гц.

Для охолодження в установку подається проточна вода під тиском 98-196 кПа /1-2 кгс/см<sup>2</sup>/.

В установку подається плазмоутворюючий газ /аргон/ під тиском не більше 49 кПа /0,5 кгс/см<sup>2</sup>/.

В установку подається захисний газ аргон або другий газ /в залежності від марки зварювальних металів /під тиском не більше 49 кПа /0,5 кгм/см<sup>2</sup>/.

Установка підключається до контура заземлення.

## 2.2. Технічні дані:

Електрична потужність, яку споживає установка, не більше 1,5 кВт.

Витрати плазмоутворюючого газу регулюються в границях /12-30 л/год/  $12 \times 10^{-3}$ - $30 \times 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/год

Витрати захисного газу регулюються в границях /120-240л/год/  $120 \times 10^{-3}$ - $240 \times 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/год

Витрати води, яка подається в установку, не менше  $30 \times 10^{-3}$  м<sup>3</sup>/год

Час спрацювання реле витрат, не більше 5с.

## 2.3. Установка забезпечує чотири режими роботи:

Режим А - зварювання постійним струмом прямої полярності з плавним регулюванням струму від 2,5 А до 30 А;

Режим В - зварювання імпульсним струмом прямої полярності з плавним регулюванням імпульсів струму від 2,5А до 30А і дискретним регулюванням тривалості імпульсів і пауз в границях 0,02; 0,03; 0,04; 0,06; 0,08; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,06 сек з точністю  $\pm 10\%$ ;

Режим С – зварювання імпульсним струмом різної полярності з плавним регулюванням струму прямої полярності від 2,5 до 30А і дискретним регулюванням тривалості імпульсів струму прямої полярності в границях 0,02; 0,03; 0,04; 0,06; 0,8; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05 сек з точністю  $\pm 10\%$ ; і струму зворотної полярності від 4А до 12А і тривалості імпульсів струму зворотної полярності в

границях 0,02; 0,03; 0,04; 0,06; 0,8; 0,01; 0,02; 0,03; 0,04;  
0,05 сек з точністю  $\pm 10\%$ ;

Режим Д – зварювання постійним струмом зворотної полярності з плавним регулюванням струму від 4А до 12А.

2.3.1. Напруга джерела струму чергової дуги на холостому ході 60-80 В.

Струм чергової дуги в режимі А -  $3\pm 0,5$ А

в режимі А -  $6\pm 0,5$ А

2.3.2. Напруга джерела струму основної дуги прямої полярності на холостому ході в верхньому положенні рухових пересувних обмоток трансформатора – не менше 55В, а в нижньому положенні пересувних котушок – не більше 80В при довільному положенні тумблера 10А-30А.

2.3.3. Напруга джерела струму основної дуги зворотної полярності на холостому ході в верхньому положенні рухових котушок трансформатора – не менше 70В, а в нижньому положенні рухових котушок не більше 100В.

Параметри імпульсів підпалу наступні:

а/ амплітуда імпульса -220-260В;

б/ тривалість імпульса не більше -2м сек;

в/ зміщення фронтів імпульса підпалу і імпульса зварювальної напруги відносно один одного, не більше -2м сек

2.3.4. Струм основної дуги прямої полярності в безперервному режимі при напрузі на фазі  $20\pm 2$ В:

- на 1 ступені  $2,5-10\text{А}\pm 7,5\%$  /тумблер S A1 в положенні “10А”;

- на 2 ступені  $8-30\text{А}\pm 7,5\%$  /тумблер S A1 в положенні “30А”.

2.3.5. Струм основної дуги зворотної полярності в безперервному режимі при напрузі на дузі  $25\pm 3$ В знаходиться в границях  $4-12\text{А}\pm 7,5$ .



Основна дуга може включатися за допомогою дистанційного керування /ДУ-дистанційне керування/, або тумблера S A2.

### 3. Будова і робота установки

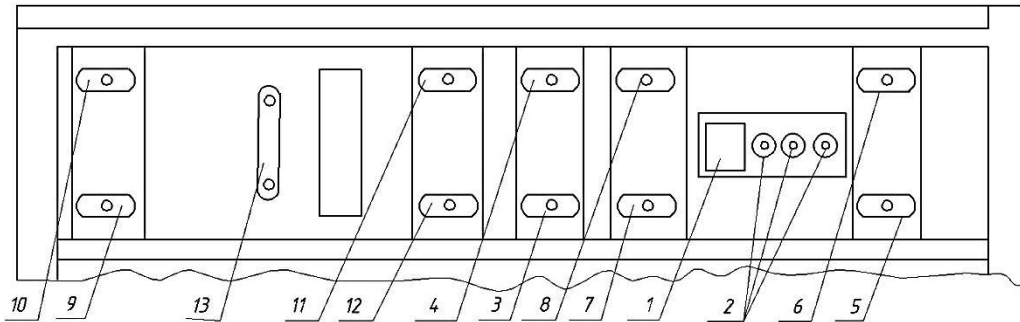
#### 3.1. Будова установки.

Установка змонтована в одному корпусі і включає в себе платформу на чотирьох поворотних колесах; каркас і кожух з кришкою і дверцятами; блок трансформаторів основних і допоміжних джерел струму; механізм переміщення рухомих котушок вторинних обмоток трансформатора з вказівкою їх положення; передню панель з органом керувальної дуги, і контролю; висовну панель на передніх дверях /випрямлячі основної дуги, осцилятора підпалу, елементи електродного комутатора/ і розподільючу панель в середині кожуха, блок резисторів, систему охолодження; систему забезпечення установки газами; пальник з шлангом.

Конструктивно всі блоки виконані по функціональним ознакам і з'єднані між собою жгутом з роз'ємами.

З лівого боку установки заданої стінки кожуха розміщені органи підключення-установки (рис.1).

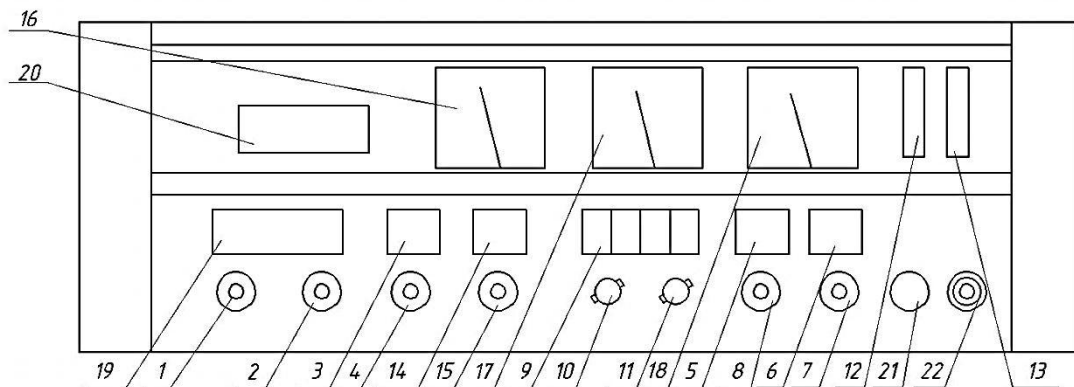
На передній панелі знаходиться вікно з вмонтованою в нього стрілкою для спостереження за шкалою відрахункового барабана, який показує в якому положенні знаходиться рухомі котушки блока трансформаторів.



1 - роз'єм підведення живлення до мережі змінного струму; 2- запобіжники; 3 - клема  $\perp$ ;  
 4 - клема "ВИРІБ"; 3 - клема "АРГОН"; 6 - штуцер "ЗАХИСНИЙ ГАЗ"; 7- штуцер "ПОДАЧА ВОДИ";  
 8 - штуцер "ЗЛИВАННЯ ВОДИ"; 9 - штуцер 4 "ПОДАЧА ВОДИ"; 10 - штуцер 3 "ЗЛИВАННЯ ВОДИ";  
 II - штуцер I "ЗАХИСНИЙ ГАЗ"; 12 - штуцер 2 "АРГОН"; 13 - розетка підключення дистанційного керування (ДУ)

Рисунок 1 - Органи підключення установки типу МПУ - 4

Органи керування і контроль виведені на передню панель, яка розміщена в верхній частині кожуха (рис.2).



1 - кнопка "Мережа" ВМК.; 2 - кнопка "Мережа" ВИМК.; 3 - перемикач "ЧЕРГОВА ДУГА"; 4 - кнопка "ПДПЛАЛ"; 5 - перемикач "ОСНОВНА ДУГА"; 6 - перемикач "СТРУМ ДУГИ" 10...30 А; 7 - конпка "СТРУМ ДУГИ БІЛЬШЕ"; 8 - кнопка "СТРУМ ДУГИ МЕНЬШЕ"; 9 - перемикач "РЕЖИМ"; 10 - перемикач "I"; II - перемикач "II"; 12 - ротаметр "АРГОН"; 13 - ротаметр "ЗАХИСН. ГАЗ"; 14 - перемикач II-II; 15 - кнопка "ВИМІР. НАПРУГИ"; 16 - вольтметр "НАПРУГА ЗВАРЮВАННЯ"; 17 - амперметр - полярність "ПРЯМА" ; 18 - амперметр - полярність "ЗВОРОТНЯ"; 19 - лампи сигнальні "НЕМАЄ ФАЗИ"; 20 - шкала барабана встановлення зварювального струму; 21 - ручка встановлення витрат аргону; 22 - ручка встановлення витрат захисного газу

Рисунок 2 - Розміщення органів керування і контролю на передній панелі установки типу МПУ - 4

Ручки, які розміщені по боках панелі, служать для переміщення всієї установки.

Блок трансформаторів розміщений в середній частині кожуха і закріплений до його основи трьома болтами і додатково трьома болтами до кронштейна, який закріплений на каркасі. Блок трансформаторів складається із силового трансформатора і трансформатора допоміжного джерела струму і струм підсвічення ламп. Каркасом блоку трансформаторів служить магнітопровід силового трансформатора, який складається із двох кільцевих пакетів, які жорстко з'єднані між собою трьома прямокутними пакетами.

В нижній частині силового трансформатора жорстко закріплені котушки з первинними обмотками і з обмотками чергової дуги.

Над котушками з первинними обмотками по кожному із 3-х прямокутних магнітопроводів переміщуються котушки з обмотками живлення основних дуг прямої зворотньої полярності.

Переміщення рухомих котушок здійснюється через редуктор, ходовий гвинт і гайку, яка жорстко з'єднані з котушками. З руховими котушками за допомогою тросика з'єднаний лічильний барабан блоку трансформаторів, який вказує струм зварювання, коли не горить основна дуга.

Переміщення рухомих котушок в верхнім положенні обмежує кінцевий вимикач, розміщений на верхній платі, а в нижньому положенні кінцевий вимикач розміщений на нижній платті, на якій закріплені нерухомі котушки.

На верхній платі силового трансформатора розміщений двигун з редуктором, реле переключення фаз живлення на двигун, трансформатор допоміжного джерела струму і струму підсвічування ламп, панель з випрямлячами струму допоміжного джерела і струму чергової дуги.

Висувна панель розміщена в середині передньої дверки установки. Для зв'язку з другими блоками на панелі мають два роз'єми і клемник.

Розподілююча панель розміщена в середині кожуха з правого боку. Для зв'язку з другими блоками на панелі знаходяться роз'єм і набір замикачів. На панелі також розміщени роз'єм, призначений для підводу на установку живлення від мережі струму, а запобіжники, до яких із зовні через вікно в корпусі знаходиться доступ при відкритті кришки (рис.2)

Відвіт тепла від установки здійснюється через через отвір на задній кришці, а відвіт тепла від пальника і блоку резисторів – системою охолодження (рис.4)

Реле витрат води розміщено всередині кожуха, в середині правої частини і призначена для включення електроживлення установки при відсутності води в системі охолодження.

Головним органом реле являється рухома діафрагма з каліброваним отвором, який розділяє на дві порожнини. При подачі води заповнюється одна із порожнин і через калібрований отвір заповнюється друга порожнина, при цьому утворюється перепад тиску між порожнинами, що і приводять діафрагму в рух, яка через шток вмикає мікроперемикач ВІ, через нормально відкритий контакт якого замикається пускач КМІ розподілюючої панелі (рис.1 схема електрична принципова схема)

При припиненні подачі води або зменшенні витрат, тиск в обох порожнинах вирівнюється і діафрагма вирівнюється в попереднє положення, припинив подачу електроживлення на пускач КМІ, відносно і на всю установку.

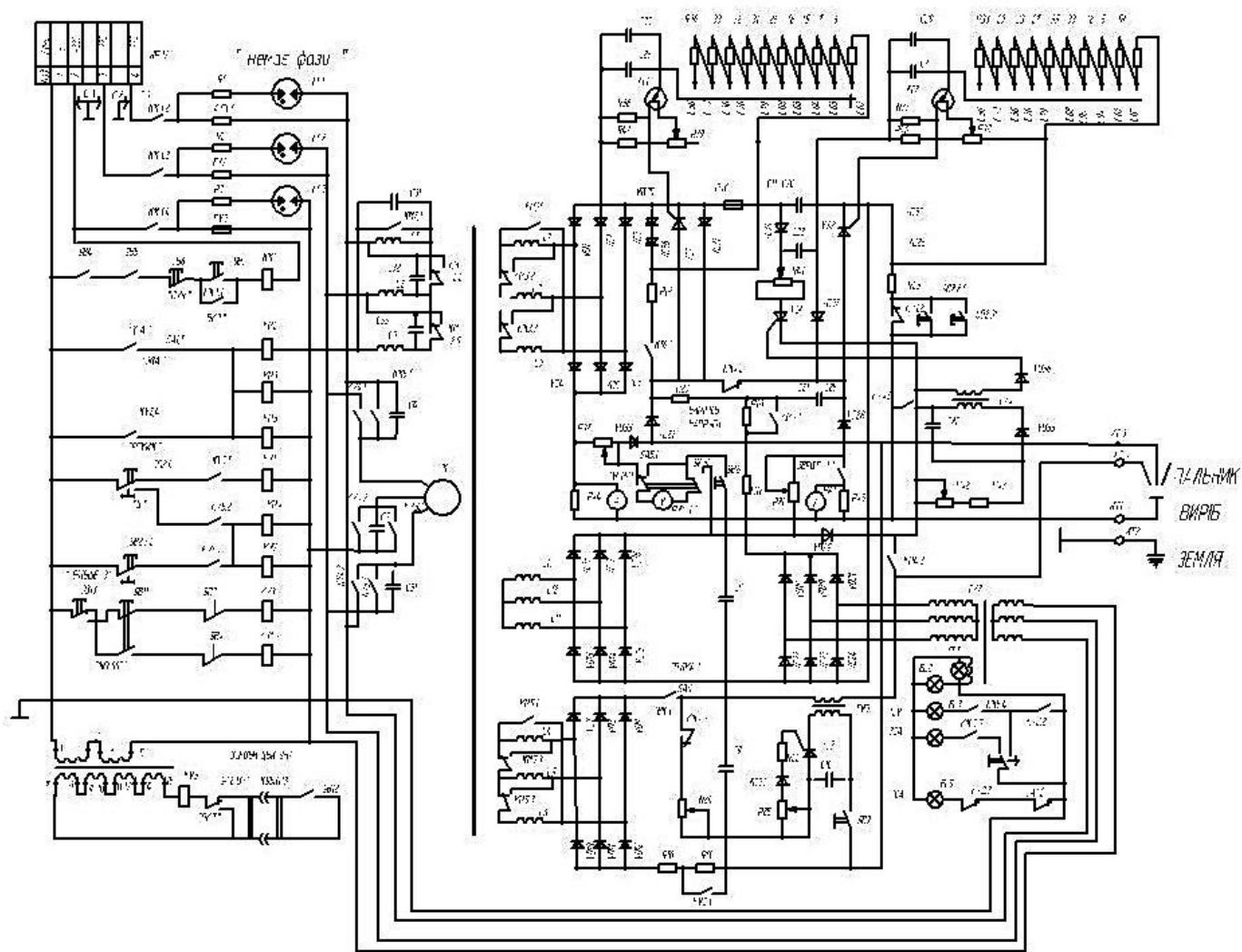
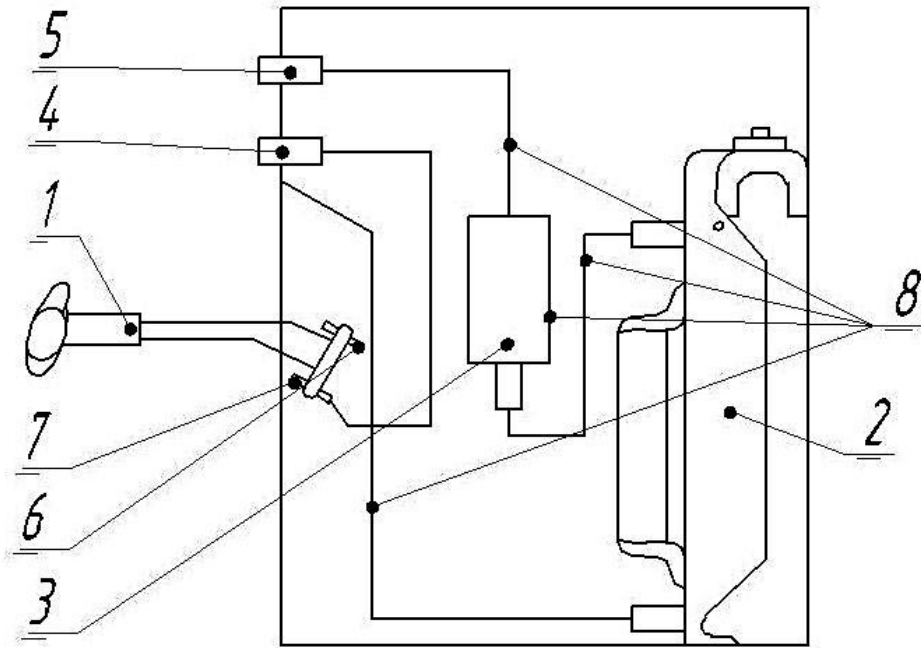


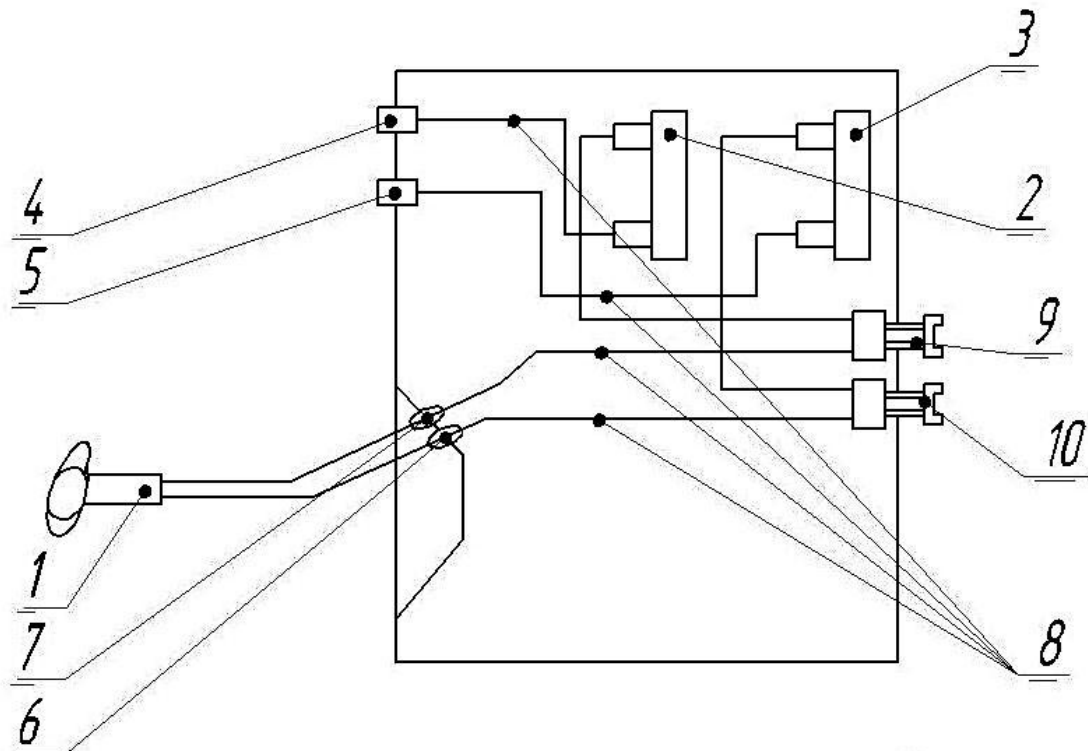
Рисунок 5 - Електрична принципова схема установки для плазмового зварювання типу МПУ - 4

Система газопроводу установки (рис.4) призначена для підводу, регулювання і контролю витрат плазмоутворюючого і захисного газу на пальнику.



1 - пальник; 2 - блок резисторів; 3 - реле витрат води; 4 - штуцер "ПОДАЧА ВОДИ"; 5 - штуцер "ЗЛИВАННЯ ВОДИ"; 6 - штуцер 4 "ПОДАЧА ВОДИ"; 7 - штуцер 3 "ЗЛИВАННЯ ВОДИ"; 8 - рукав гумовий папірний

Рисунок 3 - Схема охолодження установка типу МПУ - 4



1 - пальник; 2 - ротаметр "АРГОН"; 3 - ротаметр "ЗАХИСНИЙ ГАЗ"; 4 - штуцер "АРГОН"; 5 - штуцер "АРГОН"; 6 - штуцер 2 "АРГОН"; 7 - штуцер 1 "АРГОН"; 8 - рукав гумовий папірний; 9 - вентиль "АРГОН"; 10 - вентиль "ЗАХИСНИЙ ГАЗ"

Рисунок 4 - Схема газопроводу установки типу МПУ- 4

### 3.2.Опис схеми електричної принципової

В склад установки МПУ-4 входять наступні складові частини:

- 1) джерело струму основної дуги прямої полярності;
- 2) джерело живлення чергової дуги;
- 3) допоміжне джерело струму;
- 4) джерело струму основної дуги зворотньої полярності;
- 5) електроний комутатор;
- 6) часозадаючі кола 1 і 2;
- 7) осцилятор підпалу чергової дуги;
- 8) елементи керування, індикації і комутації.

1) Джерело струму основної дуги прямої полярності зібрано на рухомих котушках L7 – L9 трансформатора, діодів V ДІ-V Д6. Вимірювання струму дуги здійснюється за допомогою амперметра РА2 струм прямий. Конструктивно рухомі котушки L7 – L9 розміщені на блоці трансформаторів, діоди VДІ-VД6 і шунт R 44 розміщені на висувні панелі, а амперметр РА2 струм прямий – на передній панелі.

2) Джерело струму основної дуги зворотньої полярності зібрано на рухомих котушках L10 – L12 трансформатора TVI і діодах VД18 - VД13 -. Вимірювання струму дуги здійснюється за допомогою амперметра РАІ струм зворотній. Конструктивно рухомі котушки L10 – L12 розміщені в блоці трансформаторів, а діоди VД13 - VД18 і шунт R 45-висувні панелі. Амперметр РАІ зворотній розміщений на передній панелі.

Ступінчаста зміна зварювального струму здійснюється шляхом перемикання котушок трансформатора TVI в зірку або трикутник при допомозі магнітних пускачів КМ2, КМ3, КМ5 і тумблера S AI струм дуги 10-30А. Плавна зміна зварювального струму здійснюється переміщенням рухомих котушок L7 – L12 при допомозі двигуна М. Реверсування двигуна

здійснюється за допомогою реле KV 3, KV 4 і кнопки SB10 більше і SB11 менше. Вимикачі SB3 і SB4 – кінцеві і призначені для обмеження ходу рухомих котушок.

3) Джерело струму чергової дуги зібраний на нерухомих котушках L4 – L6 трансформатора TVI і діодах VD7 – VD12. Резистори R10 і R11 служать для обмеження струму чергової дуги. Перемикання величини струму здійснюється за допомогою реле KV2. Конструктивно джерело струму чергової дуги розміщено в блоці трансформаторів, а обмежувальні резистори R10 і R11 – в блоці резисторів.

4) Підключення джерела струму чергової дуги до пальника здійснюється за допомогою тумблера SA6 чергова дуга, розміщеного на передній панелі. Допоміжне джерело струму, призначене для забезпечення стійкої роботи електронного комутатора, зібраного на трансформаторі TV2 і діодах VD19 – VD24. Конструктивно джерело розміщено в блоці трансформаторів. Резистори R17 і R18, які обмежують струм джерела, розміщені в блоці резисторів. Для збільшення струму допоміжного джерела в режимах С і Д резистор R18 закорочує нормально розімкнутими контактами магнітного пускача KM4.

5) Електроний комутатор, який забезпечує роботу установки в чотирьох режимах, зібраний на тиристорах VS1 і VS2, конденсаторах C11 – C25 і резисторах R20, R40. Конструктивно тиристори і конденсатори розміщені на висувній панелі, а резистори – в блоці резисторів.

6) Часозадаюче коло 1, зібране на резисторах R6, R7, R9, R15, R16, R26, R31, R34, конденсаторах C30 і C26 і перемикачі SA3, сумісно з транзистором TV1, стабілітронами VD25, VD38, резистором R19, служить для керування часом відключення тиристора VS1.

Конструктивно часозадаюче коло 1 розміщене на передній панелі установки, а резистор R19 розміщений на висувній панелі.



Часозадаюче коло 11, зібране на резисторах R4, R5, R8, R12, R14, R27 – R30, конденсаторах C7, C29 і перемикач SA4, сумісно з транзистором VT2, стабілітронами VD26 і VD37 і резистором R25 служить для керування часом відкривання тиристора VS2.

Конструктивно часозадаюче коло 11, розміщено на передній панелі установки, а резистор R25 розміщений на всувній панелі.

7/ Осцилятор підпалу чергової дуги зібраний на трансформаторі TV3, резисторах R22 – R24, конденсаторах C8 – C10, динисторів VD30 і тиристорів VS3. Конструктивно осцилятор розміщений на висувній панелі.

Кнопка SV9 підпал служить для вмикання осцилятора і розміщена на передній панелі.

Осцилятор підпалу чергової дуги зібраний на трансформаторі TV3, резисторах R41 – R43, конденсаторах C27 і C28, діодах VD34 і VD36, динисторів VD35 і тиристорів VS4 служить для забезпечення стійкого підпалу основної дуги зворотньої полярності і конструктивно розміщений на висувній панелі.

### 3.3.Робота установки

При натисканні кнопки SB7 мережа включена при наявності проточної води в системі охолодження / спрацьовує мікроперемикач ВІ, розміщений в реле витрат / і при закритій верхній кришці / спрацьовує В5 / спрацьовує магнітний пускач КМ 1 і напруга живлення подається на первинні обмотки трьохфазних трансформаторів TV1 і TV2, засвічуються лампочки EL1, EL2 підсвічування ротаметрів.

При вмиканні тумблера А6 чергова дуга напруга джерела струму чергової дуги прикладається до проміжку електрод /ХТЗ/ - сопло /ХТЧ/ пальника. При натисненні на кнопку SB9 підпал осцилятор підпалу чергової дуги генерує високовольтні імпульси малої тривалості, які іонізують проміжок електрод-сопло пальника і підпалюють чергову дугу при наявності

плазмоутворюючого газу в пальнику. Чергова дуга горить між електродом і соплом пальника.

Підпал чергової дуги здійснюється тільки в режимах А і В. Положення перемикача SB2 режим на схемі електричної принципової відповідає режиму А /натисненій кнопці режима/. На схемі кнопка режиму А /SB2/ не показана. Робота схеми при всіх режимах розглядається при горінні дуги чергової. В режимах А схема працює наступним чином при вмиканні тумблера SA2 основна дуга спрацьовує реле KV1 і своїми нормально замкнутими контактами відмикає часозадаюче коло 2 від тиристора VS2, а своїми нормально розімкнутими контактами підключає часозадаюче коло 1 до тиристора VS1. Заражаються конденсатори C30 і C26 до на пруги пробиву транзистора VT1. Після пробиву транзистора VT1 конденсатори розряджаються через проміжок керуючий електродом – катод тиристора VS1, тиристор відключається і до пальника /ХТЗ/ прикладається напруга джерела струму дуги прямої ПОЛЯРНОСТІ7.

При піднесенню пальнику до зварювального виробу на відстань 2-3 мм запалюється основна дуга і проходить зварювання постійним струмом прямої полярності.

Основна дуга прямої полярності горить між електродом пальни /ХТЗ/ і зварювальним виробом. Вимикання основної дуги прямої полярності проходить наступним чином: при вмиканні тумблера SA2 основна дуга реле KV1 обезструмлюється і його нормально-розімкнені контакти відмикають часозадаюче коло 1 від тиристора VS1, а нормально замкнуті контакти підключають часозадаюче коло 2 до тиристора VS2.

Проходить заряд конденсаторів C7 і C29 до напруги пробиву транзистора VT2. Після пробиву транзистора VT2 конденсатори C7 і C29 розряджаються через проміжок керуючий електрод-катод тиристора VS2, тиристор відкривається і конденсатори C11 – C20 розряджаються через тиристор VS2 таким чином, що напруга на них виявляється прикладеною до тиристора VS1 в

зворотньому напрямку і тиристор SV1 закривається. При цьому основна дуга гасне.

В режимі В /при натисненій кнопці SB2-2/ схема працює наступним чином: контакти перемикача SB2-2 блокують нормально замкнуті контакти реле KV1 і часозадаюче коло 2 підключається до тиристора VS2. При вмиканні тумблера SA2 основна дуга реле KV1 спрацьовує і своїми нормально розімкнутими контактами підключає часозадаюче коло 1 до тиристора VS1. Обидва часозадаючих кола являються підключеними до своїх тиристорів.

При відкриванні тиристора VS1 конденсатори часозадаючого кола 1 розряжаються через тиристор VS1, а тиристор VS2 закривається і починає заряджатися конденсатори часозадаючого кола 2.

Тиристор VS2 буде закритий до тих пір, поки конденсатори C7 і C29 не зарядяться до напруги пробією транзистора VT2. При пробиві транзистора VT2 тиристор VS2 відкривається, а тиристор VS1 закривається, при цьому починають заряджатися конденсатори часозадаючого кола 1 до напруги пробиву транзистора VT1.

При пробиві транзистора VT1 тиристор VS1 відкривається і закривається тиристор VS2. Цикл повторюється. Проходить зварювання імпульсним струмом прямої полярності. Час відкритого стану тиристора.

Тиристор VS2 буде закритий до тих пір, поки конденсатори C7 і C29 не зарядяться до напруги пробією транзистора VT2. При пробиві транзистора VT2 тиристор VS2 відкривається, а тиристор VS1 закривається, при цьому починають заряджатися конденсатори часозадаючого кола 1 до напруги пробиву транзистора VT1.

При пробиві транзистора VT1 тиристор VS1 відкривається і закривається тиристор VS2. Цикл повторюється. Проходять зварювання імпульсним струмом прямої полярності. Час

відкритого стану тиристора VS1 визначає тривалість імпульса зварювального струму прямої полярності, а час відкритого стану тиристора VS2 визначає тривалість паузи між імпульсами зварювального струму прямої полярності.

В режимі С /при натисненій кнопці SB2-3/ схема працює наступним чином. Контакти перемикача SB2-3 блокують нормально замкнуті контакти реле KV1. При включенні тумблера SA2 основна дуга спрацьовує реле KV1 і підключає своїми нормально розімкнутими контактами часозадаюче коло 1 до тиристора VS1. Одночасно з реле KV1 спрацьовує магнітний пускач KM4, який своїми нормально розімкнутими контактами роз'єднує аноди тиристорів VS1 і VS2, а своїми нормально розімкнутими контактами підключає джерело струму дуги зворотньої полярності до сопла пальника ХТЧ. Реле KV1 при спрацюванні включає своїми нормально розімкнутими контактами осцилятор підпалу зворотньої дуги, яка генерує короткі імпульси для забезпечення стійкого підпалу дуги зворотньої полярності.

Під час відкритого стану тиристора VS2 /замість паузи при режимі В/ горить основна дуга зворотньої полярності між соплом пальника ХТЧ і виробом, який зварюють. В останньому робота схеми аналогічна роботі в режимі В.

Виключення основних дуг здійснюється вимиканням тумблера SA2 основна дуга.

В режимі Д /при натисненій кнопці SB2-4/ схема працює наступним чином і спрацьовує реле KM4, яке проводить комутацію, описану в режимі С. Тиристор VS2 відкривається і загоряється основна дуга зворотньої полярності. Проходить зварювання постійним струмом зворотньої полярності. Вимірювання напруги джерел струму прямої і зворотньої полярності на холостому ході і в робочому режимі здійснюється за допомогою вольтметра направлення зварювання при

натисненій кнопці SB8 вимір.напр. Підключення вольтметра PV до джерела струму здійснюється тумблером SA5.

### 3.3.1.Порядок встановлення установки МПУ-4

3.3.1.1.Перед кожним встановленням в системі подачі води повинен бути вентиль.

3.3.1.2.Підключити установку до трансформаторної мережі змінного струму напругою 220/380В, частотою 50Гц від силового розподільючого щита за допомогою чотирьохжильного кабеля і встановки ШР20П4НШ8, для чого підпалюють на штирі вставки:

- 1 – нулювий провід;
- 2 – фаза А;
- 3 – фаза В;
- 4 – фаза С;

3.3.1.3 Провірити правильність підключення фаз електродвигуна на блоці трансформатора, для чого:

а/ поставити тумблери ДЕЖУРНАЯ ДУГА І ОСНОВНАЯ ДУГА в положення ВИКЛ7.

б/ подати проточну воду в систему охолодження установки;

в/ натиснути кнопку МЕРЕЖА ВКЛ;

г/ натиснути кнопку БІЛЬШЕ при цьому стрілка шкали лічильного барабана блоку трансформаторів, яку можна побачити в вікні передньої панелі, повинна вказати на збільшення зварювального струму. При правильному переміщені барабана поміняти місцями дві фази в роз'ємі з мережею, або на силовому розподільючому щиті;

д/ обеструмити установку, натиснути кнопку МЕРЕЖА ВИКЛ.;

е/ перекрити подачу води в установку.

### 3.3.2 Підготовка установки МПУ-4 до роботи

3.3.2.1. Візуально перевірити надійність заземлення установки, технологічних пристосувань і з'єднань виробу з установкою.

3.3.2.2 Перевірити правильність підключення пальника відповідно маркування штуцерів.

3.3.2.3 Перевірити справність системи охолодження установки, для чого відкрити кран подачі води і візуально перевірити чи не має витікання /витрат/ води в системі.

3.3.2.4 Перевірити справність газової системи установки і правильність підключення до установки плазмоутворюючого і захисного газів. Перевірка проводиться окремо по газам в наступній послідовності:

а/ відкрити вентель на балоні;

б/ відкрити вентиль на відповідному газовому ротаметрі на передній панелі;

в/ відкрити вентиль редуктора при справній газовій системі і правильним підключені ротаметр буде показувати проходження газу;

г/ закрити вентель редуктора;

д/ закрити вентиль ротометра;

е/ закрити вентельна балоні.

3.3.2.5.Перевірити правильність встановлення електрода в пальнику. Електрод не повинен торкатися сопла і повинен бути візуально виставлений концентрично отвору сопла на глибині не менше 1мм.

Встановити органи керування установки в початкове положення.

- а/ тумблер ДЕЖУРНАЯ ДУГА – в положення ВИКЛ;
- б/ тумблер ОСНОВНАЯ ДУГА – в положення А;
- в/ переключити РЕЖИМ – в положення А;
- г/ вентелі ротаметрів АРГОН І ЗАХИСНИЙ ГАЗ закрити.

#### 3.4. Порядок роботи установки

- 3.4.1. Подати проточну воду в систему охолодження установки.
- 3.4.2. Подати на установку напругу живлення від силового розподільючого щита.
- 3.4.3 Встановити тумблер СТРУМУ ДУГИ 10А-30А в положення, відповідає вибраному режиму по технологічній карті.
- 3.4.4 Встановити перемикачем РЕЖИМ в положення А.
- 3.4.5 Подати в установку плазмоутворюючий газ і встановити за допомогою вентиля ротаметра АРГОН витрати по технологічній карті.
- 3.4.6 Подати в установку захисний газ і встановити за допомогою вентиля ротаметра ЗАХИСНИЙ ГАЗ витрати по технологічній карті.
- 3.4.7 Натиснути кнопку МЕРЕЖА ВКЛ. при цьому повинні засвітитися лампочки підсвічування ротаметрів.
- 3.4.8 Встановити по шкалі на передній панелі по технологічній карті орієнтовно струм зварювання, натискаючи кнопку БІЛЬШЕ або МЕНШЕ.
- 3.4.9 Включити тумблер ДЕЖУРНАЯ ДУГА.
- 3.4.10 Натиснути кнопку ПІДПАЛ. При цьому повинна загорітися чергова дуга.

При роботі в режимі С необхідно перед підпалом чергової дуги тумблер 10-30А поставити в положення 30А.

Якщо дуга запалюється, то необхідно повторно натиснути кнопку Підпал. Якщо дуга не запалюється при трикратному натисканні кнопки ПІДПАЛ необхідно на пару секунд

закоротити електрод з соплом пальника при допомозі контакта 6.662.006.

3.4.11 Ввімкнути тумблер ОСНОВНА ДУГА.

3.4.12 Піднести пальник до технологічної оправки на відстані 1-2мм, коли запалюється основна дуга, підрегулювати кнопками БІЛЬШЕ і МЕНШЕ величину зварювального струму, контролюючи його значення по амперметру СТРУМ ПРЯМИЙ або амперметру СТРУМ ЗВОРОТНІЙ.

**Забороняється** встановлювати струм дуги прямої полярності більше 30А.

3.4.13 Відвести пальник від технологічної оправки до погасіння дуги.

3.4.14 По технологічній карті встановити необхідний режим зварювання кнопочним перемикачем РЕЖИМ, а також величину імпульсів і пауз перемикачами 11 і 1.

3.4.15 Піднести пальник до виробу на відстань 1-2мм. Після загоряння основної дуги розтягнути її до необхідної довжини і виконати зварювання. Після закінчення зварювання виключати тумблер ОСНОВНА ДУГА.

3.4.16 Після закінчення роботи виключити установку в наступній послідовності:

а/ виключити тумблер ОСНОВНА ДУГА;

б/ виключити тумблер ДЕЖУРНАЯ ДУГА; при цьому дуга повинна погаснути;

в/ виключити установку натисканням кнопки МЕРЕЖА ВИКЛ.; при цьому повинна погаснути лампочка підсвічування ротаметрів;

г/ перекрити подачу в установку плазмоутворюючого і захисного газів перекриттям послідовного вентилів на ротаметрах установки;

д/ перекрити подачу в установку охолоджуючої води;

е/ виключити рубильник на розподільному щиті.



#### 4 Контрольні-вимірювальні прилади

В установці застосовуються наступні контрольно-вимірювальні прилади:

1/ вольтметр М 4200 із шкалою 0...100В класу 2,5, призначений для контролю напруги дуги прямої і зворотної полярності;

2/ амперметр М 4200 із шкалою 0...50А класу 2,5, призначений для контролю напруги дуги прямої і зворотної полярності;

3/ амперметр М 4200 із шкалою 0...30А класу 2,5, призначений для контролю напруги дуги прямої і зворотної полярності;

Для регулювання і контролю витрат плазмоутворюючого і захисного газу в установці застосовуються наступні прилади:

а/ ротаметр РМ-А-І ГОСТ 13045-81 /на витрату газу 12-30л/год/;

б/ ротаметр РМ-А-І ГОСТ 13045-81 /на витрату газу 120-240л/год/.

З метою виявлення неполадків необхідний амперметр, вольтметр.

Для встановлення тривалості імпульсів і пауз необхідний імпульсний осцилограф.

Якщо по причинах чергова дуга не підпалюється від кнопки ПОДЖИГ, необхідно використовувати контакт 6.662.006, який входить в комплект ЗІП пальник і служить для підпалу чергової дуги.

## 5 Порядок виконання роботи

- 5.1. Вивчити призначення, будову і основні технічні дані установки МПУ-4.
- 5.2. Вивчити роботу установки на всіх режимах і роботу електричної схеми.
- 5.3. Випробувати роботу установки в різних режимах /А,Б,С,Д,/ на конкретних зразках.
- 5.4. Підібрати орієнтовні параметри режиму зварювання /по літературним джерелам/.
- 5.5. Зробити висновки про можливість установки при зварюванні і про якість зварних з'єднань.

## 6 Зміст звіту

- 6.1. Тема і мета роботи.
- 6.2. Призначення, основні технічні дані, основні вузли і принцип роботи установки.
- 6.3. Оцінити технологічні можливості установки МПУ-4, можливість зварювання в різних просторових положеннях шва і різних матеріалів, а також регулювання параметрів режиму зварювання.

## 7 Контрольні питання

- 7.1. Призначення, основні технічні дані і основні вузли установки.
- 7.2. Принцип роботи установки в різних режимах /А,В,С,Д,/.
- 7.3. Переваги і недоліки при мікроплазмовому зварюванні, область застосування.
- 7.4. Що таке мікроплазма?

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

### ОСНОВНА

1. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. М., Машиностроение, 1977, 432 с. – 2 прим.
2. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением. М., Машиностроение, 1974, 767 с. – 6 прим.
3. Технология и оборудование сварки плавлением. Под общей редакцией д.т.н., проф. Г.Д.Никифорова. М., Машиностроение, 1986, 319 с. – 73 прим.
4. Патон Б.Е. Электрошлаковая сварка и наплавка. М., Машиностроение, 1980, 512 с. – 1 прим.

### ДОДАТКОВА

5. Новожилов М.Н. Основы металлургической сварки в газах. М., Машиностроение, 1979, 231 с. – 2 прим.
6. Терещенко В.И., Либанов А.В. Выбор и применение способов сварки при изготовлении конструкций. Киев, Наукова думка, 1987, 190 с. – 2 прим.
7. Оботуров В.И. Сварка в защитных газах. М., Стройиздат, 1989, 230 с. – 1 прим.
8. Сварочные материалы для дуговой сварки. Т.1. Под общей редакцией Н.Н.Потапова. М., Машиностроение, 1989, 242 с. – 2 прим.
9. Бельфор М.Г., Патон Б.Е. Оборудование для дуговой шлаковой сварки и наплавки. М., Высшая школа, 1974, 256 с. – 2 прим.
10. Оборудование для дуговой сварки. Справочное пособие. Под ред. В.В.Смирнова. Л., Энергоиздат, 1986, 656 с. – 6 прим.

11. Потапьевский О.Г. Сварка в защитных газах плавким электродом. М.: Машиностроение, 1974, 210 с.
12. Никифоров Г.Д. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: ашиностроение, 1978, 290 с. – 1 прим.
13. Чвертко А.И., Патон Б.Е., Тимченко В.А.. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки. М., Машиностроение, 1981, 263 с.
14. Квасницкий В.Ф.. Специальные способы сварки и пайки в судостроении. Л., Судостроение, 1984, 217 с.
15. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением. Л., Машиностроение ,1987, 460 с. – 30 прим.
16. Розаренов Ю.Н. Оборудование для электрической сварки плавлением. М., Машиностроение, 19887, 207 с. – 3 прим.

**Таблиця 1- ОРІЄНТОВНІ РЕЖИМИ МІКРОПЛАЗМОВОГО  
ЗВАРЮВАННЯ СТИКОВИХ З'ЄДНАНЬ**

Маатеріал		Захист		Витрати плазмоутворюю чого газу Ar, л/хв	Діаметер,мм		Сила зварювального струму, А	
арка	Тов щин а мм	Склад	Витрати,л/ хв		Вольфрам ового ел- да	Сопла	Прямої полярності	Зворотньої полярності
08 кп	0,3	Ar+5%He або 25% CO2	5	0,25	0,6-0,8	0,8-1,0	12-20	-
	0,5		6	0,5	1,2-1,5	1,2-1,5	20-22	-
X18 Н10 Т	0,25	Ar+ 0,5 10% He	5	0,3	0,6-0,8	0,8-1,0	6	-
	0,5		5	0,2	0,6-0,8	0,8-1,0	7	-
	0,8		4	0,3	0,6-0,8	0,8-1,0	10	-
	1,0		6	0,4	0,8-1,2	1,0-1,2	20	-
Алюміні й /А5/	0,3	He 100%	2-3	0,1-0,15	0,6-0,8	0,8-1,0	10-12*	8-10*
	0,5		2-3	0,15-0,2	0,8-1,2	1,0-1,2	20-25*	15-20*
	1,0		3-4	0,25-0,3	1,2-1,5	1,2-1,5	40-50*	18-20*

Напруга, В		Тривалість імпульсу, с		Швидкість зварювання, м/год
Прямої полярності	Зворотньої полярності	Прямої полярності	Зворотньої полярності	
20-25	-	-	-	8
20	-	0-0,6	0,03	25-30
25	-	-	-	12
25	-	-	-	9
25	-	-	-	7,5
30	-	-	-	6
		0,2	0,04	25-30
		0,04	0,04	25-30
		0,04	0,04	

\* Амплітуда значення струму