

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Херсонська філія НУК

Ж. Г. ГОЛОБОРОДЬКО

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни "СХЕМОТЕХНІКА
ЗВАРЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ"**

Рекомендовано Методичною радою НУК

Миколаїв • НУК • 2017

УДК 621.791/.792(076)

ББК 30.616я73

Г 61

Автор Ж. Г. Голобородько, канд. техн. наук, доцент

Рецензент С. В. Драган, канд. техн. наук, професор НУК

Рекомендовано Методичною радою НУК

Голобородько Ж. Г.

Г 61 Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни "Схемотехніка зварювального обладнання" / Ж. Г. Голобородько. – Миколаїв : НУК, 2017. – 100 с.

Уміщено перелік тем лабораторних робіт з дисципліни "Схемотехніка зварювального обладнання" і рекомендації до їх виконання.

Призначено для студентів четвертого курсу денної форми навчання, що навчаються за напрямом підготовки 131 "Прикладна механіка", спеціалізація "Інжиніринг зварювання та споріднених процесів".

УДК 621.791/.792(076)
ББК 30.616я73

© Голобородько Ж. Г., 2017

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2017

ПРАВИЛА БЕЗПЕКИ

Кожен студент, приступаючи до виконання лабораторних робіт з курсу, зобов'язаний вивчити інструкції техніки безпеки, пройти інструктаж і розписатися у відповідному журналі.

Безпосередньо перед виконанням роботи необхідно засвоїти наступні основні правила безпеки:

1. Включення електричної схеми для дослідження здійснюється тільки з дозволу викладача.

2. Усі переключення робити тільки після відключення схеми від електричної мережі.

3. Забороняється торкатися електроустаткування і проводів, що знаходяться під напругою.

4. Вимірювання при вивченні курсу "Схемотехніка зварювального обладнання" необхідно починати з режиму холостого ходу джерела.

5. Забороняється включати джерела живлення на коротке замикання тривалістю більше 6...8 с.

6. У перервах під час роботи виключати електроустаткування.

7. Більшість установок містять джерела енергії, які повністю або частково знаходяться під напругою під час роботи, тому працювати на установках можна тільки при наявності заземлення. Включення установок необхідно робити з дозволу викладача або навчального майстра.

8. Після закінчення роботи розібрати схему і прибрати робоче місце.

**Робота № 1. Джерела живлення зварювальної дуги.
Вивчення конструкції, монтажу і дослідження роботи
зварювального трансформатора ТДМ–140**

Мета роботи

1. Ознайомитися з конструкцією і принципом дії конкретних джерел живлення – трансформаторів для РДЗ. Навчитися робити розрахунок кабелів силової мережі.
2. Зняти зовнішні вольт-амперні характеристики джерел живлення.

Загальні відомості

Запропоноване Н.Г. Славяновим зварювання металевим електродом без покриття мало невисоку стабільність горіння дуги і давало дуже низьку якість зварних з'єднань, оскільки плавлення сталі у дуговому розряді призводило до інтенсивного вигорання вуглецю, марганцю і кремнію, при цьому зварний шов насичувався киснем, азотом і воднем. Метал шва, наплавлений електродом без покриття, мав низькі механічні характеристики, тому що ударна в'язкість низьковуглецевої сталі падала більш ніж у 10 разів у порівнянні з вихідним матеріалом.

У 1907 році шведський інженер Кельберг використав металеві електроди з нанесеним на їх поверхню покриттям. Покриття охороняло метал шва від впливу повітря, стабілізувало горіння дуги і підвищувало якість зварних з'єднань.

Важливою умовою одержання зварювального шва високої якості є стійкість процесу зварювання. Для цього джерело живлення повинне забезпечувати легке і надійне збудження дуги, стійке її горіння у сталому режимі, регулювання потужності (струму).

Для збудження дуги в атмосфері повітря навіть при невеликій відстані між електродом і зварювальним виробом, вимірюваній декількома міліметрами, потрібна дуже висока напруга,

близька до напруги стабільного горіння дуги. Тому напруга холостого ходу джерела живлення повинна бути достатньою для збудження дуги й у той же час не повинна перевищувати норми безпеки. Максимально допустима напруга холостого ходу, встановлена для джерел постійного струму, – 90 В; для джерел змінного струму – 80 В.

Джерело живлення повинне забезпечувати швидке встановлення або зміну напруги у залежності від довжини дуги. Час відновлення робочої напруги від 0 до 30 В після кожного короткого замикання має бути не більше 0,05 с.

Джерело струму повинне витримувати часті короткі замикання зварювального кола, при цьому струм короткого замикання не має перевищувати зварювальний струм більше ніж на 40...50 %.

Для стабільного горіння дуги потрібна рівність струму і напруги дуги струму напрузі джерела живлення:

$$I_{\text{д}} = I_{\text{дж}}; U_{\text{д}} = U_{\text{дж}}.$$

Для цього необхідно є відповідність зовнішньої вольт-амперної характеристики джерела і статичної вольт-амперної характеристики дуги.

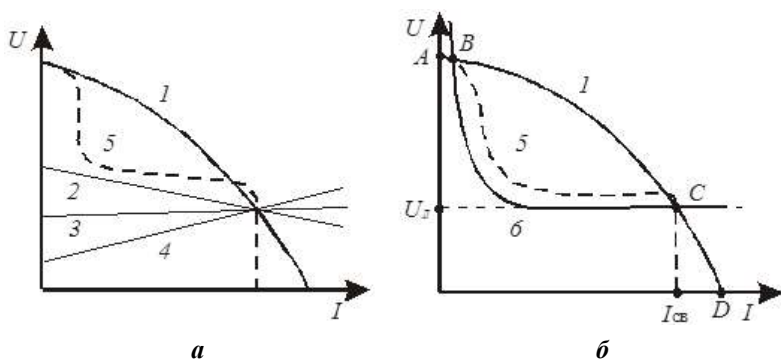


Рис. 1. Зовнішні характеристики ДЖ і дуги

Зовнішньою характеристикою джерела називається залежність напруги на його вихідних клеммах від струму в електричному колі. Зовнішні характеристики можуть бути наступних основних видів: спадна 1, пологоспадна 2, жорстка 3 і зростаюча 4 (рис. 1, *а*).

Для живлення дуги з жорсткою характеристикою застосовують джерела живлення зі спадною або пологоспадною зовнішньою характеристикою (ручне дугове зварювання покритими електродами, автоматичне під флюсом, зварювання у захисних газах електродом, що не плавиться).

Режим горіння дуги визначає точка перетину характеристик дуги б і джерела струму 1 (рис. 1, *б*). Точка С відповідає режимові стійкого горіння дуги, точка А – режимові холостого ходу в роботі джерела живлення у період, коли дуга не горить і зварювальне коло розімкнуте. Режим холостого ходу характеризується підвищеною напругою. Точка D відповідає режимові короткого замикання при збудженні дуги та її замиканні краплями рідкого електродного металу. Коротке замикання характеризується низькою напругою, що прагне до нуля, і підвищеним, але обмеженим струмом. Джерела зварювального струму зі спадною характеристикою необхідні для полегшення запалювання дуги у результаті підвищеної напруги холостого ходу, забезпечення стійкого горіння дуги і практично постійної її проплавляючої здатності. Це впливає з коливання довжини дуги і напруги (особливо значні при ручному зварюванні), що не приводить до значних змін зварювального струму. Обмеження струму короткого замикання необхідне для недопускання перегріву струмопровідних проводів і джерел струму. Наведеним вимогам найкраще відповідає джерело струму з ідеалізованою зовнішньою характеристикою 5 (рис. 1).

Зварювальний трансформатор (рис. 2) складається з корпусу 1, усередині якого укріплений замкнений магнітопровід 4 (осердя), зібраний із пластин, відштампованих з тонкої (0,5 мм)

листової електротехнічної сталі. На бічних стрижнях магнітопровода розташовані котушки вторинної 11 і первинної 12 обмоток трансформатора.

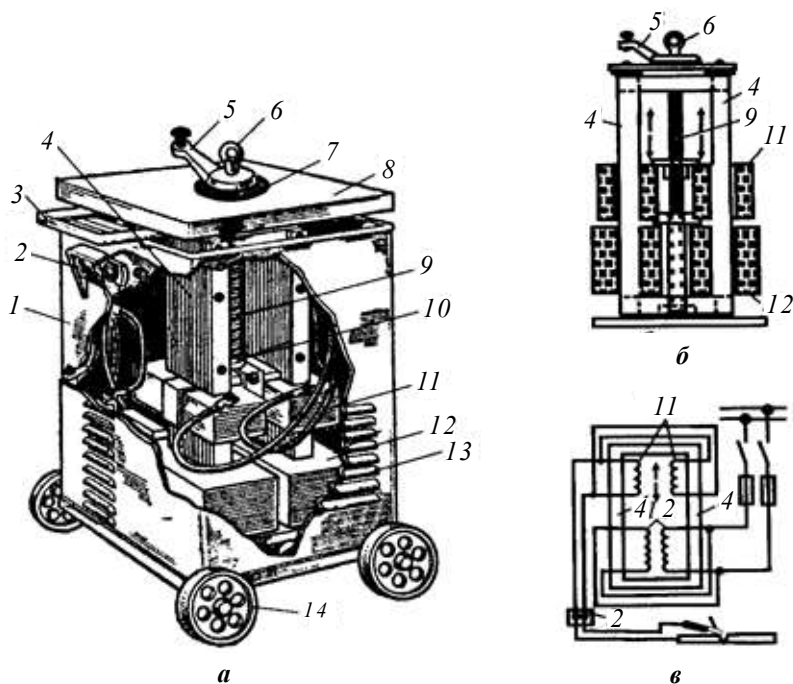


Рис. 2. Зварювальний трансформатор:
а – зовнішній вигляд; *б* – схема регулювання струму;
в – електрична схема

Котушки первинної обмотки закріплені нерухомо і вмикаються у мережу змінного струму. Котушки вторинної обмотки рухомі, і від них зварювальний струм подається на електрод та виріб. Провідники зварювального кола приєднуються до затискачів 2. Зварювальний струм плавно регулюється зміною відстані між первинною і вторинною обмотками. Для цього служить вертикальний гвинт 9 зі стрічковою різьбою, що закінчується

рукояткою 5. При обертанні рукоятки за годинниковою стрілкою вторинна обмотка наближається до первинної, магнітний зв'язок між ними збільшується і зварювальний струм зростає. Для встановлення необхідного зварювального струму на кришці 8 корпусу трансформатора розташована шкала 7.

Основні технічні характеристики трансформаторів серій ТДМ

Тип трансформатора	ТДМ-140
Зварювальний струм, А:	
номінальний	125
максимальний, не менше	140
мінімальний, не більше	44
Робоча напруга, В:	
номінальна	25
максимальна	26
мінімальна	22
Номінальний режим роботи:	
ПН, %	15
ККД, %	70
Коефіцієнт потужності	0,54
Напруга холостого ходу, В, не більше	51
Габарити, мм:	
довжина	270
ширина	225
висота	415
Маса, кг	28

Порядок проведення роботи

1. Використовуючи технічну документацію, докладно ознайомитися з конструкцією, принципом дії і правилами експлуатації трансформатора ТДМ-140.

2. Вивчити й описати призначення основних блоків трансформатора.

Трансформатори для ручного зварювання. Перед пуском нового трансформатора або того, що довго не експлуатувався, необхідно:

- розконсервувати його, очистити від мастила, продути стислим повітрям, перевірити, чи немає видимих пошкоджень і чи не ослаблене кріплення після транспортування;
- перевірити мегаомметром на 500 В опір ізоляції між первинною обмоткою і корпусом (заздалегідь відключивши фільтр для придушення радіоперешкод від корпусу), між вторинною обмоткою і корпусом, первинною і вторинною обмотками. Опір ізоляції повинен бути не нижчим за 10 МОм. У разі зниження опору ізоляції трансформатор слід просушити, обдувши теплим повітрям (температура обмоток не повинна перевищувати 100 °С); всі з'єднання виконати кабелем відповідного перерізу і ретельно затягнути всі контактні затискачі;
- заземлити зварювальний стіл і корпус трансформатора болтом із написом "Земля". Забороняється: використовувати заземлення одного трансформатора для заземлення іншого; заземлювати затискач вторинної обмотки трансформатора, до якого підключається кабель, що йде до виробу (зворотний кабель); включати трансформатор без заземлення;
- переконатися, що кінці робочого кабелю не торкаються один одного, і не торкаються одночасно металевої поверхні;
- встановити перемикач діапазону струмів відповідно до вибраного режиму зварювання (рукоятку перемикача слід переводити з одного крайнього положення в інше ривком до упору при відключеному від мережі трансформаторі);
- перевірити відповідність напруги мережі напрузі, зазначеній у паспорті трансформатора;
- підключити трансформатор до мережі через рубильник і запобіжники.

3. Для зняття зовнішньої вольт-амперної характеристики послідовно у зварювальне коло вмикати баластовий реостат

(РБ 300, РБ 500) для заміни дуги. Забороняється включати ДЖ на коротке замикання тривалістю більше 6...8 с.

4. Скласти схему для зняття вольт-амперної характеристики. Після перевірки викладачем правильності схеми приступити до вимірів. Для зняття характеристик виконується зміна опору навантажувального реостата і фіксуються показання приладів. Виміри проводяться при холостому ході, при п'яти-шести різних опорах реостата і короткому замиканні. Результати вимірів оформляються у вигляді таблиць. За отриманими даними будуються графіки $U_2 = f(I_2)$.

5. Визначити коефіцієнт трансформації трансформатора:

$$n = U_1/U_2.$$

6. Побудувати СХД:

$$U_d = 20 + 0,04 I_d.$$

7. Переріз кабеля для підключення трансформатора до мережі вибирають із умови, щоб густина струму в ньому була 6...8 А/мм². Якщо ми знаємо величину струму в первинній обмотці трансформатора, то неважко визначити переріз кабеля.

Зміст звіту

Звіт повинен містити:

1. Короткі теоретичні відомості.
2. Опис електричної схеми трансформатора та окремих вузлів.
3. Опис принципів регулювання режимів.
4. Опис проведення експериментальних досліджень і схеми для їхнього виконання; результати вимірів повинні бути оформлені у вигляді таблиць, графіків.
5. Висновки по виконаній роботі.

Контрольні питання

1. Будова і призначення зварювального трансформатора ТДМ-140.
2. Регулювання режимів зварювання.
3. Чому напруга холостого ходу трансформатора залежить від зазору в магнітних шунтах?
4. Будова і схема баластового реостата.
5. Електрична схема джерела.
6. Принцип роботи трансформатора з магнітними шунтами.

Література

1. Схемотехника инверторных источников питания для дуговой сварки [Текст] : учебное пособие / Е. Н. Верещаго, В. Ф. Квасницкий, Л. Н. Мирошниченко [и др.]. – Николаев : УГМТУ, 2000. – 283 с.
2. **Закс, М. И.** Трансформаторы для электросварки [Текст] / М. И. Закс, Б. А. Каганский, А. А. Печенин. – Л. : Энергоатомиздат, 1988. – 133 с.
3. Оборудование для дуговой сварки [Текст] : справочное пособие / под ред. В. В. Смирнова. – Л. : Энергоиздат, 1986. – 656 с.
4. **Драган, С. В.** Джерела живлення для зварювання плавленням [Текст] : навч. посіб. / С. В. Драган. – Миколаїв : УДМТУ, 2002. – 320 с.
5. **Резницкий, А. М.** Ремонт и наладка электросварочного оборудования [Текст] / А. М. Резницкий, В. С. Коцюбинский. – М. : Машиностроение, 1991. – 256 с.

Робота № 2. Вивчення конструкції і дослідження роботи зварювального випрямляча ВДУ–506

Мета роботи

1. Вивчити конструкцію і принцип роботи випрямляча.
2. Освоїти методику і порядок зняття основних характеристик.
3. Зробити аналіз отриманих характеристик випрямляча.

Загальні відомості

Випрямляч зварювальний типу ВДУ–506 призначений для комплектації зварювальних автоматів і напівавтоматів однопостового механізованого зварювання у середовищі вуглекислого газу і під флюсом, а також для зварювання порошковим дротом.

Випрямляч може бути використаний для роботи зі зварювальними роботами і маніпуляторами, а також для ручного дугового зварювання штучними електродами.

Випрямляч призначений для роботи у закритих приміщеннях із природною вентиляцією без штучно регульованих кліматичних умов, де вплив піску і пилу істотно менший, ніж на відкритому повітрі.

Випрямляч забезпечує при номінальній напрузі мережі легке запалювання і стійке горіння дуги при будь-якому струмі в межах регульовального діапазону, а також при підвищеній на 5 % і зниженій на 10 % напрузі живильної мережі, при падінні напруги у сполучних дротах зварювального кола не більше 4 В.

Випрямляч складається із силового трансформатора, силового блока тиристорів, зрівняльного реактора, дроселя

у зварювальному колі, мережевого автоматичного вимикача, блока керування, електродвигуна з вентилятором. Випрямляч має нішу для розміщення блоку керування напівавтоматом, трансформатора живлення ланцюгів керування автомата, напівавтомата і підігрівника газу.

Технічні характеристики

Напруга мережі, В	380
Потужність, кВА, не більше	40
Первинний струм, А, не більше	62
Напруга холостого ходу, В	85
Номінальна робоча напруга, В:	
для жорстких зовнішніх характеристик	60
для спадних зовнішніх характеристик	46
Межі регулювання робочої напруги, В:	
для жорстких характеристик	18...50
для спадних характеристик	22...46
Межі регулювання зварювального струму, А:	
для жорстких характеристик	60...500
для спадних характеристик	50...500
ККД, %	79
ПВ, %	60
Маса, кг	300

Випрямляч є універсальним і має спадні і жорсткі (пологоспадні) зовнішні характеристики. Плавне регулювання зварювального струму (при спадних) і напруги (при жорстких зовнішніх характеристиках) здійснюється резистором на блоці керування (місцеве регулювання), а також з напівавтомата або автомата (дистанційне регулювання).

Вторинні обмотки понижуючого трансформатора $T1$ з'єднані з випрямним блоком $B1$ за шестифазною схемою

випрямлення зі зрівняльним дроселем L_1 (рис. 3). Негативна шина випрямляча через зварювальний дросель L_2 з'єднана із середньою точкою зрівняльного дроселя L_1 . Катоди керованих діодів $V1-V6$ приєднані до позитивної шини випрямляча.

Як датчик струму у випрямлячі ВДУ-506 застосований магнітний підсилювач A , обмоткою керування якого служить позитивна шина. Живлення магнітного підсилювача подається від додаткового трансформатора T_2 , зворотний зв'язок по напрузі знімається з клем MN .

Блок фазового керування БФУ тиристорами $V_1...V_6$ випрямляча ВДУ-506 є стандартним і складається з вхідного пристрою, фазозсувного пристрою і підсилювача сигналів керування.

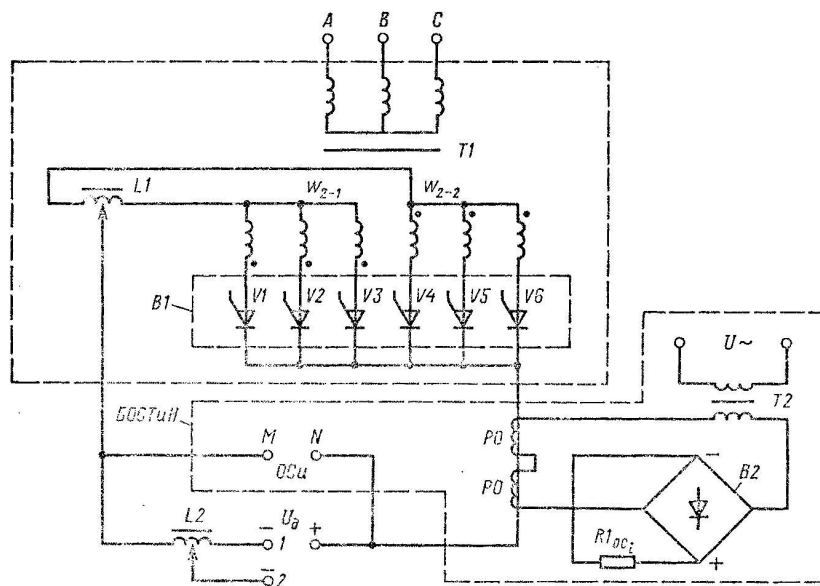


Рис. 3. Електрична схема силової частини випрямляча ВДУ-506

При роботі зі спадними характеристиками використовується зворотний зв'язок по струму, а при роботі з жорсткими характеристиками – зворотний зв'язок по напрузі. Структурна схема випрямляча ВДУ–506 (рис. 4) має додаткові блоки: суматор Σ , формувач керуючої напруги БФУН і блок задання режиму БЗР.

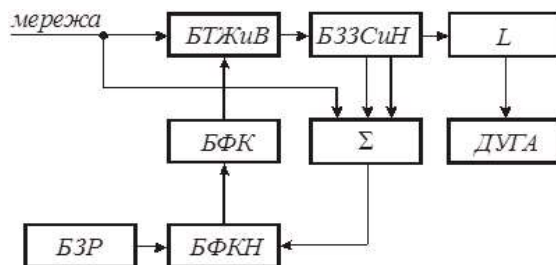


Рис. 4. Структурна схема випрямляча ВДУ–506

Суматор – пристрій порівняння, який видає сигнал керування, пропорційний зміні напруги мережі і сигналові зворотного зв'язку по струму і напрузі у залежності від технологічних вимог. Блок задання режиму призначений для установки необхідного технологічного режиму при самостійній роботі випрямляча або в комплекті зі зварювальним автоматом або напівавтоматом. При цьому сигнал на блок задання режиму надходить від відповідних блоків керування.

Сигнали з виходу суматора і блоку задання режиму надходять на входи блоку формування керуючої напруги, що формує сигнал для блоку фазового керування у залежності від прийнятих умов роботи, способу зварювання і зміні напруги мережі, а також сигналів зворотного зв'язку по зварювальному струму і напрузі.

Зварювальний дросель у випрямлячі ВДУ–506 призначений для згладжування пульсацій випрямленої напруги і зменшення розбризкування металу при зварюванні. Повну

індуктивність дроселя використовують при роботі на спадній зовнішній характеристиці, меншу індуктивність – на другій ступені регулювання жорсткої зовнішньої характеристики.

Випрямляч може працювати тільки в режимі холостого ходу і навантаження. Напряга випрямляча в режимі холостого ходу визначається ЕРС силового трансформатора.

Порядок проведення роботи

1. Використовуючи технічну документацію, докладно ознайомитися з конструкцією, принципом дії і правилами експлуатації випрямляча ВДУ–506.

2. Вивчити й описати призначення основних блоків випрямляча. Підготовка випрямляча до роботи. Перед пуском нового випрямляча або того, що тривалий час не експлуатувався, необхідно:

- очистити випрямляч від пилу;
- перевірити мегаомметром на 1000 В опір ізоляції випрямляча між первинною і вторинною обмотками, а також між обмотками і корпусом. Опір ізоляції повинен бути не нижчим за 0,5 МОм;
- заземлити корпус випрямляча і затискач вторинної обмотки, до якого підключається дріт, що йде до виробу;
- перевірити стан приладів, електричних дротів, елементів схем управління і захисту;
- підключити випрямляч до мережі дротами відповідного перерізу через триполюсний рубильник, запобіжники або інші захисні пристрої.

Порядок роботи і регулювання режиму зварювання випрямляча залежать від типу, призначення та пристрою випрямляча і повинні відповідати інструкції з експлуатації та паспорту випрямляча.

Встановити необхідний вид зовнішніх характеристик. Види характеристик позначені у перемикача відповідними символами.

Встановити в необхідне положення перемикач положення регулювання режиму зварювання – місцеве або дистанційне з пульта управління напівавтомата або автомата.

Подати напругу на випрямляч через рубильник або інший зовнішній комутуючий пристрій.

Встановити рукоятку автоматичного вимикача у ввімкнене положення. При цьому повинна загорітися сигнальна лампа на лицьовій панелі випрямляча.

Виконати пуск вентилятора натисненням пускової кнопки. Переконатися в правильному вході охолоджуючого повітря. Повітря повинне засмоктуватися з боку лицьової панелі. Якщо повітря має зворотний напрям, необхідно поміняти місцями два дроти живлення на вході випрямляча.

Включити у разі потреби трансформатор живлення ланцюгів управління автомата, напівавтомата і підігрівача газу.

При місцевому регулюванні включити випрямляч вимикачем "Включення зварювання", заздалегідь переконатися, що регулятор струму-напруги знаходиться в середньому положенні. Підключити силовий трансформатор випрямляча до мережі; на виході повинна з'явитися напруга холостого ходу 65...80 В.

При роботі випрямляча на жорстких зовнішніх характеристиках у разі потреби виконати попереднє налаштування робочої напруги у процесі зварювання. Перемикач S_2 переводиться у положення, позначене символом "Жорсткі зовнішні характеристики"; напруга холостого ходу випрямляча падає, наближаючись до робочої. Не відпускаючи перемикач S_2 , резистором-регулятором напруги встановити необхідну робочу напругу за вольтметром на блоці управління. Необхідно

враховувати, що при нахлоні жорстких характеристик робоча напруга на $\approx 30\%$ менше, ніж показано на приладі. Так, наприклад, для режиму зварювання 18 В, 100 А напруга холостого ходу повинна бути 23 В; для режиму зварювання 50 В, 500 А ≈ 65 В.

При роботі на спадних характеристиках режим підбирається при зварюванні.

Перевірка і налаштування параметрів, характерні несправності

Перевірка і налаштування параметрів виконується головним чином після ремонту випрямляча і заміни окремих елементів схеми.

Перевірка фазування і роботи схеми:

1. Підключити випрямляч до мережі.
2. Поставити перемикач виду зовнішніх характеристик у положення, відповідне падаючим характеристикам, перемикач положення регулювання – у положення "Місцеве управління".
3. Підключити навантаження до вихідних затисків випрямляча. Як навантаження можуть бути використані баластні реостати РБ–301, РБ–302 або іншого типу.
4. Включити вентилятор кнопкою "Пуск". Повітря повинне засмоктуватися у випрямляч з боку лицьової панелі.
5. Натисненням перевести вимикач "Включення зварювання" вправо у положення "Включене" і відпустити його.
6. На холостому ходу випрямляча перевірити низькочастотним осцилографом наявність шестифазної пульсації вихідної напруги при обертанні резистора-регулятора струму.
7. Навантажити випрямляч на активний опір. При одному з проміжних режимів, наприклад 32 В, 300 А, перевірити плавність зміни струму (напруги) при зміні положення регу-

лятора. Переконатися, що пульсація випрямленої напруги у всьому діапазоні регулювання залишається шестифазною.

8. За відсутності плавного регулювання, а також при періодичному зникненні однієї або декількох пульсацій необхідно перевірити фазування допоміжного трансформатора та елементів каналу БФІ до тиристорів. За наявності всіх управляючих імпульсів і відсутності плавного регулювання слід поміняти місцями будь-які два дроти живлячої мережі, що підводяться до штирового роз'єму випрямляча, не звертаючи уваги на неправильне обертання вентилятора. Піджати контакти магнітного пускача в ланцюзі силового трансформатора. Досягнувши плавного регулювання струму і напруги змінити напрям обертання двигуна вентилятора відповідно до необхідного входу повітря у випрямляч. У разі відсутності імпульсів на управляючих електродах окремих тиристорів необхідно перевірити їх формування і послідовність проходження по всьому каналу управління. При перевірці слід використовувати виміри на контрольних точках на платі керування. Всі вимірювання виконувати щодо загальної точки на позитивному виводі шунта *RS*.

9. Перевірити дію зворотного зв'язку по струму. Слід пам'ятати, що при обриві ланцюга негативного зворотного зв'язку по струму напруга на виході випрямляча дорівнює нулю незалежно від положення регулятора *R1*. Для перевірки дії зворотного зв'язку слід вивести потенціометр *R21*, що визначає коефіцієнт передачі операційного підсилювача *A2*, в середнє положення. Встановити режим приблизно 24 В, 100 А. Збільшуючи баластним реостатом струм "навантаження", переконатися у тому, що зовнішня характеристика має крутий нахил (струм короткого замикання 150...200 А). За відсутності такого нахилу необхідно перевірити ланцюг зворотного зв'язку по струму і особливо полярність підключення блоку до шунта.

10. Поставити перемикач виду характеристик у положення, відповідне жорстким зовнішнім характеристикам.

11. Перевірити роботу випрямляча аналогічно п. 7–9. Напруга холостого ходу випрямляча при роботі на жорстких зовнішніх характеристиках повинна бути близькою до напруги холостого ходу при роботі на спадних характеристиках.

12. Перевірити роботу пристрою попередньої установки робочої напруги. Для цього перевести тумблер у положення, відповідне жорстким зовнішнім характеристикам з обмеженою напругою холостого ходу, напруга холостого ходу випрямляча при цьому повинна зменшитися.

13. Перевірка налаштування компаратора.

Налаштування компаратора потрібне тільки після заміни операційного підсилювача $A1$ і підключених до нього елементів. Налаштування ведеться на жорстких зовнішніх характеристиках у режимі холостого ходу, при цьому підсилювач $A1$ необхідно перевести у режим підсилювача.

14. Для зняття зовнішньої вольт-амперної характеристики послідовно в зварювальне коло включати баластовий реостат (РБ 300, РБ 500) для заміни дуги*.

15. Вибрати прилади для виміру струму і напруги.

16. Розробити схему для зняття вольт-амперної характеристики. Після перевірки правильності схеми приступити до вимірів. Для зняття характеристик виконується зміна опору навантажувального реостата і фіксуються показання приладів. Виміри проводяться при холостому ході, при 5–6 різних опорах баластового реостата і крайніх положеннях реостата RP_{16} . Перемикач SA_3 поставити в положення I спадні характеристики, потім у положення II жорсткі характеристики. Результати вимірів оформляються у вигляді таблиць. За отриманими даними будуються графіки $U_d = f(I_d)$.

* Забороняється включати джерела живлення на коротке замикання тривалістю більше 6–8 с.

17. Перевірка роботи згладжуючого дроселя виконується на жорстких характеристиках.

18. Встановити режим 18 В, 100 А. Прі цьому ЕРС на виводах допоміжних обмоток II і III повинна бути 18 В.

19. Налаштування зварювального випрямляча.

20. Встановити перемикач виду характеристик у положення, відповідне падаючим зовнішнім характеристикам. Після 5 хв роботи випрямляча у режимі холостого ходу підключити навантаження. Встановити резистор-регулятор струму ($R1$) на розподіл 9. Резистором $R8$ і навантаженням встановити номінальний режим 46 В, 500 А. При зазначеному режимі струм короткого замикання випрямляча повинен бути $(725 + 25)$ А. Підналагодження струму короткого замикання виконується резистором $R21$.

21. Перевести перемикач у положення, відповідне жорстким характеристикам. Резистором $R17$ і навантаженням встановити режим 50 В, 500 А.

Дані вимірювання

Положення RP_{16}	Положення SA_3	U_{xx} , В	Режим навантаження									
			I_d , А					U_d , В				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ліве	1											
	11											
праве	1											
	11											

Зміст звіту

Звіт повинен містити:

1. Короткі теоретичні відомості.
2. Опис електричної схеми випрямляча та окремих вузлів.
3. Опис принципів регулювання режимів.

4. Опис проведення експериментальних досліджень і схеми для їхнього виконання; результати вимірів повинні бути оформлені у вигляді таблиць, графіків.

Контрольні питання

1. Будова і призначення зварювального випрямляча ВДУ–506.

2. Регулювання режимів зварювання на жорстких і спадних характеристиках.

3. Чому напруга холостого ходу випрямляча зменшується при навантаженні?

4. Які схеми випрямлення змінного струму використовують у зварювальних випрямлячах?

5. Пристрій і схема баластового реостата.

6. Електрична схема джерела.

7. Принцип роботи дроселя у зварювальному колі.

Література

1. Технология и оборудование сварки плавлением [Текст] / под ред. А. И. Акулова. – М. : Машиностроение, 2003. – 501 с.

2. **Розаренов, Ю. Н.** Оборудование для электрической сварки плавлением [Текст] / Ю. Н. Розаренов. – М. : Машиностроение, 1987. – 208 с.

3. Оборудование для дуговой сварки [Текст] : справоч. пособие / под ред. В. В. Смирнова. – Л. : Энергоиздат, 1986. – 656 с.

4. **Драган, С. В.** Джерела живлення для зварювання плавленням [Текст] : навч. посіб. / С. В. Драган. – Миколаїв : УДМТУ, 2002. – 320 с.

Робота № 3. Системи автоматичного регулювання параметрів дуги

Мета роботи

1. Вивчити конструкцію, принцип дії і взаємодію вузлів систем автоматичного регулювання параметрів дуги.
2. З'ясувати вплив основних технологічних параметрів на якість зварного з'єднання.

Загальні відомості

Технологічна частина установки для дугового зварювання складається із зварювального устаткування й апаратури, системи управління процесом і периферійних пристроїв, що безпосередньо впливають на технологію зварювання. До останніх належать, у широкому розумінні, також механізми для переміщення зварюваного вузла і транспортні пристрої автоматичних ліній для подачі та відведення деталей.

До зварювального устаткування й апаратури належать зварювальний пальник, гнучкий шланг, зварювальний кабель, джерело живлення зварювальним струмом, система подачі зварювального дроту, система управління процесом дугового зварювання; пристрій для очищення пальника, пристрою захисту устаткування при роботі в автоматичному режимі і захисту пальника від зіткнень.

До зварювального устаткування й апаратури роботів для дугового зварювання висуваються особливі вимоги у порівнянні з устаткуванням для ручного і частково механізованого дугового зварювання. Ці вимоги випливають із специфічних умов експлуатації роботів, до яких належать: тривалий час горіння дуги (тривалість включення); обмежена доступність для зварювального пальника окремих ділянок заготовок, обумовлена їх геометрією і кінематикою робота; часті переміщення

пальника з гнучким шлангом; велика довжина гнучких шлангів і великі відстані, які проходить зварювальний дріт до пальника, обумовлені конструктивними особливостями роботи; велика надійність збудження дуги; висока стабільність зварювальних параметрів; перепрограмованість зварювальних параметрів; автоматичний контроль усіх головних і допоміжних функцій для гарантії якості зварного шва і запобігання помилкам у процесі управління.

Система управління процесом зварювання є зв'язуючою ланкою між системою управління роботом, виконуючою функції позиціонування зварювального пальника, і системою управління периферійним устаткуванням, необхідним для зварювання. Ця ланка забезпечує доцільні у часі логічні зв'язки в ході дугового зварювання. Завдяки управлінню процесом зварювання досягаються якнайповніше використання присадних матеріалів та енергії, велика продуктивність, висока технологічна дисципліна, що виявляється у відтворних результатах зварювання, стабільна якість завдяки виключенню впливу суб'єктивного чинника на процес зварювання. За допомогою відповідних вузлів сполучення можливий зв'язок системи управління з іншими периферійними системами автоматичного виробництва. Процес управління у розроблених управляючих системах оптимізують за мінімумом виробничих витрат, з урахуванням виробничо-технологічних чинників і аспектів надійності.

Технічне виконання систем управління зварювальним процесом доволі різноманітне. Для реалізації зварювальної задачі можуть бути використані управляючі обчислювальні машини, які задають оптимальні режими. Їх застосовують у роботах другого покоління. Залежно від ступеня автоматизації система управління здійснює контроль параметрів; стабілізацію параметрів; управління параметрами й оптимізацію параметрів.

Необхідний ступінь автоматизації дугового зварювання визначається технологічною задачею, а можливість її реалізації залежить від сенсорів і обчислювальних машин.

Завдяки розвитку сенсорної техніки і впровадженню мікроЕОМ можна здійснювати оптимальне управління процесом, у тому числі й зі зворотними зв'язками.

Система управління зварювальним процесом виконує наступні задачі: вибір параметрів режиму, їх контроль або регулювання; контроль і регулювання подачі зварювального дроту, флюсу, газу, води і т. п.; автоматичне збудження дуги; управління і заповнення кратера; регулювання зварювального струму і напруги; діалогову взаємодію з системами управління позиціонуванням робота і периферійним устаткуванням, включаючи підтвердження прийому сигналів; виконання допоміжних функцій.

Системи автоматизації процесів дугового зварювання забезпечують:

- програмне управління послідовністю операцій зварювального циклу й установкою початкових значень параметрів, характерних для кожної операції;
- управління термічними циклами шляхом стабілізації або зміни за оптимальним законом енергетичних параметрів (сили струму і напруги дуги, ЕРС джерела живлення, тривалості операцій зварювального циклу);
- регулювання геометричних і кінематичних параметрів (довжини дуги, її просторового положення щодо виробу, вильоту електроду, поперечних коливань);
- управління технологічними параметрами (глибиною провару, динамікою перенесення електродного металу в зварювальну ванну, кінетикою кристалізації розплаву), забезпечуючи тим самим якість зварних швів.

Для опису програм роботи устаткування при виконанні зварювальних циклів використовують циклограми, графи

функціонування, алгоритми, які набули переважного поширення на практиці. Доцільність застосування різних регуляторів параметрів дуги може бути оцінена за взаємним розташуванням статичної характеристики дуги 1 (рис. 5) при різній густині сили струму і зовнішньої характеристики 2 джерела зварювального струму, вибраного з урахуванням критерію стійкості дуги.

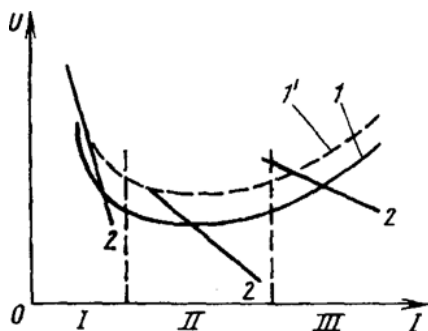


Рис. 5. Статична характеристика дуги (до вибору типу регуляторів автомата для дугового зварювання)

При малих зварювальних струмах, наприклад при зварюванні неплавким (вольфрамівим) електродом (область I), спадна характеристика дуги 1 у поєднанні з крутоспадною 2 джерела струму забезпечує достатню для більшості випадків стабілізацію зварювального струму без застосування спеціальних регуляторів. Проте при цьому відхилення напруги дуги, наприклад унаслідок зміни довжини дуги і переміщення її статичної характеристики в положення 1', можуть виходити за допустимі межі, що обумовлює доцільність застосування у таких випадках автоматичних регуляторів напруги дуги (АРНД). Аналогічно для усунення відхилень сили струму і напруги дуги для більшості вживаних режимів зварювання дугою, що вільно розширяється (область II), ефективним є використання явища саморегулювання дуги (системи АРДС), регуляторів типу АРНД з дією на швидкість подачі

електродного дроту, або систем сумісного регулювання сили струму і напруги дуги з дією на подачу електродного дроту і на джерело зварювального струму. Зростаюча статична характеристика стислої дуги, наприклад при зварюванні тонким електродним дротом у захисному газі в поєднанні з жорсткою зовнішньою характеристикою джерела зварювального струму (область III), вимагає застосування автоматичних регуляторів сили струму дуги типу АРТД.

Особливістю зварювання неплавким електродом є відсутність самовирівнювання (саморегулювання) енергетичного стану дуги. Для усунення виникаючих при зміні довжини дуги помилок по напрузі ΔU_d і струму ΔI використовують регулятори типу АРНД з дією на переміщення зварювального пальника або електрода зі зворотним зв'язком за напругою дуги або відстанню між електродом і поверхнею зварювальної ванни. В останньому випадку (для малоамперних дуг) як датчики ланцюга зворотного зв'язку застосовуються струменеві пневматичні або оптичні, фотометричні, які забезпечують точність вимірювання відстаней між зварювальним пальником і виробом приблизно 10^{-1} мм. У виконавчій частині системи АРНД застосовують крокові електродвигуни з цифровим управлінням. При цьому стабілізується не тільки напруга дуги, але й відстань між соплом зварювального пальника і виробом для забезпечення стаціонарності потоку захисного газу, регулюються величина занурення електрода у ванну і параметри інших технологічних операцій.

У зварювальних апаратах з регуляторами типу АРДС стабілізація сили струму і напруги досягається за допомогою природного негативного зворотного зв'язку за швидкістю плавлення електродного дроту. Інтенсивність саморегулювання зростає із зменшенням діаметра електрода і збільшенням густини сили струму. Перехідний процес при саморегулюванні

залежить від індуктивності зварювального ланцюга і густини сили струму в електроді.

Для скорочення часу перехідних процесів при саморегулюванні дуги слід прагнути разом із обмеженням індуктивності до зменшення різниці динамічних опорів дуги та джерела живлення і до застосування електродних дротів малого діаметра (велика густина сили зварювального струму).

Робота регуляторів типу АРДС може супроводжуватися появою статичних помилок по силі струму ΔI і напрузі ΔU_d дуги під впливом постійно діючих збурень, еквівалентних збуренням:

- а) по швидкості V_e переміщення торця електрода;
- б) у живлячій системі U_m ;
- в) по опору зварювального ланцюга R .

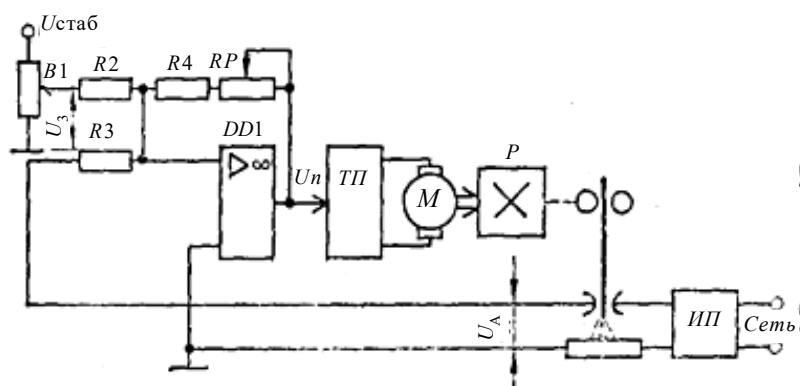
Збурення групи а) призводять до еквідістантного зсуву статичної характеристики стійкої роботи регуляторів типу АРДС. Статична помилка ΔI визначається у цьому випадку величиною збурення і може бути причиною істотних відхилень глибини провару.

Застосування регуляторів типу АРДС найбільш доцільне для попередження можливих відхилень глибини провару при появі збурень по напрузі мережі й опору зварювального ланцюга. Зсув точок енергетичної рівноваги в цих умовах визначається зміною положення зовнішньої характеристики джерела живлення дуги і супроводжується мінімальними статичними помилками по силі струму ΔI .

В автоматах для зварювання плавким електродом з регуляторами типу АРНД природні зворотні зв'язки, характерні для саморегулювання дуги, доповнюються штучним зворотним зв'язком по напрузі дуги. Статичні помилки ΔI і ΔU_d при використуванні регуляторів АРНД з дією на швидкість подачі електродного дроту залежать від коефіцієнта посилення регулятора.

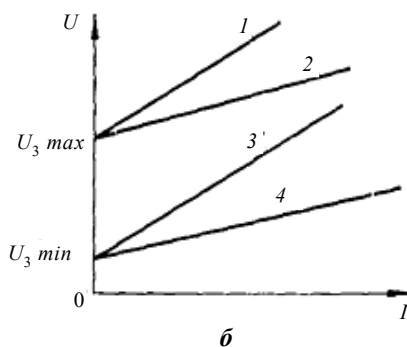
Систему АРНД з дією на швидкість подачі доцільно застосовувати у тих випадках, коли висуваються підвищені вимоги до точності стабілізації напруги. При виборі значення коефіцієнта посилення регулятора необхідно мати на увазі, що зі збільшенням $k_{\text{рег}}$ зменшується статична помилка по напрузі, але одночасно збільшується помилка по струму.

Функціональна схема системи АРНД з тиристорним приводом наведена на рис. 6,а.



а

Рис. 6. Функціональна схема (а) і статичні характеристики (б) системи АРНД з тиристорним приводом



б

На вході операційного підсилювача $DD1$ порівнюються фактична U_d і задана U_3 напруги дуги. Вихідний сигнал $DD1$ управляє тиристорним приводом ТП. Якщо виконується умова $R2 = R3 = R$, управляюча напруга

$$U_y = k_{yc} (U_d - U_3),$$

де k_{yc} – коефіцієнт операційного підсилювача.

Зміною RP здійснюється настройка необхідного значення k_{yc} , а отже коефіцієнта посилення регулятора.

Таким чином, кожному з граничних значень $U_{3.max}$ і $U_{3.min}$, встановлюваних потенціометром $R1$, відповідають статичні характеристики регулятора (див. рис. 6,б) при $k_{рег.max}$ (2 і 4) і $k_{рег.min}$ (1 і 3).

Зворотний зв'язок по напрузі дуги може використовуватися для дії не тільки на швидкість подачі, але й на ЕРС джерела живлення або опір зварювального ланцюга. У системі з дією на ЕРС сигнал розузгодження між заданою і фактичною напругою дуги після посилення і необхідних перетворень використовується для стабілізації напруги на дузі. Найпростіше така система регулювання реалізується за допомогою джерела постійного струму з тиристорним випрямлячем. Такі джерела живлення набули широкого поширення.

Зварювальна головка з постійною швидкістю подачі і випрямляч, що працює у режимі регулятора напруги, на відміну від розглянутих раніше систем саморегулювання дуги і АРНД, забезпечують стабільність режиму зварювання по струму і напрузі в умовах коливань напруги мережі. Збурення по швидкості подачі дроту, які можуть виникнути через недостатню жорсткість приводу, овальності дроту й інших причин, викликають у даній системі відповідні зміни струму. На струмі відбиваються також зміни вильоту електрода.

Порядок проведення роботи

1. Ознайомитися з технологічною частиною робота для дугового зварювання.
2. Вивчити роботу систем управління процесом зварювання.
3. Ознайомитись з вимогами до зварювального устаткування при роботизованому зварюванні.

Зміст звіту

Звіт повинен містити:

1. Короткі теоретичні відомості про процес роботизованого зварювання.
2. Функціональну схему системи АРНД з тиристорним приводом і статичні характеристики системи.
3. Опис впливу параметрів режиму зварювання на якість з'єднання і відповідні залежності.
4. Висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Вимоги до зварювального устаткування при роботизованому зварюванні.
2. Що належить до зварювального устаткування робота?
3. Системи управління процесом зварювання.
4. Від чого залежить різниця між регуляторами типу АРДС і АРНД?
5. Коли найбільш доцільно застосовувати регулятори типу АРДС, а коли – типу АРНД?
6. Ділянка вільно розширюючої дуги на статичній характеристиці.

Робота № 4. Регулятори циклу зварювання

Мета роботи

1. Вивчити роботу типових регуляторів циклу зварювання, з'ясувати призначення кожного блоку.
2. Вивчити процеси, що протікають у схемах регуляторів циклу зварювання.

Загальні відомості

Зварювання тиском є однією з перших областей металообробки, в якій почали застосовувати промислових роботів. Задачами, вирішуваними при переході до роботизованого зварювання тиском, є: мінімізація витрат часу і засобів, пов'язаних з переходом на інший виріб або іншу модель того ж виробу; забезпечення можливості зварювання різних варіантів виробу на одній і тій же виробничій системі; підвищення рівня якості зварювання; поліпшення умов праці; скорочення тривалості виробничого циклу.

Роботи для зварювання тиском використовуються в автомобілебудуванні у РТК, на ділянках, лініях складання і точкового зварювання кузова, підлоги, дверей тощо.

Апаратура керування є найважливішою частиною сучасного устаткування для зварювання тиском. Від неї залежать діапазон технологічних можливостей машини, чіткість відпрацювання заданих режимів зварювання. Разом із тим ця апаратура – найбільш складна частина зварювального устаткування. Логічні і функціональні режими, що нею здійснюються, вимагають великого числа електронних, іонних, напівпровідникових приладів, інтегральних мікросхем, а також зв'язаних з ними елементів.

У даний час намітилася тенденція побудови схем апаратури керування зварювальними машинами на основі типових транзисторних елементів і інтегральних схем. З їхньою допомогою може бути реалізована більшість схем, використовуваних в апаратурі керування й володіючих швидкодією і надійністю. Зручність роботи з такими елементами полягає в тому, що вони не вимагають налагоджування і догляду під час експлуатації.

Як правило, апаратура керування машинами змінного струму вбудовується в машину. Крім того, машини можуть комплектуватися переривниками, у яких установлюються регулятори циклу зварювання і силова комутуюча апаратура. Регулятори циклу зварювання залежать від технологічних вимог, висунутих до машини. Найбільшого поширення набули регулятори циклу зварювання, що послідовно обробляють не більше п'яти–восьми інтервалів часу і призначені для комплектації контактних машин загального застосування.

Структурна схема подібних регуляторів циклу подана на рис. 7.

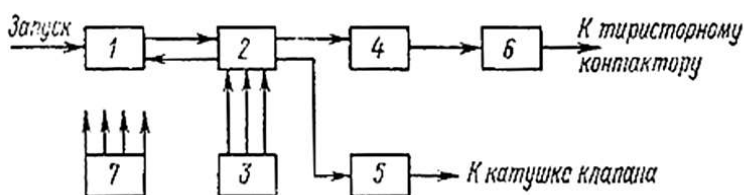


Рис. 7. Структурна схема регулятора:

- 1 – блок лічильника часу; 2 – програмильний пристрій;
- 3 – перемикачі тривалості зварювального циклу; 4 – фазоповертач;
- 5 – підсилювач електропневматичного клапана; 6 – підсилювач тиристорного контактора; 7 – блок живлення

При подачі сигналу запуску на блок лічильника часу 1 починається відлік зварювального циклу і через вихідний

підсилювач 5 подається напруга на котушку електропневматичного клапана. Тривалість позицій зварювального циклу встановлюється перемикачами 3.

На початку відліку позиції "зварювання" видається команда на фазоповертач 4, з якого сформовані імпульси частотою 100 Гц надходять на вихідний підсилювач 6, а з нього на включення тиристорного контактора. Після відключення відліку позиції "зварювання" знімається сигнал з фазоповертача й імпульси з тиристорного контактора. Після відліку позиції "кування" знімається сигнал з підсилювача 5 і відповідно – напруга з електропневматичного клапана. Після відліку позиції "пауза" схема регулятора приходить у вихідний стан. При режимі "автоматична робота" цикл роботи регулятора повторюється, при режимі "одиночна робота" необхідно подати повторний сигнал запуску.

У залежності від схемного рішення блоку лічильника часу регулятори можна розділити на наступні класи: аналогові, квазіцифрові і цифрові.

Найбільш високу відтворюваність і повторюваність відпрацювання режимів зварювання мають цифрові регулятори. Погрішність відпрацювання інтервалів часу технологічного циклу цифрового регулятора відповідає погрішності зміни частоти напруги промислових мереж і практично знаходиться у межах від 0,2 до 2 %.

На рис. 8 подана схема задання часу.

Цифровий відлік часу позицій зварювального циклу виконується двоїчно-десятковим лічильником (рис. 8). Генератором тактових імпульсів (ГТИ) зі змінною напругою частотою 50 Гц формуються прямокутні імпульси, що подаються на вхід чотирирозрядного лічильника одиниць. Число імпульсів, що надійшли на вхід, записано на виходи Q_1 , Q_2 , Q_3 , Q_4 у подвійному коді. Інформація про стан кожного з роз-

рядів надходить на дешифратор, що перетворює подвійний код лічильника на десятковий. Керуючий сигнал тривалістю в один період з'являється на тому з десяти виходів дешифратора, що відповідає числу імпульсів, які надійшли на вхід лічильника з початку відліку.

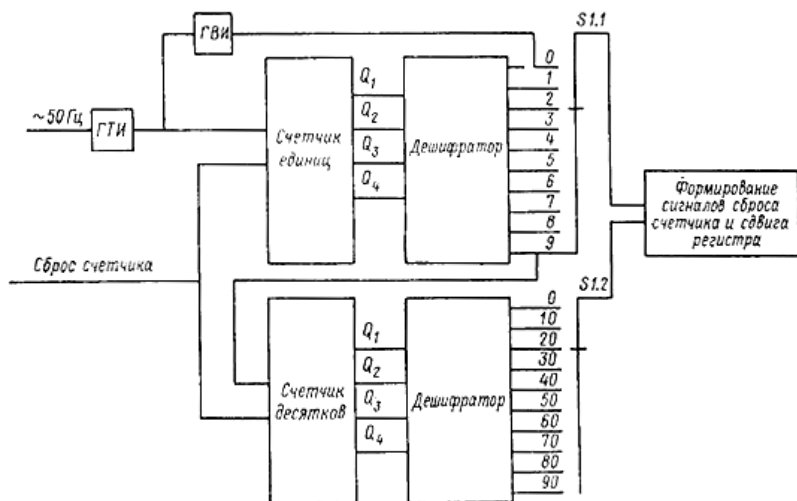


Рис. 8. Схема задання часу

Кожен десятий імпульс є тактовим для аналогічно побудованого лічильника десятків. До виходів дешифраторів підключаються перемикачі (*S1.1*, *S1.2*), що задають тривалість позицій. При збігу керуючих сигналів від перемикачів одиниць і десятків відлічуваної позиції формується сигнал зсуву розподільника позицій і сигнал скидання лічильника у вихідний стан. На нульове положення перемикача одиниць заведені височастотні імпульси, сформовані генератором ГВИ. Це дає можливість при установці перемикачів позицій *S1.1* і *S1.2* у положення 00 виключити зі зварювального циклу будь-яку позицію.

Для регулювання кута включення тиристорів щодо синусоїдальної напруги живильної мережі використовуються фазоповертачі (блок 4 на рис. 7). Зміна кута включення дає можливість плавно регулювати зварювальний струм. Застосовуються наступні типи фазоповертачів: 1 – фазоповертачі, що забезпечують синхронне включення і фазове регулювання, 2 – фазоповертачі, що забезпечують, крім того, стабілізацію зварювального струму при зміні напруги мережі, а також модуляцію фронту і спаду імпульсу.

Необхідно помітити, що фазоповертач зі стабілізацією зварювального струму зменшує потужність зварювального трансформатора приблизно на 15 %. Точність стабілізації фазоповертачів, як правило, не перевищує $\pm 3\%$ при зміні напруги мережі від 0,85 до $1,05U_n$.

Принципова схема фазоповертача зі стабілізацією зварювального струму наведена на рис. 9. Фазоповертач призначений для формування імпульсів напруги прямокутної форми, з частотою 100 Гц, фаза яких залежить від заданого закону регулювання зварювального струму. При коливаннях напруги живильної мережі фаза керуючих імпульсів автоматично змінюється, забезпечуючи підтримку зварювального струму в заданих межах.

Імпульси прямокутної форми виходять у результаті порівняння пилкоподібної напруги з напругою керування, обумовленого значенням $\cos \phi$ машини і положенням ручки "нагрівання". Положення фронту імпульсів керування в часі визначається результатом порівняння.

Генератор пилкоподібної напруги (ГПН) виконаний на транзисторах $VE1$, $VE2$ та елементах їхніх ланцюгів, а також на конденсаторах $C1$ і $C2$. Генератор пилкоподібної напруги формує імпульси позитивної полярності. На вхід ГПН подається синусоїдальна напруга (~ 7 В), (~ 50 В) з обмотки трансформатора блоку живлення.

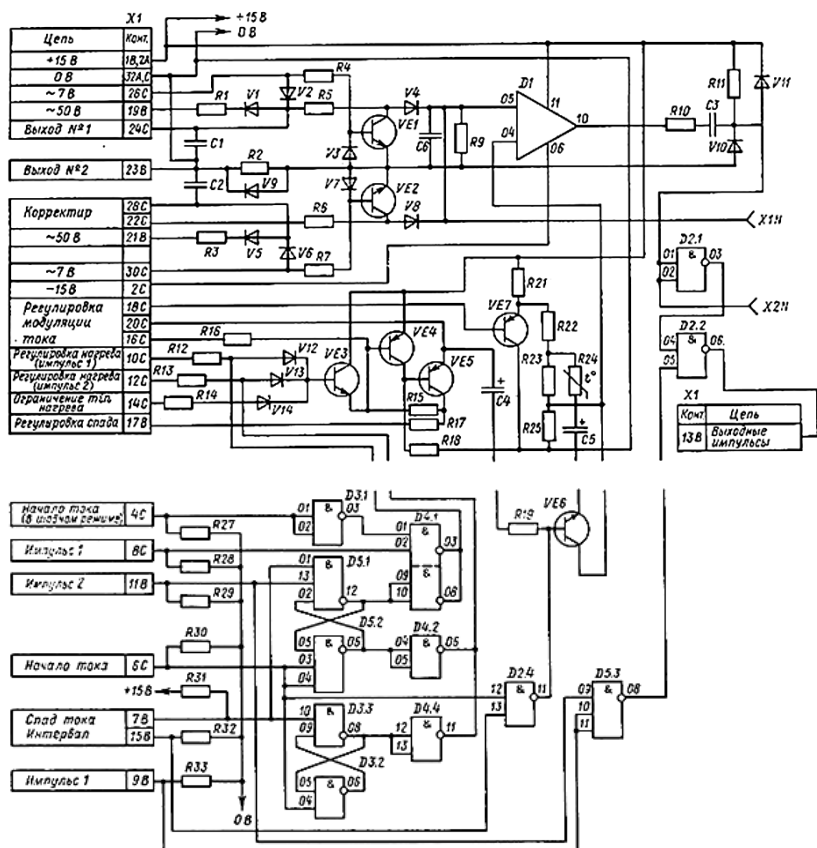


Рис. 9. Принципова схема фазоповертача зі стабілізацією зварювального струму

Конденсатори $C1$ і $C2$ заряджаються через діоди $V2$ і $V6$ до амплітудного значення напруги обмотки трансформатора (~ 7 В). У наступний за зарядом напівперіод конденсатори розряджаються через діоди $V1$ і $V5$, резистори $R1$ і $R3$ та обмотки (~ 50 В) трансформатора блоку живлення.

Таке співвідношення зарядної напруги і напруги обмоток трансформатора, через яке конденсатори розряджаються,

підібрано з міркувань підтримки амплітуди напруги на конденсаторах $C1$ і $C2$ приблизно до моменту переходу синусоїдальної напруги обмоток через нуль. Це необхідно для якісної стабілізації при коливаннях напруги живильної мережі. На рис. 10 показана результуюча напруга на конденсаторах $C1$ і $C2$. До переходу напруги обмотки через нуль транзистори $VE1$ і $VE2$ відкриті (заштриховані ділянки). У наступний напівперіод відбувається розряд конденсаторів $C1$ і $C2$. Транзистори $VE1$ і $VE2$ закриваються. У результаті на вході 05 $D1$ (вузол порівняння) маємо позитивні імпульси напруги пілкоподібної форми з частотою 100 Гц.

Напруга задання перетворюється транзисторами $VE3$ – $VE7$ за наявності дозволу з логічної частини схеми, виконаної на елементах $D2$... $D5$.

Напруга задання на базі повторювача $VE3$ визначається $\cos \phi$ і положенням ручки "нагрівання" того каналу ("Імпульс 1" або "Імпульс 2"), на включення якого отримано дозвіл. Через $VE3$ і ланцюг регулювання модуляції ця напруга надходить на повторювач $VE7$. У залежності від положення движка резистора "модуляція" напруга на базі $VE7$ змінюється у часі (заряд конденсатора $C4$). При цьому фаза вихідних імпульсів зміщається вліво, забезпечуючи плавне наростання зварювального струму від мінімального (30 %) до заданого. З повторювача $VE7$ через дільник $R21$ – $R25$ напруга керування надходить на 04 $D1$. У вихідному стані конденсатор $C4$, заряджений до напруги задання, що відповідає мінімальному нагріванню, забезпечує на виході фазу керуючих імпульсів, яка відповідає струму, рівному 30 % максимального.

Конденсатор $C5$ і елементи $D2.3$ і $D2.4$ дають можливість одержати у перший напівперіод будь-якого імпульсу при повному нагріванні струм із кутом відсічення, рівним приблизно 80...85°.

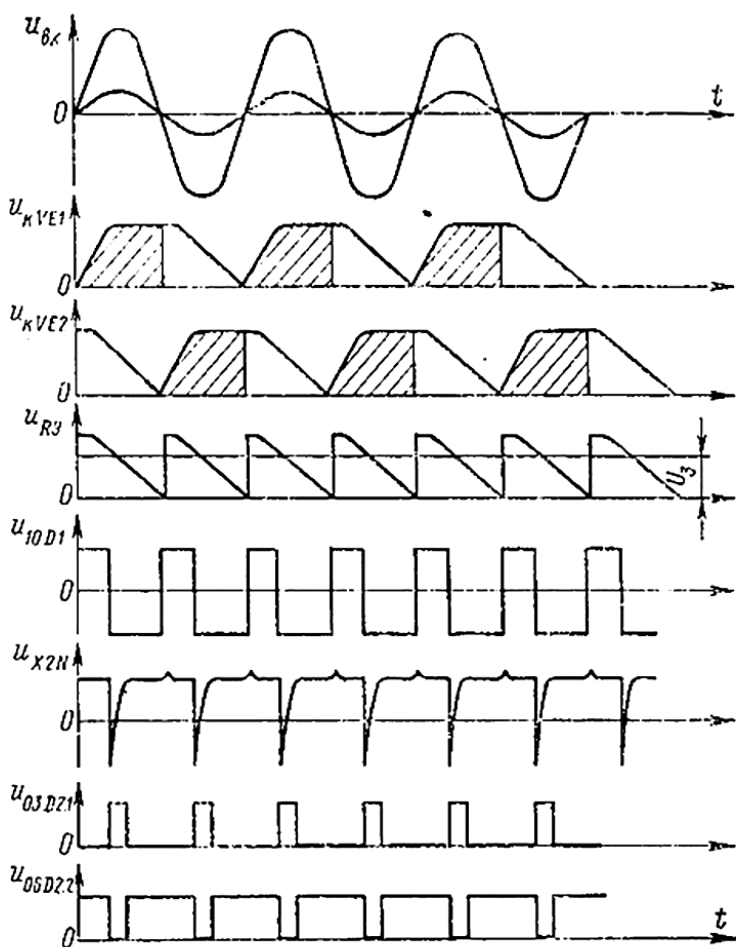


Рис. 10. Діаграма напруг фазоповертача зі стабілізацією

Логічна частина схеми, що задає напругу керування, працює у такий спосіб: тригер, побудований на елементах $D5.1$, $D5.2$, задає включення другого нагрівання (імпульс 2); вихідний стан тригера задається сигналом 0 з $X1:6C$, при цьому 1 на $06D5$, 0 на $12D5$. Наприкінці позиції "стиск" буде "1" на

XI:4C і "0" на *D3.1*. Потім у залежності від команди включається той або інший канал через схеми ІЛИ–НІ (*D4.1*, *D4.2* або *D4.3*, *D4.4*).

Операційний підсилювач *D1*, що виконує функції вузла порівняння, порівнює лінійно змінюючу напругу з ГПН і напругу керування. У моменти рівності цих напруг на виході *10D1* відбувається стрибкоподібна зміна вихідного сигналу.

Вихідний сигнал з *10D1* диференціюється конденсатором *C3* і подається на вхід елемента *D2.1*. На виході *03D2.1* з'являється "1", що подається на *04D2.2*. За наявності "1" з *08D5.3* – дозволяється зварювання, на *06D2.2* з'являється сигнал "0", що виходить з подвійною частотою напруги, подаваної на вхід ГПН. Далі цей сигнал через *XI:13B* подається на блок підсилювачів, де відбувається формування імпульсів необхідних параметрів для керування тиристорним контактором.

Регулятори часу забезпечують керування силовою комутуючою апаратурою, електропневматичними клапанами: двома (РВИ–801, РКС–601), одним (РВИ–501 і РВИ–703), приводом роликів (РВМ–501). Усі регулятори забезпечені цифровою індикацією позицій зварювального циклу.

Регулятор РВИ–703 забезпечує роботу силової комутуючої апаратури у двох режимах: у режимі з фазовим регулюванням зварювального струму й у режимі з автоматичним виходом на повнофазний струм.

Регулятори РВИ–801 і РВИ–703 забезпечують наступні режими роботи зварювальних машин по струму: число пульсацій зварювального струму протягом одного циклу від 1 до 10; може бути задана частина імпульсів (із загального встановленого числа) з нагріванням 1, інші – з нагріванням 2; регулювання нагрівання і тривалості імпульсів 1 і імпульсів 2 – роздільна. Є можливість роботи з плавним наростанням фронту імпульсу зварювального струму (з модуляцією).

Порядок проведення роботи

1. Вивчити роботу типових блоків регулятора.
2. На прикладі регулятора циклу зварювання РКС–601 вивчити функціональне призначення і взаємодію окремих блоків.
3. Вивчити роботу цифрового лічильника часу.
4. Вивчити роботу фазоповертача зі стабілізацією зварювального струму.

Зміст звіту

Звіт повинен містити:

1. Короткі теоретичні відомості.
2. Принципові схеми блоків та їхню взаємодію.

Контрольні питання

1. Призначення фазоповертача.
2. Класифікація лічильників часу регулятора.
3. Як здійснюється завдання режимів зварювання і забезпечення роботи машини ?
4. Призначення тиристорного контактора.
5. Діаграма напруг фазоповертача.

Робота № 5. Вивчення конструкції і дослідження роботи зварювального напівавтомата КП 016

Мета роботи

1. Вивчити конструкцію і принцип роботи напівавтоматів типу КП 016 або подібного.
2. Аналіз впливу технологічних параметрів режиму зварювання на геометричні розміри зварного шва і вибір режиму зварювання.
3. Типові несправності та їх усунення.

Загальні відомості

У виробництві зварних конструкцій з низьковуглецевих і низьколегованих сталей широко застосовується механізоване зварювання суцільним і порошковим дротом у вуглекислому газі стикових, таврових, кутових та напускних зварних з'єднань напівавтоматами КП 016, КП 06 або подібних у вуглекислому газі і його сумішах на постійному струмі зворотної полярності суднокорпусних конструкцій у всіх просторових положеннях.

Технічна характеристика КП 016

Номінальна напруга мережі трифазного змінного струму, В	380
Частота змінного струму, Гц	50
Номінальний зварювальний струм при ПВ 60 % і циклі зварювання 5 хв, А	400
Рід струму	постійний
Границі регулювання струму зварювання, А	60...400
Діаметр електродного дроту, мм	1,2...2,0

Швидкість подавання електродного дроту, м/год	100...960
Регулювання швидкості подавання електродного дроту	плавна
Маса електродного дроту в касеті, кг, не більше	12
Витрати захисного газу, л/хв	8...20
Габаритні розміри механізму подачі, мм:	
довжина	370
ширина	275
висота	151
Маса механізму подачі, кг	12
Загальна маса комплексу поставки з джерелом живлення, кг, не більше	330

Напівавтомат виготовляється для сумісної роботи з джерелом живлення – випрямлячем КИГ–401 або КИУ–501.

Напівавтомат складається з механізму подачі електродного дроту, джерела живлення, пальника, зварювальних кабелів, рукава зварювального тракту, газового редуктора з витратоміром і підігрівачем газу.

Будова і принцип дії напівавтомату

Механізм подачі призначений для подавання електродного дроту і захисного газу через пальник у зону зварювання.

Механізм подачі складається з наступних вузлів:

1. Циліндричний редуктор в алюмінієвому корпусі, який приводиться у рух електродвигуном постійного струму Д–90, з напругою живлення 27 В та потужністю 130 Вт.

2. Механізм подачі, що складається з притискних роликів і притискачів, які сумісно з подавальними роликами забезпечують подавання електродного дроту в пальник. Комплект містить притискні подавальні ролики з гладкою поверхнею і насічкою. Варіант установки вибирається споживачем.

3. Відсікач газу, призначений для подавання захисного газу у зону зварювання. Із подаванням напруги на котушку рухоме осердя, що являється одночасно і клапаном, втягується і відчиняється отвір для проходження газу. Із відключенням живлення пружина повертає клапан у початкове становище.

4. Касета є місткістю для електродного дроту.

5. Пристрій для гальмування попереджає розкручування електродного дроту.

6. Корпус призначений для розміщення у ньому всіх названих вище вузлів.

7. Підігрівач газу забезпечує підігрів газу і застерігає редуктор від змерзання.

8. Випрямляч зварювальний призначений для живлення дуги зварювальним струмом.

9. Пальник призначений для підведення у зону зварювання захисного газу, зварювального струму та електродного дроту.

10. Редуктор УЗО призначений для зменшення тиску газу, що виходить із балону та регулювання його витрати.

Будова і принцип дії електричної частини напівавтомата

1. Електрична частина напівавтомата забезпечує:

- вибір одного з двох імовірних режимів зварювання за допомогою тумблера на механізмі подачі;

- керування початком та закінченням зварювання за допомогою пускової кнопки на пальнику;

- плавне регулювання швидкості подачі електродного дроту (струму зварювання) за допомогою реостата на подавальному пристрої;

- плавне регулювання напруги зварювання за допомогою реостата на механізмі подачі;

- подавання захисного газу в зону зварювання перед початком зварювання і забезпечення подавання газу після закінчення зварювання у спливанні заданого часу;

- запускання зварювального випрямляча перед початком зварювання і затримки його відключення після закінчення зварювання (для оплавлення вильоту електродного дроту під час гальмування його подачі);

- перевірку напруги неробочого ходу джерела живлення за допомогою тумблера на блоці керування;

- перевірку подавання захисного газу за допомогою тумблера.

Електрична схема напівавтомата складається із наступних функціональних вузлів (рис. 11):

- вузол задавання зварювальної напруги, побудований на транзисторах *VT1* і *VT2*;

- вузол керування швидкістю подачі електродного дроту, побудований на транзисторах *VT6*, *VT5* з конденсатором *C4* (формував пилкоподібної напруги), на транзисторах *VT3–VT4* (пороговий ключ);

- вузол керування пуском – зупинкою привода, побудованого на транзисторах *VT8–VT9*;

- таймер з ключем, що виконаний на мікросхемі *D1* і транзисторі *VD10* (керування відсікачем газу);

- таймер з ключем, що виконаний на тиристорі *VD5* (якірний ланцюг двигуна *M*);

- вузол керування вмикання–вимикання джерела живлення, що побудований на транзисторі *VT11* сумісно з реле *KV1*;

- вузол механізму подачі, що складається з двигуна *M*, відсікача газу *Y1*, потенціометрів *R47*, *R48*, *R49* і *R50*, перемикача режимів *SA2*, кнопки пуску *S1*, що знаходиться на пальнику;

- сигналу завдання зварювальної напруги для ВДУ–506, який виконано на резисторі *R8* і який залежить від напруги на базі транзистора *VT2*, яка формується подільником *R48 – R11* (або *R50–R11*).

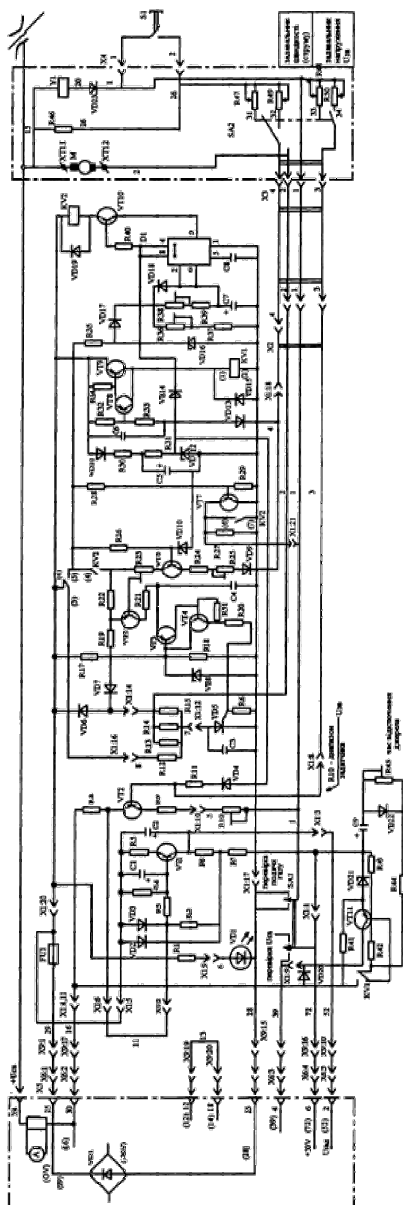


Рис. 11. Електрична схема напівавтомата КП 016

Таким чином, резистори $R48$ (або $R50$) являються задатчиками зварювальної напруги. Налаштування діапазону забезпечується за допомогою резистора $R10$ (шліц якого виведений на лицьову панель блоку керування). Стан ключа $VT8$ – $VT9$ (зачинено–відчинено) дорівнює потенціалу точки $N16$. Ключ зачинено, реле $KV1$ вимкнене, транзистор $VT11$ зачинено, отже, вимкнено пускове реле у джерелі живлення і зварювальна напруга відсутня. Із вмиканням контакта $S1$ потенціал точки $N26$ через подільник $R46$ – $R47$ зміщується до мінусу, завдяки чому відчиняється ключ $VT8$ – $VT9$ і починає працювати реле $KV1$. Перемикання контакта $KV1$ у ланцюгах транзистора $VT11$ приводить до вмикання цього ключа і початку роботи пускового реле у схемі джерела живлення. Перемикання контакта $KV1$ на резисторі $R28$ через транзисторний ключ $VT7$ забезпечує подачу захисного газу, за допомогою спрацьовування клапана $Y1$. З перемиканням контакта $KV1$ на резистор $R35$ починається заряд конденсатора $C7$ (витримка часу на запуск подавання дроту). Після перевертання виходу мікросхеми $D1$ із "одиниці" в "нуль" відчиняється транзисторний ключ $VT10$, спрацьовує реле $KV2$, відбувається пускання приводу подачі електродного дроту, отримує живлення вузол керування швидкістю подавання електродного дроту ($VT6$ – $VT5$). Оскільки потенціал бази транзистора $VT6$ зафіксований $VT10$, то емітерний повторювач на резисторах $R24$ – $R25$ – $R47$ буде підтримувати приблизно такий же потенціал.

Таким чином, струм емітера (а в результаті – струм через резистор $R23$) буде залежати від потенціометра швидкості $R47$. Транзистор $V15$ сумісно з резистором $R22$ є емітерним повторювачем напруги від $R23$ (за вирахунком перепаду $U_{6-е} = 0,4$ В) і послідовно – джерелом живлення зарядного струму для конденсатора $C4$ у залежності від струму через $VT6$ (у. т. ч. від положення потенціометра швидкості подавання дроту).

Таким чином, час зарядження конденсатора $C4$ і, в кінцевому рахунку, фаза вимикання порогового ключа $VT3-VT4$ залежать від потенціометра швидкості $R47$ ($R49$).

Мінімальне значення швидкості подавання пристроєм подачі електродного дроту відповідає максимальному значенню величини опору потенціометра $R47$ (або $R49$) і налаштовується за допомогою резистора $R23$. Максимальне значення швидкості пристрою відповідає мінімальному значенню величини опору потенціометра $R47$ (або $R49$) = 0 і настроюється за допомогою резистора $R25$.

Зворотний зв'язок пристрою (тобто – жорсткість) забезпечується подаванням проти ЕРС двигуна, на резистори $R19$, через діод $VD7$.

Робота пристрою подачі продовжується поки зачинений контакт кнопки $S1$ (утримується реле $KV1$). З відпусканням кнопки потенціал точки $N26$ повертається до потенціалу точки $N16$, зачинається ключ $VT8$, $VT9$, але відключення зварювального джерела живлення і газового клапана відбувається не одразу (слід за $KV1$).

Після відключення $KV1$ конденсатор $C7$ розряджається через діод $VD18$ і резистори $R36-R37$, після чого вихід мікросхеми $D1$ перемикається в „одиницю” і зачинений ключ $VT7$ відпустить реле $KV2$, струм через котушку $Y1$ зменшиться нижче рівня утримання, зупиниться подавання захисного газу.

Конденсатор $C9$ розряджається через резистори $R44-R45$, утримуючи деякий час відчиненим ключ $VT11$ і пускове реле джерела живлення увімкненим.

Вибір одного з двох режимів зварювання забезпечується за допомогою тумблера $SA2$, що знаходиться на пристрої подачі електродного дроту. Внаслідок цього працює пара потенціометрів $R47$, $R48$, або $R49$, $R50$.

Із затримкою часу, що необхідна для захисту зварювальної ванни, вимикається відсікач газу і подавання захисного

газу зупиняється. Схема повертається у початкове положення. За допомогою перемикача *SB2* здійснюються налагоджувальне переміщення електродного дроту "вперед" і перевірка подавання газу перед зварюванням.

Підготовка напівавтомата до роботи

1. Перед запусканням нового напівавтомата або довгий час не працюючого після розконсервації необхідно:

- очистити напівавтомат від пилу, у разі необхідності підфарбувати місця, що зазнали пошкодження;
- перевірити мегаомметром на 500 В опір ізоляції блоку, що подає електродний дріт. Опір ізоляції струмоведучих частин відносно корпусу механізму подачі електродного дроту повинен бути не нижче 2,5 МОм. У разі зниження опору ізоляції напівавтомат слід просушити (зовнішнім нагріванням, обдуваючи його теплим повітрям).

2. Перевірити попереднім вмиканням відповідність напруги напівавтомата напрузі мережі живлення.

3. Виконати зовнішні з'єднання напівавтомата, підключення його до мережі живлення згідно зі схемою електричних з'єднань.

У якості зворотного проводу, що з'єднує виріб із джерелом живлення зварювальним струмом, можливе застосування сталевोї чи мідної шини будь-якого профілю достатнього перерізу, зварювальної плити і самої конструкції, що зварюється.

4. Під'єднати джерело зварювального струму до мережі згідно з інструкцією до його експлуатації.

5. Перевірити наявність мастила в редукторі механізму подачі, якщо необхідно, додати мастило.

6. Заповнити касету електродним дротом.

7. Відтиснувши притискні ролики, вручну проштовхнути електродний дріт через ролики механізму подачі до виходу його в приймальну частину пальника. Після цього притиснути притискні ролики притискувачами, що вмикаються

перемикачем подавання електродного дроту *SB2* на передній панелі напівавтомата. Після цього заправити дріт у тримач. Для полегшення проходження дроту крізь мундштук пальника рекомендується вивернути контактний наконечник. Кінець електродного дроту слід заовалити. Контактний наконечник необхідно узгоджувати з діаметром електродного дроту.

8. Виконати налаштування необхідної швидкості подачі електродного дроту за допомогою резистора *R10*.

9. Під'єднати до балону з вуглекислим газом редуктор з підігрівачем та витратоміром газу. Вихідний ніпель редуктора за допомогою рукава з'єднати з вхідним штуцером відсікача газу. Натиснути кнопку продування газу *SB2*, що знаходиться на передній панелі напівавтомата, і переконатися, що газ поступає через сопло пальника. Встановити потрібну витрату газу.

10. Зачистити перед початком роботи поверхні, що зварюються, від мастил та іржі.

11. Режим зварювання встановити в залежності від діаметра зварювального дроту, товщини металу, що зварюється, і положення зварного шву у просторі.

12. Починаючи зварювання після тривалих перерв у роботі, необхідно забезпечити подавання газу шляхом вимкнення перемикача *SB2*. При цьому заповнення газового тракту забезпечить необхідний захист зварного шва в момент початку зварювання.

13. Встановити на випрямлячі за допомогою перемикача вид жорстких зовнішніх характеристик.

14. Встановити на блоці управління БУСП–1 необхідний режим роботи – "безперервний", "переривистий" або "точковий", і вид управління – "дистанційний".

15. При під'єднуванні пальника до подаючого пристрою перевірити співвісність отвору хвостовика пальника і канавки

подаючих роликів, враховуючи, що зсув їх на 1,0 мм вже через декілька хвилин призводить до припинення подачі дроту через попадання стружки дроту в направляючий канал. Хвостовик пальника повинен бути максимально наближений до роликів.

16. При намотуванні дроту на касету укладання його повинне бути рядовим. Застосування іржавого дроту неприпустимо.

17. При заправці дроту в направляючий канал пальника за допомогою вимикача-кнопки на подаючому пристрої, встановити необхідний тиск роликів на дріт, щоб він подавався рівномірно, без пробуксовування. При неспіввідповідності струмоподаючого наконечника і свічки або поганій зенківці наконечника дріт може "обтикатися" в нього і можливе пробуксовування роликів або їх зупинка у разі надмірного тиску на дріт. При цьому необхідно або замінити наконечник, або спочатку пропустити дріт у незагвинчений наконечник, а потім укрутити його в свічку. У останньому випадку зростає зусилля проштовхування дроту.

Несправності та їх усунення

Найвірогідніші несправності, за умови правильної підготовки напіваавтомата до експлуатації, і способи їх усунення подані нижче.

Не включається ДЖ, при місцевому управлінні ДЖ включається, при дистанційному – ні. У блоці БУСП 1 вийшов з ладу транзистор *VT3* або реле *K1*. Нестійко працює двигун подачі електродного дроту. Поганий контакт щіток з колектором. Великий виліт електродного дроту після припинення зварювання. У блоці БУСП 1 несправна схема динамічного гальмування двигуна.

Сучасні схеми управління зварювальним устаткуванням достатньо складні. Вони будуються на транзисторах, тиристорах,

інтегральних мікросхемах. Алгоритм їх роботи складний. Тому розуміння обслуговуючим персоналом основ електроніки є умовою безперебійної роботи сучасного устаткування електрозварювання.

Порядок проведення роботи

1. При ознайомленні з устаткуванням зварювальної ділянки виконати наступні задачі:

- вивчити конструкцію напіваавтомата ("Опис і інструкція з обслуговування напіваавтомата КП 016" або ін.);
- вивчити принципову і монтажну електричні схеми напіваавтомата;
- провести монтаж зовнішніх електричних з'єднань напіваавтомата;
- вивчити конструкцію і будову зварювального пальника;
- вивчити будову газового устаткування (регулятора тиску і витрати газу, підігрівника, осушувача, ротаметра);
- змонтувати устаткування зварювального поста (напіваавтомат, пальник, газове устаткування, балон з вуглекислотою).

Зміст звіту

Звіт повинен містити:

1. Основні положення технології зварювання в CO_2 , $\text{Ar} + \text{CO}_2$.
2. Опис, призначення і технічні характеристики напіваавтомата (КП 016 або подібного), його принципову електричну схему, опис її роботи; схему й опис монтажу зовнішніх електричних з'єднань напіваавтомата.
3. Опис пристрою і характеристик газового устаткування робочого поста для зварювання у вуглекислому газі.
4. Схему поста для зварювання у вуглекислому газі.
5. Загальні висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Переваги і недоліки зварювання в CO_2 .
2. Для яких матеріалів використовується зварювання в CO_2 ?
3. Зварювальні матеріали, використовувані при зварюванні в CO_2 .
4. Склад газу в реакційній зоні при зварюванні в CO_2 .
5. Реакції окиснювання заліза і легуючих елементів при зварюванні в CO_2 .
6. Механізм захисту зварювальної ванни від взаємодії з азотом.
7. Якими параметрами характеризується режим зварювання в CO_2 ?
8. Як впливають параметри режиму зварювання на геометричні розміри зварювальної ванни?
9. Чому процес зварювання в CO_2 характеризується великою величиною проплавлення?
10. Дотримання яких умов при зварюванні в CO_2 сприяє зменшенню розбризкування металу?
11. Чим керуються при виборі діаметра зварювального дроту?
12. Як зв'язані зварювальний струм і діаметр зварювального дроту?
13. Від чого залежить витрата вуглекислого газу при зварюванні?
14. Що входить до складу робочого поста для зварювання в CO_2 ?
15. Основні елементи напівавтоматів для зварювання в CO_2 .
16. Які механізми подачі зварювального дроту застосовуються в напівавтоматах?
17. Будова напівавтомата КП 016.
18. Робота електричної схеми керування напівавтомата.

20. Підготовка і порядок роботи на напівавтоматі КП 016.
21. Основні характеристики пальників для зварювання в CO_2 .
22. Що входить до складу газового устаткування поста для зварювання в CO_2 ?

Література

1. Оборудование для дуговой сварки [Текст] : справочное пособие / под ред. В. В. Смирнова. – Л. : Энергоиздат, 1986. – 656 с.
2. **Акулов, А. И.** Технология и оборудование сварки плавлением и термической резкой [Текст] / А. И. Акулов, В. П. Алехин, С. И. Ермаков [и др.]. – М. : Машиностроение, 2003. – 560 с.

Робота № 6. Вивчення конструкції і дослідження роботи апаратів для автоматичного зварювання під флюсом

Мета роботи

1. Вивчити конструкцію і принцип роботи автоматів типу АДС 1000 АДФ 1202 або подібного.
2. Наладка, підготовка до роботи та технічне обслуговування.
3. Типові несправності та їх усунення.

Загальні відомості

Зварювання під флюсом – найпоширеніший спосіб механізованого дугового зварювання електродом, що плавиться.

Застосування автоматичного зварювання під флюсом сприяє скороченню ручного дугового зварювання, поліпшенню якості зварного з'єднання і підвищенню продуктивності праці.

Автоматичне зварювання під флюсом доцільно застосовувати в серійному і масовому виробництвах для виробів зі сталі, алюмінію, титану, міді та їхніх сплавів, при виконанні кільцевих, прямолінійних стикових і кутових швів довжиною від 0,8 м і більше на металі товщиною 3...100 мм із вільним входом і виходом зварювальної головки для початку і кінця шва.

Переваги автоматичного зварювання під флюсом:

- висока продуктивність;
- стабільність високої якості і гарного зовнішнього вигляду зварювальних з'єднань;
- високий рівень локальної механізації зварювального процесу і можливість його комплексної автоматизації;
- зниження питомої витрати електродного металу та електроенергії.

Недоліки автоматичного зварювання під флюсом:

- можливість зварювання тільки в нижньому положенні;
- необхідність більш ретельної (у порівнянні з ручним зварюванням) підготовки крайок і більш точного складання деталей під зварювання;
- неможливість зварювання стикових швів без підкладки або попереднього підварювання кореня шва.

Сутність процесу зварювання під флюсом. Процес дугового зварювання під флюсом полягає в застосуванні непокритого зварювального дроту і гранульованого флюсу, що насипається перед дугою шаром товщиною 30...50 мм.

Автомат для зварювання і схема процесу автоматичного дугового зварювання під флюсом подані на рис. 12.

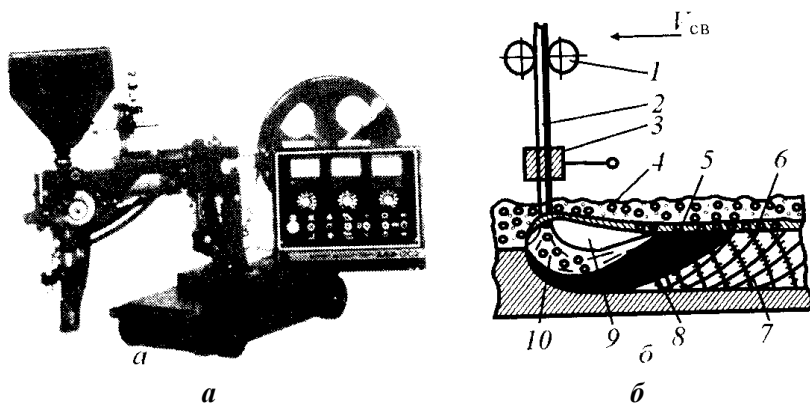


Рис. 12. Автомат АДФ-1202 (а) і схема процесу автоматичного дугового зварювання під флюсом (б)

Збудження і підтримка дугового розряду виконується автоматично зварювальною головкою, що за допомогою механізму подачі 1 безупинно подає в зону дуги зварювальний

дріт 2 по мірі його плавлення. Дуга 10 горить між кінцем електрода і виробом. Дуга по стику переміщається самохідним зварювальним візком (або виріб переміщається щодо нерухомої зварювальної головки).

Під дією тепла, виділюваного зварювальною дугою, плавляться електродний дріт і метал виробу, що зварюється, а також частина флюсу 5, що примикає до дуги. В області горіння дуги утворюється порожнина 9 (газовий пузир), обмежена у верхній частині оболонкою розплавленого флюсу, а в нижній – зварювальною ванною 8. Газовий пузир заповнений парами металу, флюсу і газами. Тиск газів підтримує флюсовий звід, що утворюється над зварювальною ванною. Дуга трохи відхиляється від вертикального положення у бік, протилежний напрямку зварювання. Під впливом тиску дуги рідкий метал 8 відтискується також у бік, протилежний напрямкові зварювання. Під електродом утворюється кратер із тонким шаром розплавленого металу. Основна маса розплавленого металу займає простір від кратера до поверхні шва, розташовуючись похилим шаром. Розплавлений флюс унаслідок значно меншої щільності спливає на поверхню розплавленого металу шва і покриває його щільним шаром. У міру поступального руху електрода проходить затвердіння металевої і шлакової ванн з утворенням зварного шва 7, покритого твердою шлаковою кіркою 6.

Зварювання під флюсом можна здійснювати змінним і постійним струмом, одною дугою, двома дугами, розщепленим електродом і трифазною дугою.

При автоматичному дуговому зварюванні під шаром флюсу для збудження дуги, подачі електродного дроту, підтримки заданого режиму зварювання, а також припинення процесу застосовують пристрій, що називається *зварювальною головкою*. Якщо зварювальна головка переміщається вручну – процес

зварювання називається *механізованим*, якщо ж зварювальна головка обладнана приводом переміщення, то процес зварювання називається *автоматичним*.

При автоматичному зварюванні зварювальна головка може переміщатися безпосередньо по виробу (автомати тракторного типу); по спеціальних напрямних, розташованих над виробом (начіпні самохідні зварювальні автомати); може бути нерухомо закріплена на консолі над виробом, що рухається (стаціонарні зварювальні автомати).

Усі три типи автоматів мають касету з електродним дротом, бункер для флюсу, пульт керування з електровимірювальною апаратурою.

Зварювальний автомат у комплекті з джерелом живлення і допоміжним устаткуванням називається *зварювальною установкою*. Промисловість випускає два основних типи зварювальних головок: з автоматичним регулюванням швидкості подачі електродного дроту в залежності від напруги дуги і з постійною швидкістю подачі електродного дроту

При сталому режимі зварювання швидкість подачі електродного дроту дорівнює швидкості її плавлення. У зварювальних головках із автоматично регульованою швидкістю подачі електродного дроту в залежності від напруги дуги при порушенні нормального горіння дуги змінюється довжина дугового проміжку, що призводить до зміни напруги дуги. Зміна напруги впливає на електродвигун постійного струму, відповідальний за швидкість подачі електродного дроту, викликаючи таку зміну швидкості подачі, що відновлює колишню напругу дуги, тобто задана напруга дуги підтримується постійною.

У зварювальних головках з постійною швидкістю подачі електродного дроту, що не залежить від напруги дуги, у випадку зміни довжини дугового проміжку відновлення режиму відбувається через тимчасову зміну швидкості плавлення електродного дроту внаслідок саморегулювання дуги.

У зварювальних головках з постійною швидкістю подачі дроту часто застосовують електродвигуни змінного струму. У цих випадках здійснюється східчає регулювання швидкості подачі електродного дроту. Необхідна швидкість устанавлюється попередньо перед зварюванням підбором змінних зубчастих коліс (або роликів). Така схема проста і надійна. Однак неможливість робити регулювання швидкості під час зварювання є недоліком застосування електродвигунів змінного струму.

У зварювальних головках, коли необхідне часте плавне налагоджування режиму зварювання, застосовуються електродвигуни постійного струму. Для розширення меж регулювання швидкості подачі дроту іноді додатково встановлюють змінні зубчасті колеса, що забезпечує плавноступінчає регулювання. Автомати з плавним регулюванням швидкості подачі електродного дроту мають великі технологічні можливості.

Автоматичне дугове зварювання поділяється на *однодугове, дводугове і багатодугове*.

У промисловості використовуються одно-, двох- і багатоелектродні автомати. Вони обладнуються відповідною кількістю барабанів для електродного дроту.

З одноелектродних автоматів тракторного типу застосовуються автомати АДФ-1202, АДС-1000-4, АДФ-1002 тощо.

Зварювальний автомат АДС-1000-2

Автомат АДС-1000-2 призначений для зварювання під флюсом стикових швів з обробленням і без оброблення кромок під зварювання, кутових швів вертикальним і похилим електродом, а також з'єднань унапуск. Конструкція автомата дозволяє зварювати шви, розташовані на горизонтальних і похилих до 15° ($0,26$ рад.) до горизонту поверхнях.

У комплект автомата входять зварювальний трактор, шафа розподільного пристрою, зварювальний трансформатор ТСД-1000-4, набір запасних частин і спеціального інструмента.

Первинна обмотка трансформатора секціонована, що дозволяє східчасто змінювати напругу холостого ходу (U_{xx}).

Пульт управління забезпечений приладами (амперметр і вольтметр) для електровимірювань і потенціометрами для плавного регулювання швидкості зварювання і швидкості подачі електродного дроту. Крім того, на пульті змонтовані кнопки управління. Для ручного переміщення електродного дроту перед початком зварювання служать кнопки "Електрод: Вверх–вниз". Для пуску і припинення роботи автомата використовуються кнопка "Зварювання: Пуск–стоп". Кнопками "Струм: Більший–менший" проводиться дистанційне керування величиною зварювального струму.

Кареткою трактора є шасі на чотирьох колесах з гумовими ободами. Задні колеса є провідними. Зчіплюються і розчіплюються вони з приводом за допомогою рукоятки, що розводить дві зубчаті напівмуфти. Рух каретки здійснюється електродвигуном постійного струму через черв'ячний редуктор. Трактор може переміщатися безпосередньо по виробу або рейковому шляху.

Електрична схема автомата передбачає роботу за принципом автоматичного регулювання швидкості подачі електродного дроту залежно від напруги дуги (рис. 13). Електроустаткування й апаратура, що входить у схему, розміщена на самому тракторі, в шафі розподільного пристрою і на джерелі живлення зварювальної дуги.

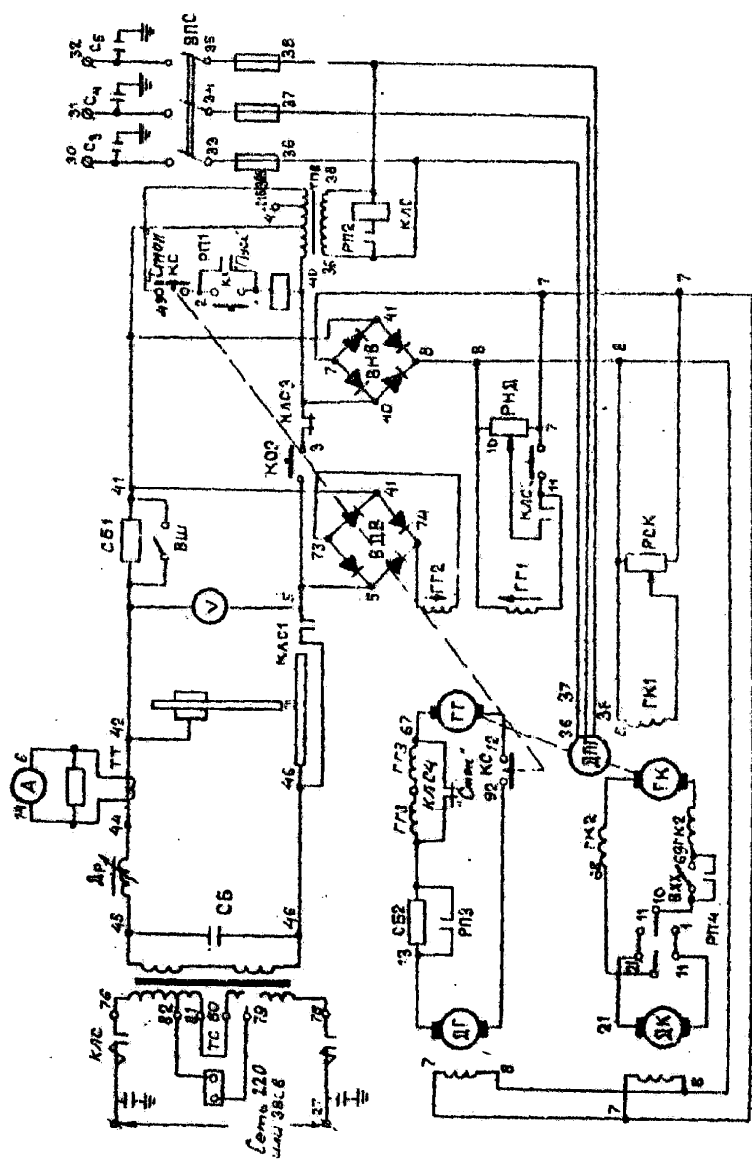


Рис.13. Принципова електрична схема автомата АС-1000-2

Порядок проведення роботи

1. Використовуючи технічну документацію, докладно ознайомитися з конструкцією, принципом дії і правилами експлуатації автоматів для зварювання під флюсом.

2. Вивчити й описати призначення основних блоків автомата.

Підготовка автомата до роботи. Всі операції треба починати з підключення заземляючого дроту в строгій відповідності з інструкцією, поданою в паспорті на автомат.

При підключенні джерела зварювального струму до цехового рубильника напруги живлячої мережі необхідно переконатися у відповідності напруги живлячої мережі напрузі, вказаній на заводській табличці джерела живлення.

Підведення і відведення зварювальних автоматів до місця зварювання здійснюється вручну спеціальними механізмами з візуальним контролем або автоматичними пристроями з вимикачами або датчиками положення. При великих відстанях для переміщення використовуються маршові швидкості автоматів.

При зварюванні під флюсом дугу збуджують із попереднім замиканням електрода на виріб при ручному управлінні приводом подачі електродного дроту. Флюс у зону зварювання подають після замикання електрода на виріб. При зварюванні тонким дротом послідовно виконують подачу зварювальної напруги на мундштук, включення електродвигуна подачі дроту на заданій або зниженій частоті обертання; перемикання електродвигуна подачі на задану частоту обертання (тільки для випадку збудження на зниженій швидкості подачі). При зварюванні дротом більше 3 мм після подачі напруги на мундштук електродвигун подачі або включається у зворотний бік, виконуючи відрив дроту від виробу, або не включається до тих пір, поки не розплавиться кінець електродного дроту чи легкоплавкої вставки в зоні контакту з виробом (сталевій

стружки), після чого виникає зварювальна дуга; електрод вигун подачі включається по сигналу струмового реле.

Зварювання шва на постійному режимі можливе з незалежною або із залежною від напруги на дузі швидкістю подачі електродного дроту. У сучасних зварювальних автоматах частіше використовують незалежну швидкість подачі. Параметри режиму зварювання встановлюють і контролюють приладами на пульті управління. Заварка кратера виконується після проходження відповідної команди від оператора або від програмного пристрою. При цьому послідовно виконуються наступні дії: зниження швидкості зварювання за заданою програмою, зупинка або реверс зварювального руху; зниження швидкості подачі електрода за заданою програмою або її припинення; зміна напруги на дузі за заданою програмою (для випадків, коли передбачене програмне зниження швидкості подачі електрода). У результаті виконання цих дій кратер заповнюється наплавленим металом.

Після заварки кратера за командою від оператора, або від програмного пристрою зварювання закінчується. У разі заварки кратера при зупинці подачі електродного дроту та його розплавлення до природного обриву дуги, сигналом на закінчення зварювання служить припинення зварювального струму. Після команди про закінчення зварювання послідовно виконуються наступні дії: відключаються джерело зварювального струму і подача дроту, припиняється зварювальний рух. Подача флюсу зазвичай припиняється за 100...200 мм до кінцевої точки шва.

Після цього дозволяється повернення зварювального інструменту в початкове положення або переміщення його до початку наступного шва.

Несправності зварювальних автоматів і способи їх усунення подані нижче.

При натисненні кнопки "Пуск" не збуджується дуга. Немає подачі електрода. Відсутнє коротке замикання між електродом і виробом.

При натисненні кнопки "Пуск" не спрацьовує контактор. Обрив ланцюга управління. Несправний допоміжний трансформатор.

При зварюванні спостерігається нерівномірна подача електродного дроту. Недостатній затиск електродного дроту притискним роликком.

Великий знос провідного ролика. Заїдання електродного дроту в наконечнику зварювальної головки.

При натисненні кнопок "Вгору" або "Вниз" двигун подачі електрода не працює. Обрив або порушення в ланцюзі живлення двигуна подачі дроту.

У процесі зварювання змінюється положення головки і мундштука в поперечному напрямі. Люфти в коректорі.

У процесі зварювання спостерігаються часті обриви дуги за відсутності механічних несправностей. Різке підвищення напруги в мережі, велика сила зварювального струму.

У процесі зварювання спостерігається безперервне "примерзання" електрода. Різке пониження напруги в мережі.

У процесі зварювання спостерігаються перерви в русі автомата. Пробуксовує фрикціон ходового механізму. Буксують колеса апарату.

Пористість у металі шва. Підвищена напруга дуги. Підвищена вогкість флюсу. Невідповідність марки дроту.

Виконати зварювання стикового з'єднання на режимах, заданих викладачем.

Визначення витрати електроенергії при автоматичному зварюванні під флюсом здійснювати на режимі $I_{зв} = 250$ А, $U_{д} = 28$ В, $V_{зв} = 30$ м/ч. Питома витрата електроенергії (тобто на 1 м шва) визначається з виразу:

$$q = (I_{\text{д}} \cdot U_{\text{д}} / k \cdot V_{\text{зв}}) \cdot 10^{-3}, \text{ кВт} \cdot \text{год/м},$$

де k – коефіцієнт корисної дії джерела живлення ($k=0,8$).

Зміст звіту

Звіт повинен містити:

1. Основні положення теорії і технології зварювання під флюсом.
2. Опис, призначення і технічні характеристики автомата; принципову електричну схему автомата й опис її роботи; схему й опис монтажу зовнішніх електричних з'єднань автомата.
3. Методи проведення дослідів з визначення витрати електроенергії.
4. Загальні висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Область застосування автоматичного зварювання під флюсом.
2. Переваги і недоліки автоматичного зварювання під флюсом.
3. Сутність способу зварювання під флюсом.
4. Що таке флюс?
5. Які функції виконує флюс при зварюванні?
6. Які параметри режиму зварювання під флюсом належать до основних? Порядок числових значень цих параметрів.
7. Як впливає зварювальний струм, напруга дуги і швидкість зварювання на форму шва?
8. Дріт яких діаметрів застосовують при зварюванні під флюсом?
9. Який рід струму застосовують при зварюванні під флюсом і в яких випадках?

10. Як впливає полярність на глибину проплавлення і швидкість плавлення електродного дроту?

11. Які види зварних з'єднань і швів виконують при зварюванні під флюсом?

12. Якої товщини метал зварюють у стик за один прохід без оброблення крайок автоматичним зварюванням під флюсом?

13. Основні типи автоматів для зварювання під шаром флюсу.

Література

1. Технология и оборудование сварки плавлением [Текст] / под ред. А. И. Акулова. – М. : Машиностроение, 2003. – 501 с.

2. Технологія електричного зварювання металів і сплавів плавленням [Текст] / під ред. Б. Є. Патона. – М. : Машинобудування, 1974. – 760 с.

3. **Шебеко, Л. П.** Устаткування і технологія дугового автоматичного і механізованого зварювання [Текст] / Л. П. Шебеко. – М. : Вища школа, 1986. – 279 с.

Робота № 7. Вивчення конструкції і дослідження роботи інверторного джерела живлення PS 5000.

Мета роботи

1. Вивчити конструкцію і принцип роботи зварювального інверторного джерела живлення.
2. Освоїти методику і порядок зняття основних характеристик.
3. Зробити аналіз отриманих характеристик джерела живлення.

Основні відомості

Інверторне джерело живлення постійного струму типу PS 5000 призначене для комплектації зварювальних автоматів і напіваавтоматів однопостового зварювання в середовищі захисних газів і під флюсом, а також для зварювання порошковим дротом.

Джерело живлення може бути використанно для роботи зі зварювальними роботами і маніпуляторами, а також для ручного дугового зварювання штучними електродами й неплавким електродом.

Для зварювання неплавким електродом потрібен додатковий блок збудження імпульсів, а для механізованого зварювання плавким електродом – блок подачі дроту.

У джерелі є плавне дистанційне регулювання по всьому діапазону параметрів. Дуга збуджується надійно. Система керування джерела може працювати з обчислювальними системами керування роботів. Зварювальні параметри можуть підрегулюватися системами керування роботів. Система має зворотний зв'язок з керуванням робота і може передати контрольну інформацію про зварювання.

Джерело призначене для роботи в закритих приміщеннях із природною вентиляцією, без штучно регульованих кліматичних умов.

Джерело складається з трифазного силового випрямного блока з конденсаторним фільтром, послідовного напівмостового тиристорного інвертора зі зворотними діодами, зварювального трансформатора, двонапівперіодних схем випрямлення зварювального струму, дроселя у зварювальному колі, мережного автоматичного вимикача, блоку керування, електродвигуна з вентилятором, трансформатора для живлення ланцюгів керування автомата, напівавтомата і підігрівника газу.

У правій верхній панелі інвертора встановлений допоміжний модуль ПСМЮ, що має наступні функції:

- безступінчасте регулювання струму збудження дуги при зварюванні штучними електродами;
- безступінчасте регулювання динамічних характеристик при зварюванні плавким електродом МП/МАГ, насамперед при зварюванні короткою дугою;
- зміна характеристик при зварюванні штучними електродами за допомогою перемикачів;
- зовнішній вимірювальний прилад МУ10;
- підключення для подачі інформації про зварювальний струм і напругу на блоки керування автоматичних пристроїв і зварювальних роботів.

Технічна характеристика

Напруга мережі, В	380...415
Потужність:	
при ПВ 60 %, кВА	27,5
при ПВ 100 %, кВА	21,4
Первинний струм, А, не більше	35

Напруга холостого ходу, В	80
Межі регулювання напруги, В:	
для жорстких зовнішніх характеристик	12...40
для спадних зовнішніх характеристик	10...40
Межі регулювання зварювального струму, А:	
для жорстких характеристик	40...500
для спадних характеристик	10...500
ККД, %	85
$\cos \varphi$	0,9
Частота, кГц, максимальна	5
Маса, кг	93

Джерело є універсальним і має спадні, і жорсткі зовнішні характеристики. Характеристика вибирається автоматично після підключення пристрою, що подає зварювальний дріт, або зварювального кабелю. Плавне регулювання зварювального струму здійснюється резистором $R003$ на передній панелі джерела (місцеве регулювання), а також з напівавтомата або автомата (дистанційне регулювання).

Силовий випрямний блок складається із шести діодів $V_{g101} \dots V_{g107}$, зібраних за трифазною мостовою схемою Ларіонова і конденсаторного фільтра $C001$ (рис. 14), послідовного напівмостового тиристорного інвертора зі зворотними діодами, що складається із двох тиристорів V_{g201} , V_{g202} , комутуючих конденсаторів $C002$ і зворотних діодів V_{g203} , V_{g206} . Блок керування містить у собі: електронну плату $A001$ – формування напруги керування і формування імпульсів керування тиристорами. Схема керування являє собою систему автоматичного регулювання роботою інвертора зі зворотними зв'язками по струму (OCL) і напрузі (OCL). Максимальна частота роботи інвертора 5 кГц (спрощена схема інвертора наведена на рис. 6).

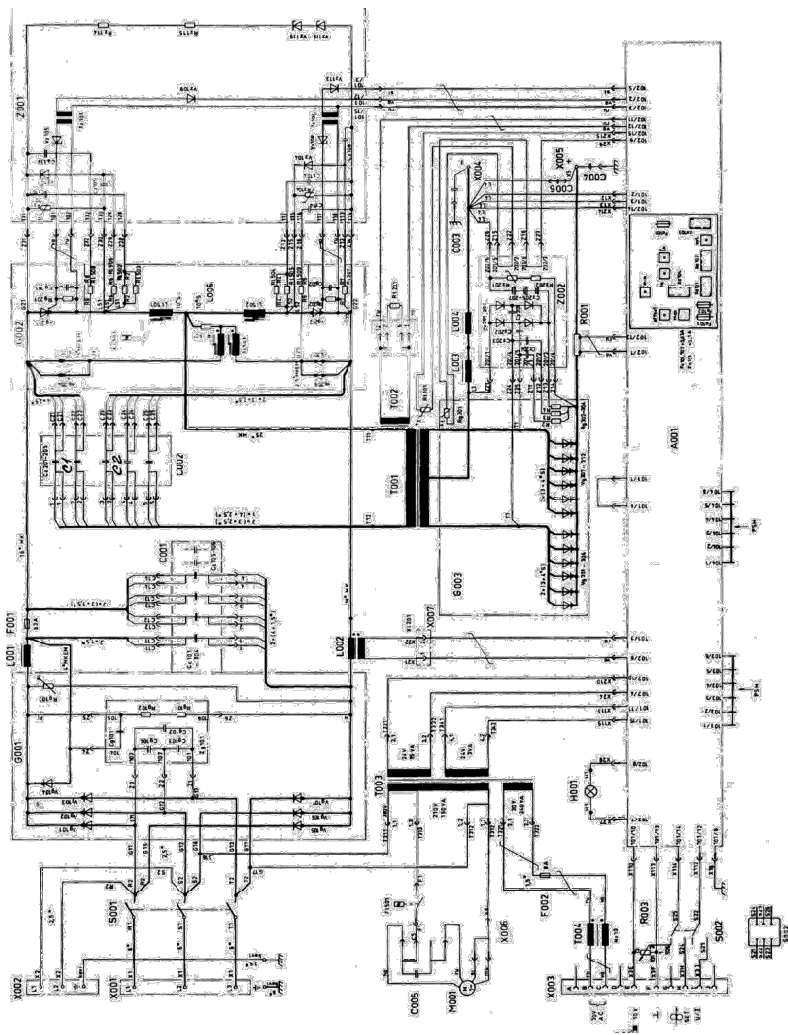


Рис. 14. Принципова схема джерела живлення PS-5000

При подачі постійної напруги з випрямляча G001 заряджаються комутуючі конденсатори C002. При надходженні сигналу включення на тиристор V_g201 конденсатор C1 блоку C002 розряджається, а конденсатор C2 заряджається через тиристор V_g201 до величини напруги випрямляча G002. При струмі, меншому $I_{ут}$ тиристора V_g201 , тиристор закривається. ЕРС самоіндукції трансформатора T001 протікає через діоди V_g203 , V_g204 . По закінченні процесу відновлення у тиристора V_g201 його замикаючих властивостей можна подавати сигнал на включення тиристора V_g202 . Відбувається розряд конденсатора C2 блоку C002, а конденсатор C1 заряджається через тиристор V_g202 , і цикл повторюється. Реактори $L-\ell 501...L-\ell 502$ служать для обмеження швидкості наростання струму включення тиристорів V_g201 , V_g202 , а також дозволяють зменшити паузу між почерговими включеннями тиристорів. Змінюючи паузу між включеннями тиристорів, можна регулювати величину зварювального струму і підтримувати її незмінною при різних збурюваннях, виникаючих у процесі зварювання і по напрузі живильної мережі.

На лицьовій панелі інвертора розташовані:

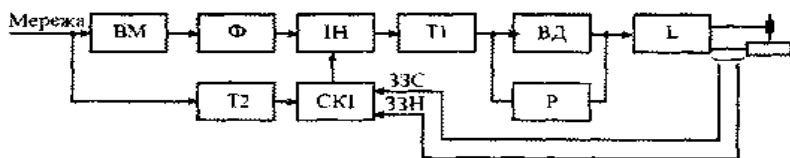
- регулятор струму резистор R003;
- перемикач керування (місцеве – дистанційне) S002;
- головний перемикач S001;
- допоміжний модуль ПСМ 10, на якому розташовані

перемикач зварювання, що плавиться і не плавиться штучними електродами, зварювання точками, резистори регулювання динаміки МПГ, струм збудження. До модуля підключені прилади МУ10 для контролю параметрів зварювання.

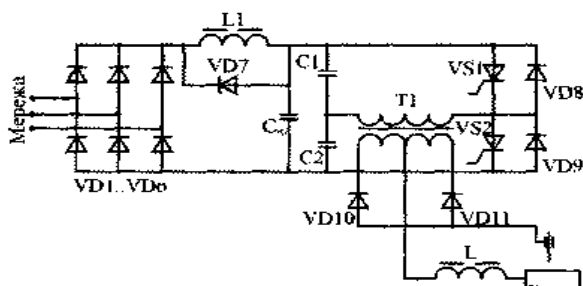
Порядок проведення роботи

1. Використовуючи технічну документацію, докладно ознайомитися з конструкцією, принципом дії і правилами експлуатації інвертора PS5000.

2. Вивчити й описати призначення основних блоків інвертора. Завдяки принципово новій конструкції ці джерела володіють масою і габаритами в 6...9 разів меншими за ті, що випускались раніше. Вони мають коефіцієнт потужності 0,95...0,98, вищий ККД, високі динамічні властивості. На рис. 15,*а* подана блок-схема інверторного джерела живлення для дугового зварювання



а



б

Рис. 15. Структурна (*а*) і спрощена (*б*) схеми тиристорного інвертора

Змінна напруга живлячої мережі надходить на низько-частотний випрямляч ВМ і після випрямлення перетворюється інвертором ІН у змінну напругу підвищеної частоти 1...20 кГц. Силовий трансформатор Т включений між інвертором і вихідним некерованим високочастотним випрямлячем ВД. Трансформація здійснюється на підвищеній частоті, що дозволяє істотно понизити розміри силового трансформатора.

Формування зовнішніх характеристик і регулювання зварювального режиму здійснюється системою управління (СКІ) і блоку зворотних зв'язків ЗЗС (ЗЗН).

Завдяки невеликій масі і розмірам інверторні джерела широко застосовуються на будівельно-монтажних роботах. На рис. 15,б приведена спрощена принципова схема тиристорного інверторного джерела струму. Вхідний міст і фільтр виконані на діодах $V1 \dots V6$, дроселі $L1$ та електролітичних конденсаторах C_{ϕ} . Інвертор містить комутуючі конденсатори $C1, C2$, котушку індуктивності тиристори $VS1, VS2$ і зворотні діоди $VD8, VD9$. Первинна обмотка трансформатора T підключена до точок між конденсаторами $C1, C2$ і тиристорами $VS1, VS2$. Вторинна обмотка трансформатора через вихідний випрямляч (діоди $VD10 \dots VD11$) і фільтр L підключена до зварювальної дуги. Зовнішні характеристики інверторного джерела струму дозволяють гнучко управляти процесом зварювання. Система регулювання режиму зварювання, що впливає на частоту запуску інвертування, дозволяє одержувати необхідні жорсткі або падаючі зовнішні характеристики.

3. Для зняття зовнішньої вольт-амперної характеристики послідовно в зварювальне коло включати баластовий реостат (РБ300, РБ500) для заміни дуги*.

4. Вибрати прилади для виміру струму і напруги.

5. Розробити схему для зняття вольт-амперної характеристики.

Після перевірки правильності схеми приступити до вимірів. Для зняття характеристик виконується зміна опору навантажувального реостата і фіксуються показання приладів. Виміри проводяться на холостому ході, при 5–6 різних опорах баластового

* Забороняється включати джерела живлення на коротке замикання тривалістю понад 6–8 с.

реостата і крайніх положеннях реостата $R003$. Перемикач ПСМ 10 поставити в положення I спадної характеристики, потім у положення II жорсткої характеристики. Результати вимірів оформляються у вигляді таблиць. За отриманими даними будуються графіки $U_d = f(I_d)$.

Таблиця 1. Дані вимірювання

Положення $R003$	ПСМ, положення	U_{xx} , В	Режим навантаження									
			I_d , А					U_d , В				
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ліве	1											
	11											
праве	1											
	11											

Зміст звіту

Звіт повинен містити:

1. Короткі теоретичні відомості.
2. Опис електричної схеми інвертора й окремих вузлів.
3. Опис принципів регулювання режимів.
4. Опис проведення експериментальних досліджень і схеми для їхнього виконання. Результати вимірів повинні бути оформлені у вигляді таблиць, графіків.

Контрольні питання

1. Будова і призначення зварювального інвертора PS 5000.
2. Регулювання режимів зварювання на жорстких і спадних характеристиках.
3. Які параметри характеризують інверторні джерела живлення?
4. Які схеми випрямлення змінного струму використовують у зварювальних інверторах?

5. Які схемні рішення інверторів застосовують у зварювальних джерелах живлення?
6. Електрична схема джерела.
7. З яких функціональних блоків складається інвертор?

Література

1. Технология и оборудование сварки плавлением [Текст] / под ред. А. И. Акулова. – М. : Машиностроение, 2003. – 501 с.
2. **Розаренов, Ю. Н.** Оборудование для электрической сварки плавлением [Текст] / Ю. Н. Розаренов. – М. : Машиностроение, 1987. – 208 с.
3. Оборудование для дуговой сварки [Текст] : справочное пособие / под ред. В. В. Смирнова. – Л. : Энергоиздат, 1986. – 656 с.
4. **Драган, С. В.** Джерела живлення для зварювання плавленням [Текст] : навч. посіб. / С. В. Драган. – Миколаїв : УДМТУ, 2002. – 320 с.
5. Схемотехника инверторных источников питания для дуговой сварки [Текст] : учебное пособие / Е. Н. Верещаго, В. Ф. Квасницкий, Л. Н. Мирошниченко [и др.]. – Николаев : УГМТУ, 2000. – 283 с.

Робота № 8. Вивчення конструкції і дослідження роботи систем керування електроприводами постійного струму

Мета роботи

1. Вивчити конструкцію і принцип роботи систем керування електроприводами постійного струму.
2. Наладка, підготовка до роботи та технічне обслуговування.
3. Типові несправності та їх усунення.

Загальні відомості

Механізація і автоматизація зварювального виробництва здійснена в основному за рахунок широкого застосування електроприводів. Електроприводи в зварювальній апаратурі зазнали великих змін. Замість громіздких і дорогих електроприводів систем "генератор–двигун" з'явилися нові, засновані на транзисторних і тиристорних регуляторах. У значній мірі цьому сприяло виробництво електродвигунів постійного струму серій КПА, КПК, спеціально розроблених для устаткування електрозварювання. Використання інтегральних мікросхем у системах управління електроприводами підвищило їх надійність у роботі, зменшило габарити і вартість, поліпшило їх ремонтоспроможність.

Вимоги до електроприводів і технологія їх налагодження

Електроприводи розділяють на нерегульовані і регульовані. Частота обертання електродвигуна нерегульованого приводу при незмінному навантаженні практично залишається постійною. У регульованих приводах частоту обертання електродвигуна примусово змінюють (регулюють) відповідно

до вимог технологічного процесу. Управління електроприводом полягає у виконанні окремих або комплексу операцій (пуск і гальмування механізму, регулювання частоти обертання і т. д.). Управляють електроприводами за допомогою систем управління.

Залежно від складності робочого процесу системи управління повинні виконувати певні функції, за характером яких їх поділяються на ряд груп. До першої групи відносять прості системи управління, що забезпечують пуск, зупинку і реверсування електродвигунів. Друга група включає в себе системи управління, що здійснюють підтримку частоти обертання або іншої змінної з високою точністю (наприклад, швидкості зварювання). Цю функцію звичайно виконують за допомогою замкнених систем автоматичного управління (САУ). Третя група містить САУ, забезпечуючи стеження за сигналами, що вводяться. Функцію стеження виконують різного типу слідкуючі системи (наприклад, системи автоматичного напрямку електроду по осі шва). До четвертої групи відносять САУ з програмними пристроями (наприклад, переміщення плазмотрона при вирізці заготовок складної форми). П'ята група об'єднує самоналагоджувальні САУ, шоста – це САУ, які стежать за якістю одержуваної продукції, наприклад, зварного з'єднання.

Електричні схеми простих САУ класифікують за типом вхідних у них електродвигунів. Типові схеми управління короткозамкнутими асинхронними електродвигунами забезпечують підключення їх до мережі, відключення для зупинки, реверсування шляхом перемикання двох фаз. Для управління цими електродвигунами частіше використовують магнітні пускачі.

Типові схеми управління електродвигунами постійного струму виконують функції включення, відключення, гальмування, реверсування, регулювання і стабілізації частоти обертання

та ін. Зазначені операції забезпечують САУ, в яких використовують зворотні зв'язки. У САУ, як правило, застосовують негативний зворотний зв'язок, бо її задача – зменшити відхилення системи від заданого режиму роботи. У цій системі вихідні регульовані величини за допомогою порівнюючих пристроїв впливають на вхідні. Такі САУ називають замкнутими системами автоматичного регулювання (САР).

Для регулювання частоти обертання електродвигунів постійного струму застосовують наступні системи: генератор–двигун (Г–Д), трьохобмотувальний генератор–двигун (ТГ–Д), керований випрямляч – двигун (КВ–Д) та ін.

Вимоги до електродвигунів, вживаних в електроприводах зварювальних автоматів і напівавтоматів

Напруга живлення повинна бути не більше 110 В постійного і 42 В змінного струмів. Встановлений ряд потужностей, що забезпечують необхідні зусилля (100...250 Н) подачі електродного дроту: 40, 60, 90, 120, 180, 250 Вт. Тривалість включення (ТВ) повинна відповідати для напівавтоматів 60 і автоматів 100 %. Діапазон зміни частоти обертання у відносних одиницях повинен бути не менше 10.

Сьогодні промисловість ще випускає автомати і напівавтомати зі ступінчастим регулюванням швидкості подачі електродного дроту, в яких використовують асинхронні електродвигуни (наприклад, АОЛ–12–4, АОЛ–12–2 та ін.), але найближчими роками буде здійснена їх заміна на апарати з плавним регулюванням на базі електродвигунів постійного струму.

Для плавного регулювання частоти обертання найбільш зручні електродвигуни постійного струму з незалежним збудженням. Регулювання частоти їх обертання здійснюють зміною напруги, що підводиться до якоря. В устаткуванні електрозварювання застосовують спеціально розроблені

електродвигуни постійного струму з незалежним збудженням серій КПА і КПК. В автоматах і напівавтоматах електроприводи за призначенням поділяють на два типи: для управління швидкостями подачі електродного дроту, переміщення зварювального візка та їх стабілізації; для управління напругою, на дузі та його стабілізації. Це електроприводи із залежною від напруги на дузі швидкістю подачі електроду.

Обидва електроприводи є автоматичними системами управління, причому перша є системою стабілізації, а друга – слідкуюча. До цих систем висувають наступні вимоги:

- діапазон зміни частоти обертання у відносних одиницях – не менше 10;
- точність стабілізації частоти обертання у всьому діапазоні при зміні навантаження від холостого ходу до номінального і коливаннях напруги мережі від +5 до –10 % номінального значення, %, не нижче 10;
- точність стабілізації напруги на дузі при зміні навантаження на електродвигуні від холостого ходу до номінальної і при коливаннях напруги мережі від +5 до –10 % номінального значення, %, не нижче ± 8 .

Налагодження систем управління електроприводом постійного струму

Керований випрямляч у вигляді тиристорного перетворювача як регульоване джерело живлення електродвигуна постійного струму знайшов широке застосування в механізмах устаткування електрозварювання (подачі електродів, переміщення візків і т. д.). Цьому сприяв ряд очевидних переваг тиристорних перетворювачів перед іншими системами: високі ККД і здібність до автоматичного і програмного управління, порівняльно невисока вартість, малі маса і габарити, простота технічного обслуговування і ремонту.

Тиристорні перетворювачі, або, як часто їх називають, "тиристорні регулятори напруги", складаються з силової частини (трансформатора і тиристорного випрямляча) і системи управління тиристорами.

Трансформатор необхідний для пониження змінної напруги з метою його узгодження з навантаженням, обмеження швидкості наростання прямого струму тиристорів і струмів короткого замикання.

Тиристорні перетворювачі поділяються на нереверсивні і реверсивні, однофазні і багатofазні, несиметричні і симетричні.

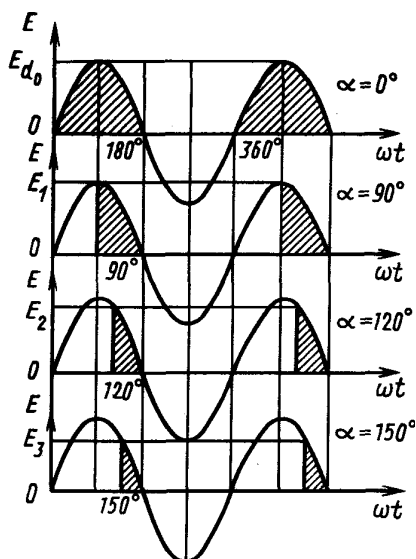
З метою створення випрямного режиму роботи тиристорів на їх управляючі електроди подають імпульси, в результаті дії яких вони відкриваються і пропускають струм до тих пір, поки він не знизиться майже до нуля. Тому тиристор називають напівкерованим приладом, оскільки керуючий сигнал його тільки відкриває, закривається ж тиристор у момент спаду випрямленого ним струму майже до нуля. Цей випрямлений струм, який зберігає тиристор у відкритому стані, називають струмом утримання (I_y).

Якщо на тиристори подавати імпульси в моменти природного відкриття вентилів у некерованих схемах (у точках переходу через нуль), то випрямлена ЕРС матиме найбільше значення, і її називають максимальною випрямленою ЕРС (E_{d0}) перетворювача. Регулюють величину випрямленої ЕРС затримкою подачі управляючих імпульсів на тиристори щодо точок природного відкриття вентилів. Цю затримку вимірюють у градусах, позначають α і називають кутом регулювання.

На рис. 16 показано вплив кута α на величину випрямленої ЕРС E (час знаходження тиристора у відкритому стані заштрихований і рівний $180-\alpha$). За характеристикою випрямлений струм, залежно від схеми перетворювача, може бути безперервним (рис. 17,*а*), переривистим (рис. 17,*б*) і гранично-

безперервним (рис. 17,б). У першому випадку черговий тиристор відкривається в той момент, коли попередній ще відкритий і проводить струм навантаження, у другому – відкриття чергового тиристора відбувається тоді, коли попередній вже закритий і струм навантаження уривається, і в третьому – відкриття чергового тиристора збігається із закриттям попереднього.

Рис. 16. Діаграма відкриття тиристорів у залежності від α : $E_{d0} > E_1 > E_2 > E_3$



Отже, випрямний струм у тиристорних перетворювачах має пульсуючий характер, причому амплітуда пульсацій залежить від індуктивності ланцюга навантаження.

Пульсація струму робить шкідливий вплив на роботу електродвигуна постійного струму, погіршуючи комутацію і викликаючи іскріння на колекторі. Тому для обмеження пульсацій струму послідовно з якорем електродвигуна включають згладжуючий дросель, що збільшує сумарну індуктивність ланцюга навантаження перетворювача.

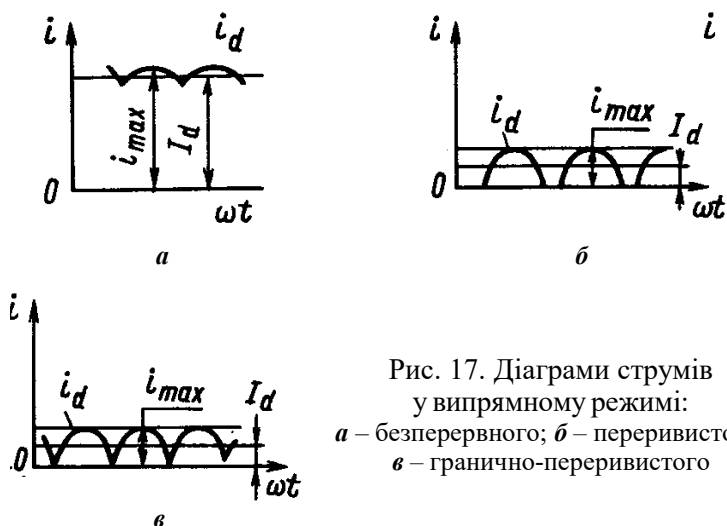


Рис. 17. Діаграми струмів у випрямному режимі:
a – безперервного; *б* – переривистого;
в – гранично-переривистого

Для управління тиристорами блоку СТВ служить система імпульсно-фазового управління (СІФУ), що складається з декількох блоків, зв'язаних між собою (рис. 18): ВУ (вхідний пристрій), ФСУ (фазозміщуючий пристрій), ФЕ (формулючий пристрій), ВУС (вузол синхронізації) і БП (блок живлення). У ВУ здійснюється узгодження сигналів входу і виходу, а також забезпечення заданого діапазону кутів α .

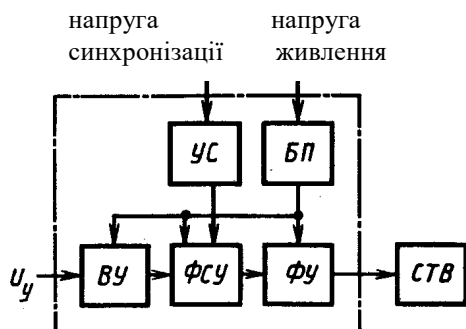
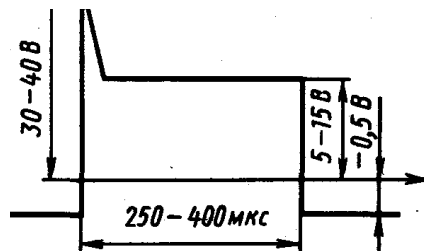


Рис. 18. Структурна схема СІФУ:
 ВУ – вхідний пристрій;
 ФСУ – фазозміщуючий пристрій; ФЕ – формулючий пристрій; ВУС – вузол синхронізації; БП – блок живлення; U_y – вхідний сигнал; СТВ – силовий тиристорний випрямляч

З виходу ВУ сигнал поступає у ФСУ, в якому формуються імпульси, зсунуті щодо точок природної комутації на заданий кут α сигналу U_y , що пропорційно надійшов.

Наприклад, у трифазній мостовій схемі ФСУ містить шість каналів формування опорних напруг, зсунутих по фазі на 60° , синхронізованих із напругою мережі живлення при допомозі ВУС, що складається з трифазного трансформатора і фільтра. Синхронізовані імпульси надходять на ФЕ, яке виробляє імпульси необхідної потужності (з амплітудами напруги $5 \dots 15$ В, струму $0,5 \dots 2$ А), тривалості ($200 \dots 400$ мкс), високої крутизни переднього фронту (наприклад, 10^5 А/с), симетрії (розкид значень не більше $\pm 3^\circ$). Оптимальна форма імпульсу управління показана на рис. 19.

Рис. 19. Форма імпульсу управління



Пік імпульсу необхідний для чіткого включення тиристорів із мінімальною витратою часу; наступна триваліша частина імпульсу забезпечує підтримку тиристорів у відкритому стані до необхідного зростання сили випрямленого струму, тобто до появи струму утримання I_y , при якому тиристори залишаються включеними.

Розглянемо налагодження двох типів електроприводів системи КВ–Д: з використанням однофазного нереверсивного двопівперіодного перетворювача і трифазного реверсивного перетворювача з зустрічно–паралельним включенням груп тиристорів. Перший застосовують у зварювальних напівавтоматах, другий – у плазморізальних машинах.

Налагодження схеми випрямлення складається з виконання ряду операцій: зовнішнього огляду, за якого перевіряють правильність монтажу, відсутність механічних пошкоджень, наявність заземлення, цілісність захисних RC-ланцюгів, правильність підключення контрольних контактів; вимірювання опорів ізоляції струмоведучих ланцюгів по відношенню до корпусу і між ланцюгами (опір ізоляції повинен складати в холодному стані не менше 0,5 МОм, у процесі вимірювань управляючі електроди тиристорів сполучають перемичками з анодними і катодними виводами, а діоди і конденсатори закорочують); випробування електричної міцності ізоляції підвищеною напругою змінного струму частотою 50 Гц протягом 1 хв, після чого знімають встановлені перемички; "прозвонки" правильності підключення трансформатора до вентильних секцій.

Налагодження СІФУ складається з перевірок і вимірювань, виконуваних із певною черговістю: візуальний огляд блоків на предмет комплектності і відсутності механічних пошкоджень; вимірювання напруги джерел живлення й амплітуди пульсації (за допомогою електронного осцилографа, наприклад С1–68, С1–83 або ін.), які повинні відповідати паспортним; перевірка правильності чергування фаз на входних затисках ВУС; перевірка відповідності фазіровки вихідних напруг синхронізуючого і знижувального трансформаторів; перевірка форми і правильності чергування опорних напруг U_{on} (виконується за допомогою електронного осцилографа); перевірка наявності і параметрів управляючих імпульсів на управляючих електродах тиристорів (виконується електронним осцилографом на контрольних контактах силових блоків); перевірка фазіровки і кутів регулювання α – управляючих імпульсів на управляючих електродах тиристорів. Потім перевіряють і налаштовують захист перетворювача від перенап-

84

ружень (RC –ланцюги), внутрішніх і зовнішніх коротких замикань (запобіжники). І завершальний етап – перевірка перетворювача при роботі на навантаження.

Порядок проведення роботи

Налагодження електропривода є комплексом робіт, що включають в себе різні перевірки і випробування. Програма і методика налагодження електроприводів є загальною для всіх існуючих видів, як для змінного, так і постійного струмів.

Налагодження електропривода починають із вивчення його електричної схеми, що включає в себе наступні питання:

- ознайомлення з функцією електропривода у складі технологічного устаткування;
- розгляд технологічних вимог до електропривода;
- ознайомлення з розташуванням механізму, пульта управління, шаф, джерела живлення і т. п.;
- аналіз роботи електропривода за принциповою електричною схемою, перевірка дотримання необхідної черговості у роботі апаратури і відсутність помилкових й обхідних ланцюгів;
- перевірка наявності необхідного захисту і технологічних блокувань;
- виявлення помилок у схемі;
- перевірка правильності вибору установок захисту і функціональних реле, пускових та інших резисторів;
- перевірка відповідності застосованої апаратури прийнятним значенням силової та оперативної напруг;
- перевірка монтажних схем панелей, шаф, пультів і наявність маркувань відповідно до принципової електричної схеми.

Зовнішні зв'язки перевіряють за принциповою електричною схемою, відзначаючи їх на схемі кольоровим олівцем, що

полегшує подальшу роботу: складання повної схеми живлення електропривода всіма видами напруги від різних джерел до кожного приєднання; складання списку допоміжних електроприводів (систем вентиляції, мастила, гідравліки і т. п.), без яких не може бути здійснена прокрутка налагоджуваного електропривода. Виконавши перший пункт програми наладки, приступають до зовнішнього огляду налагоджуваного електропривода, визначаючи його технічний стан. Перевіряють відповідність електропривода проекту і паспортизацію електричних машин, а також інших елементів схеми.

Перевіряють відповідність монтажу внутрішніх з'єднань панелей, пультів, шаф принципів електричної схеми. Перед перевіркою з метою виключення обхідних шляхів відключають на блоках затисків всі зовнішні зв'язки ланцюгів вторинної комунікації. Перевірку проводять за допомогою пробника. Після перевірки відповідності монтажу зовнішніх з'єднань принципової електричної схеми вимірюють і випробовують ізоляцію силових ланцюгів і ланцюгів вторинної комутації. Причому напівпровідникові елементи, що є в схемі управління, з метою їх збереження від пробою при вимірюваннях і випробуваннях закорочують.

Переконавшись у справності елементів заземлюючих пристроїв, приступають до перевірки роботи релейно-контакторних схем під напругою. Перевірку здійснюють при знеструмлених силових ланцюгах після попереднього визначення полярності оперативної напруги. Кожен ланцюг схеми перевіряють окремо. Замикання і розмикання контактів контакторів у силових ланцюгах контролюють пробником. Випробовують роботу електропривода з ненавантаженим механізмом або на холостому ходу електродвигуна.

Повинна бути дотримана певна послідовність прокрутки електропривода. Спочатку виробляють короткочасний поштовх електропривода. При цьому перевіряють напрям

обертання, нормальну роботу електродвигуна і механізму. Якщо електропривод нерегульований, то виконують пуск до номінальної частоти обертання електродвигуна. При зупинці асинхронних електроприводів перевіряють і підстроюють динамічне гальмування і дію гальм. Додатково перевіряють стан підшипників. Контролюють нагрів електродвигуна. Настроюють режими пуску і реверсу. Для регульованих систем перевіряють частоту обертання електродвигуна при різних положеннях регулятора і порівнюють її з паспортною.

Потім приступають до перевірки роботи електропривода під навантаженням. Перевірку здійснюють у режимах технологічних операцій.

Перевіряють схему роботи електропривода напівавтомата КП 016, у даний електропривод (рис. 11) входять однофазний неререверсивний двопівперіодний перетворювач і двигун, що є частиною електричної схеми блоку управління зварювальними напівавтоматами. Електропривод складається з електродвигуна постійного струму з незалежним збудженням M , подаючого механізму і перетворювача, регулюючого і стабілізуючого частоту його обертання.

Зміст звіту

Звіт повинен містити:

1. Основні положення технології налагодження систем керування електроприводами постійного струму
2. Опис, призначення і технічні характеристики напівавтомата (КП 016 або подібного), його принципова електрична схема, опис її роботи; схема й опис монтажу зовнішніх електричних з'єднань напівавтомата.
3. Опис пристрою і характеристик газового устаткування робочого поста для зварювання у вуглекислому газі.
4. Результати виконання індивідуального завдання.
5. Загальні висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Переваги і недоліки електроприводів постійного струму.
2. Перерахуйте основні заходи з техніки безпеки при проведенні налагоджувальних робіт.
3. Які схеми випрямлення змінного струму використовують в електроприводах?
4. Поясніть призначення дроселя в електроприводі.
5. Призначення тиристора в електроприводі.
6. Що таке кут керування α ?
7. Чим відрізняється керований випрямляч від некерованого?
8. Основні елементи напівавтоматів для зварювання в CO_2 .
9. Які механізми подачі зварювального дроту застосовуються в напівавтоматах?
10. Будова напівавтомата КП 016.
11. Робота електричної схеми керування напівавтомата.
12. Підготовка і порядок роботи на напівавтоматі КП 016.
13. Що входить до складу газового устаткування поста для зварювання в CO_2 ?

Література

1. Оборудование для дуговой сварки [Текст] : справочное пособие / под ред. В. В. Смирнова. – Л. : Энергоиздат, 1986. – 656 с.
2. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резкой [Текст] / А. И. Акулов, В. П. Алехин, С. И. Ермаков [и др.]. – М. : Машиностроение, 2003. – 560 с.
3. **Розаренов, Ю. Н.** Оборудование для электрической сварки плавлением [Текст] / Ю. Н. Розаренов. – М. : Машиностроение, 1987. – 208 с.
4. **Резницкий, А. М.** Ремонт и наладка электросварочного оборудования [Текст] / А. М. Резницкий, В. С. Коцюбинский. – М. : Машиностроение, 1991. – 256 с.

Робота № 9. Використання осцилографів для виявлення несправностей у роботі, перевірки і налагодження електронного зварювального обладнання

Мета роботи

Ознайомитись з використанням осцилографів при налагодженні електронного зварювального обладнання.

Освоїти методику виявлення несправностей у роботі, налагодження і перевірки електронного зварювального обладнання.

Загальні відомості

Осцилограф широко використовується в техніці, і принципи, покладені в основу його роботи, застосовуються в промисловості, телебаченні й інших галузях електро- та радіотехніки.

Для дослідження електричних величин, що швидко змінюються, для дослідження періодичних і випадкових процесів із частотами, що охоплюють весь практично використовуваний діапазон частот, використовуються електронні осцилографи. В електронних осцилографах основною частиною є електронно-променева трубка ЕПТ, що складається з електронного прожектора, або електронної гармати, яка відхиляє системи, і люмінесціюючого екрана.

Електронний прожектор призначений для створення тонкого електронного променя і складається з катода K , що розігрівається ниткою накаливання H , управляючого електрода – сітки C і двох анодів A_1 і A_2 .

У результаті термоелектронної емісії з катода імітується потік електронів. Цей потік піддається дії електричних полів, обумовлених наявністю електричних потенціалів на управляючому

електроді і двох анодах, і формується в електронний промінь. Останній потрапляє на широку частину торця електронно-променевої трубки, яка покрита тонким шаром люмінофора і називається екраном E , викликає появу на ній плями, що світиться. При відповідному регулюванні потенціалів сітки і першого анода щодо катода змінними опорами ЯСКРАВІСТЬ і ФОКУС (рис. 20) ця пляма може бути яскравою, малих розмірів, з різко окресленим контуром.

Відхиляюча система призначена для відхилення електронного променя в горизонтальній і вертикальній площинах так, щоб його слід на екрані електронно-променевої трубки переміщався відповідно по горизонтальній та вертикальній прямих, відхилення променя в горизонтальній і вертикальній площинах забезпечується відповідно вертикальною $X-X$ та горизонтальною $X-X$ парами відхиляючих пластин, що створюють електричні поля відповідних напрямів. Величини напруженості цих полів можна регулювати дільниками напруги з рукоятками ВІСЬ X і ВІСЬ X , переміщаючи пляму, що світиться, в будь-яку точку екрана. Сфокусовану пляму не слід довго залишати нерухомою щоб уникнути обезбарвлення і псування люмінофора. Досліджувана змінна напруга подається на затиски входу X (рис. 20) і, пройшовши вхідний дільник напруги, що ослабляє його в десятиразовому відношенні (1:1; 1:10; 1:100), надходить до підсилювача вертикального відхилення променя з регульованим коефіцієнтом посилення, а потім на відхиляючі пластини $X-X$ електронно-променевої трубки. Зміна електричного поля між цими пластинами, викликана напругою, що поступила, приводить до відповідного відхилення світлової плями на екрані. Це відхилення пропорційне миттєвому значенню досліджуваної змінної напруги і є видимим на екрані у вигляді світлої верти-

кальної смуги. Величина відхилення електронного променя на екрані визначається чутливістю електронно-променевої трубки до зміни напруги на відхилюючих пластинах і складає від 0,1 до 0,5 мм/В.

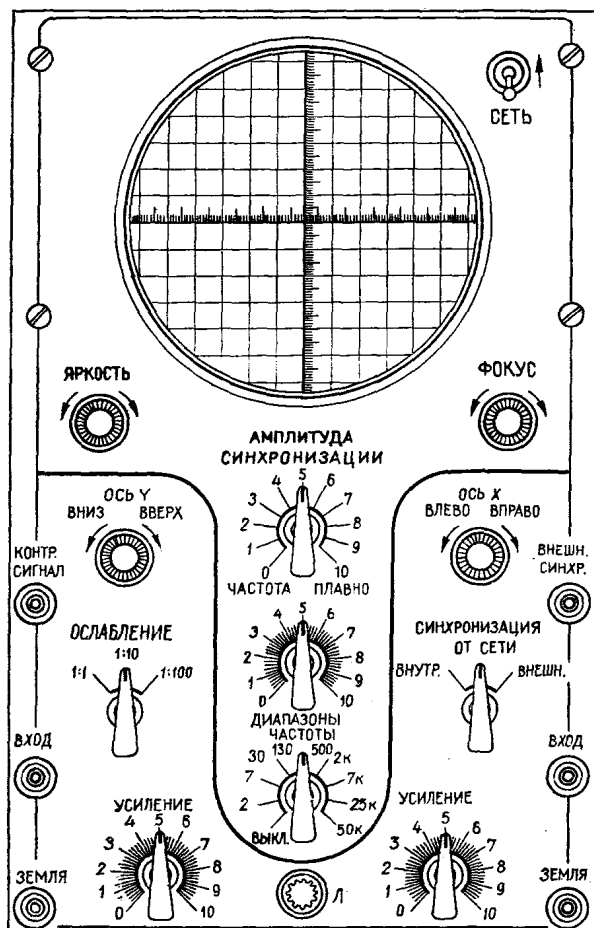


Рис. 20. Зовнішній вигляд передньої панелі електронного осцилографа

Для спостереження кривої, що визначає залежність досліджуваної змінної напруги від часу, електронний промінь піддається дії електричного поля пластин горизонтального відхилення $X-X$, які приєднуються через підсилювач горизонтального відхилення променя з регульованим коефіцієнтом посилення до генератора розгортки з пилкоподібною кривою зміни напруги в часі, у якої $t_1 > t_2$ (рис. 21).

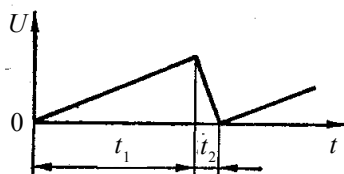


Рис. 21. Графік пилкоподібної напруги

Під впливом пилкоподібної напруги, або так званої напруги розгортки, і за відсутності досліджуваної напруги на вході X електронний промінь переміщається на екрані з постійною швидкістю по горизонтальній прямій.

Якщо на електронний промінь одночасно діятимуть електричні поля відхиляючих пластин $X-X$ і $X-X$, то на екрані він опише криву $u = F(t)$. Для нерухомості зображення на екрані необхідно частоту генератора розгортки відрегулювати вузлом синхронізації так, щоб вона дорівнювала або була в ціле число раз менша за частоту досліджуваної напруги. Груба синхронізація здійснюється ручкою ДІАПАЗОНИ ЧАСТОТ, а плавна – ручкою ЧАСТОТА ПЛАВНО (рис. 20).

Ручка АМПЛІТУДА СИНХРОНІЗАЦІЇ регулює амплітуду синхронізуючої напруги, яка повинна бути тим більше, чим значніше частота генератора розгортки відрізняється від частоти досліджуваної напруги. Це регулювання дозволяє одержати нерухому осцилограму на екрані осцилографа.

Оскільки генератори пилкоподібної напруги мають низьку стабільність частоти, то цю частоту необхідно синхронізу-

вати з частотою досліджуваної напруги установкою ручки СИНХРОНІЗАЦІЯ в положення ВНУТР. або з частотою напруги живлячої мережі змінного струму – установкою тієї ж ручки в положення ВІД МЕРЕЖІ, або, нарешті, з частотою стороннього джерела, що підключається до затискачів ВНЕШН. СИНХР., і ЗЕМЛЯ – при установці ручки синхронізації в положення ВНЕШН.

Більшість сучасних електронних осцилографів дозволяє досліджувану напругу подавати не тільки на пластини вертикального, а й горизонтального відхилення, тобто користуватися як входом X , так і входом Y , для чого генератор розгортки відключається ручкою ДІАПАЗОНИ ЧАСТОТ, яка ставиться при цьому в положення ВИКЛ.

Наявність одного променя в електронно-променевій трубці є її істотним недоліком, що виключає можливість одночасного спостереження декількох процесів на екрані, і усувається застосуванням електронного комутатора.

У двоканальних електронних комутаторах є два входи з одним загальним затиском і один вихід, приєднаний до входу X електронного осцилографа. При роботі комутатора його входи по черзі підключаються до входу X , внаслідок чого на екрані осцилографа одночасно спостерігаються обидві криві напруги, підведені до входів комутатора. Залежно від частоти перемикання входів зображення кривих на екрані виходить у вигляді пунктирних або суцільних ліній. Для отримання бажаних масштабів кривих на входах комутаторів встановлені дільники напруги.

Електронні осцилографи дозволяють не тільки спостерігати на екрані різні сталі періодичні процеси, але і фотографувати осцилограми різних швидко протікаючих перехідних процесів за допомогою спеціальних фотоприставок з об'єктивами високої роздільної здатності по всьому кадру і відносним отвором порядку 1:1,5.

Порядок проведення роботи

1. Ознайомитися з основними положеннями роботи і будовою електронного осцилографа.

2. Спостереження характеристики напівпровідникових випрямлячів. Електронний осцилограф можна використати для спостереження характеристик детектора, випрямляча й інших подібних приладів. Для цього досліджуваний прилад (діод) вмикають за схемою, наведеною на рис. 22, *а*. До затисків 1–2 подають змінну синусоїдальну напругу, величину якої підбирають залежно від того, який прилад ввімкнено для дослідження. Через те, готуючись до дослідів, треба мати знижувальний трансформатор, що забезпечує напругу 24...36 В, потенціометр повзунковий на 500...700 Ом для струму 0,1...0,25 А і контрольний вольтметр із шкалою 0...50 В, придатний для вимірювань змінної напруги.

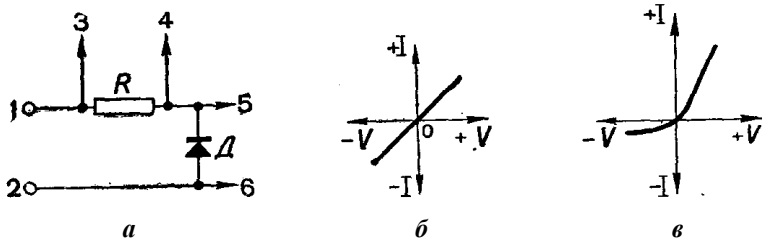


Рис. 22. Схема для спостерігання характеристик за допомогою електронного осцилографа та характеристик, які мають бути одержані на екрані осцилографа

З потенціометра напругу подають на досліджуване коло. Послідовно в це коло ввімкнено опір R , величину якого підбирають з таким розрахунком, щоб струм у досліджуваному колі не перевищував допускового значення для досліджуваного приладу.

З точок 5–6 досліджуваного кола знімають напругу, яка змінюється пропорційно напрузі на досліджуваному приладі, і подають її до пластин електронно-променевої трубки, що відхиляють промінь горизонтально. До другої пари пластин, які відхиляють промінь у вертикальному напрямі, підводять напругу, що знімається з опору R (точки 3–4). Ця напруга змінюється пропорційно зміні струму в досліджуваному колі, і на екрані осцилографа утворюється крива залежності струму від напруги (вольтамперна характеристика).

Коли як досліджуваний елемент ввімкнути опір, то на екрані осцилографа виникне пряма лінія (рис. 22,б). При досліджуванні діода лінія вийде кривою (рис. 22,в).

Складаючи подібним способом кола, можна дослідити різні прилади і одержати на екрані характеристики електронних приладів.

Зміст звіту

Звіт повинен містити:

1. Короткі теоретичні відомості про роботу електронного осцилографа.
2. Аналіз роботи напівпровідникових приладів.
3. Результати виконання індивідуального завдання.
4. Висновки по роботі.

Контрольні питання

1. Основні вузли осцилографа.
2. Перерахуйте основні заходи з техніки безпеки при проведенні налагоджувальних робіт.
3. Які схеми випрямлення змінного струму використовують в електроприводах?
4. Поясніть призначення дроселя в електроприводі.
5. Призначення тиристора в електроприводі.

6. Що таке кут керування α ?
7. Чим відрізняється керований випрямляч від некерованого?

Література

1. **Тимченко, В. А.** Роботизация сварочного производства [Текст] / В. А. Тимченко, А. А. Сухомлин. – К. : Техника, 1988. – 175 с.
2. **Розаренов, Ю. Н.** Оборудование для электрической сварки плавлением [Текст] / Ю. Н. Розаренов. – М. : Машиностроение, 1987. – 208 с.
3. Оборудование для дуговой сварки [Текст] : справочное пособие / под ред. В. В. Смирнова. – Л. : Энергоиздат, 1986. – 656 с.
4. **Драган, С. В.** Джерела живлення для зварювання плавленням [Текст] : навч. посіб. / С. В. Драган. – Миколаїв : УДМТУ, 2002. – 320 с.
5. Схемотехника инверторных источников питания для дуговой сварки [Текст] / Е. Н. Верещаго, В. Ф. Квасницкий, Л. Н. Мирошниченко [и др.] : учебное пособие. – Николаев : УГМТУ, 2000. – 283 с.
6. **Резницкий, А. М.** Ремонт и наладка электросварочного оборудования [Текст] / А. М. Резницкий, В. С. Коцюбинский. – М. : Машиностроение, 1991. – 256 с.
7. **Голобородько, Ж. Г.** Автоматическая дуговая сварка в судостроении [Текст] / Ж. Г. Голобородько. – Херсон : ООО "ПКФ "Стар" ЛТД", 2011. – 233 с.
8. **Горбач, В. Д.** Автоматическая дуговая сварка с ЧПУ судовых конструкций [Текст] / В. Д. Горбач, В. С. Головченко / под общ. ред. В. Д. Горбача. – СПб. : Судостроение, 2004. – 344 с.

ЗМІСТ

Правила безпеки	3
<i>Робота № 1.</i> Джерела живлення зварювальної дуги. Вивчення конструкції, монтажу і дослідження роботи зварювального трансформатора ТДМ–140	4
<i>Робота № 2.</i> Вивчення конструкції і дослідження роботи зварювального випрямляча ВДУ–506.....	12
<i>Робота № 3.</i> Системи автоматичного регулювання параметрів дуги.....	23
<i>Робота № 4.</i> Регулятори циклу зварювання	32
<i>Робота № 5.</i> Вивчення конструкції і дослідження роботи зварювального напівавтомата КП 016	42
<i>Робота № 6.</i> Вивчення конструкції і дослідження роботи апаратів для автоматичного зварювання під флюсом	55
<i>Робота № 7.</i> Вивчення конструкції і дослідження роботи інверторного джерела живлення PS 5000.	67
<i>Робота № 8.</i> Вивчення конструкції і дослідження роботи систем керування електроприводами постійного струму	76
<i>Робота № 9.</i> Використання осцилографів для виявлення несправностей у роботі, перевірки і налагодження електронного зварювального обладнання	89

Навчальне видання

ГОЛОБОРОДЬКО Жорж Гаврилович

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни "СХЕМОТЕХНІКА
ЗВАРЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ"**

Редактор *М. П. Фоміна*

Комп'ютерне складання та верстання *В. В. Москаленко*

Коректор *М. О. Паненко*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 00. Тираж 100 прим. Вид № 25. Зам. № 00.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025

E-mail : publishing@nuos.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.