

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

**Б. В. БУГАЄНКО, А. М. ТУБАЛЬЦЕВ,
Л. М. ПЕТРЕНКО**

**МОНТАЖ, НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ
ЗВАРЮВАЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ**

Навчальний посібник

Рекомендовано Вченою радою НУК

Миколаїв • НУК • 2019

УДК 621.791./792(076)

Б 90

Автори:

Б. В. Бугасенко, канд. техн. наук, доцент;

А. М. Тубальцев, доцент;

Л. М. Петренко, зав. лаб. кафедри зварювального виробництва

Рецензенти:

О. М. Дубовий, д-р техн. наук, професор;

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

*Рекомендовано Вченою радою НУК ім. адм. Макарова
(протокол № 6 від 31.05.2019 р.)*

Бугасенко Б. В.

Б 90 Монтаж, налагодження та експлуатація зварювального устаткування : навчальний посібник / Б. В. Бугасенко, А. М. Тубальцев, Л. М. Петренко. – Миколаїв : НУК, 2019. – 154 с.

ISBN 978–966–321–373–6

Розглянуто питання монтажу, налагодження та експлуатації зварювального устаткування. Наведено лабораторні роботи, в яких подано короткі теоретичні відомості, порядок підготовки і настроювання зварювального устаткування, його обслуговування, порядок виконання роботи та зміст звіту.

Призначено для студентів, які навчаються за спеціальністю "Прикладна механіка", спеціалізація "Інжиніринг зварювання та споріднених процесів", а також за спорідненими напрямками кораблебудівних та машинобудівних вузів і факультетів. Можуть бути корисними при виконанні курсових, дипломних і магістерських робіт.

УДК 621.791./792(076)

© Бугасенко Б. В., Тубальцев А. М.,
Петренко Л. М., 2019

© Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, 2019

ISBN 978–966–321–373–6

ПЕРЕДМОВА

Якість і продуктивність зварювальних робіт значною мірою залежить від справного стану зварювального устаткування, забезпечення правильною експлуатацією, постійним технічним обслуговуванням, виконання планово-попереджувального ремонту і високого технічного рівня налагоджувальних робіт.

Промислове зварювальне устаткування має підвищену надійність завдяки застосуванню уніфікованих функціональних вузлів і блоків, складених на печатних платах із використанням логічних елементів та інтегральних мікросхем.

У навчальному посібнику викладені питання підключення, налаштування, технологічного обслуговування електричної частини зварювального устаткування, наведені основні найбільш поширені відмови зварювального устаткування, їх ознаки та способи усунення.

Наведені лабораторні роботи (за винятком робіт № 1, 2, 12, 13) мають наступну структуру:

1. Загальні відомості щодо зварювальних установок.
2. Налагодження й експлуатація установок.
3. Технічне обслуговування установок.
4. Відмова в роботі установок, її ознаки та причини утворення.
5. Порядок виконання лабораторної роботи.

6. Зміст звіту.

7. Контрольні питання.

Лабораторна робота № 1 пов'язана з дослідженням стану ізоляції струмопроводів; № 2 – з дослідженням роботи засобів захисту зварювального устаткування; № 12 – з визначенням технічних характеристик контактних машин після ремонту або тривалої експлуатації; № 13 – з організацією зварювальних робіт.

Крім того, в додатку наведені орієнтовні значення режимів зварювання, необхідні для визначення параметрів зварювальних установок, та техніка безпеки при виконанні зварювальних робіт.

Лабораторна робота № 1

ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ІЗОЛЯЦІЇ СТРУМОПРОВІДІВ ЗВАРЮВАЛЬНИХ УСТАНОВОК

Мета роботи: ознайомитись з методикою вимірювання великого електричного опору; дослідити стан ізоляції зварювального трансформатора, випрямляча, машини для контактного зварювання.

1.1. Загальні відомості

Електроізоляційні матеріали мають деяку провідність, і тому під дією прикладеної напруги U через ізоляцію проходить струм I_v , який називається струмом витікань.

Під час зберігання зварювального устаткування і в процесі його експлуатації в несприятливих умовах може зменшуватись електричний опір ізоляції струмопроводів. Це призводить до збільшення струму витікань, що може призвести до виходу устаткування із ладу, ураження людини електричним струмом. Таким чином, стан ізоляції в значній мірі визначає ступінь безпеки експлуатації зварювального обладнання. Опір ізоляції в мережах з ізольованою нейтраллю визначає величину струму I_n , який проходить через тіло людини:

$$I_{\text{л}} = \frac{3U_{\text{ф}}}{3R_{\text{л}} + r_{\text{із}}},$$

де $U_{\text{ф}}$ – фазна напруга мережі, В; $R_{\text{л}}$ – опір людини, Ом; $r_{\text{із}}$ – опір ізоляції струмопроводу, Ом.

За незадовільного стану ізоляції часто відбувається її ушкодження внаслідок значного струму витікань, що призведе до замикання на корпус, коротких замикань. У разі замикання на корпус створюється загроза ураження людей струмом, тому що неструмопровідні складові устаткування, з якими людина нормально має контакт, опиняться під напругою. Зменшується опір ізоляції струмопроводів внаслідок її пошкодження (механічно, хімічно, під дією тепла та ін.), старіння і за рахунок абсорбції вологи ізолювальним матеріалом, у результаті чого погіршуються її ізолювальні властивості (активний опір зменшується, витрати струму витікань збільшуються).

Для зварювального обладнання може здійснюватись прийнятно-здавальний, періодичний і постійний контроль стану ізоляції. Прийнятно-здавальний контроль здійснюється під час введення зварювального устаткування в роботу щойно виготовленого або після ремонту. Періодичний контроль стану ізоляції виконується під час технічного обслуговування устаткування в зазначені терміни (зазначається в паспорті на устаткування або графіком на технічне обслуговування). Для запобігання ураження людини електричним струмом і утворення значного струму витікань необхідно вживати заходи щодо підтримання опору ізоляції в безпечних межах.

При зменшенні опору ізоляції нижче допустимих значень у більшості випадків для його відновлення достатньо виконати висушування ізоляції. Висушування ізоляції можна виконати за допомогою розігрітого сухого повітря або шляхом розміщення устаткування в сухому приміщенні і включення його в роботу з незначним навантаженням. У процесі сушіння

ня ізоляції необхідно передбачити заходи, за яких унеможливлено перегрівання струмопроводів і елементів устаткування.

Опір ізоляції вимірюється за допомогою мегомметра. Він слугує для вимірювання великого електроопору (понад $1 \cdot 10^6$ Ом). Мегомметри випускаються на напругу 100, 500, 1000 і 2500 вольт. Це дає можливість вимірювати опір ізоляції під дією напруги, близької до робочої.

Струм електричних витікань змінюється в залежності від тривалості прикладеної напруги від максимального на початку до установленого. У зв'язку з цим показники приладу фіксуються не раніше, ніж через 60 с. Для сухої ізоляції усталений струм електричних витікань досягається за більш тривалий термін. Таким чином, за швидкістю досягання усталеного струму електричних витікань можна оцінювати ступінь вологості ізоляції.

Ізоляція вважається достатньо сухою, якщо:

$$K_a = \frac{R_{60}}{R_{15}} \geq 1,3,$$

де K_a – коефіцієнт абсорбції вологи; R_{60} і R_{15} – опір ізоляції через 60 і 15 с відповідно після прикладення напруги.

Як правило, якість ізоляції оцінюється її опором R_{60} шляхом його порівняння з наведеним опором у паспорті на устаткування.

1.2. Дослідження стану ізоляції обмоток джерел живлення зварювальної дуги

Обмотки зварювальних трансформаторів, трансформаторів у складі зварювальних випрямлячів, обмотки зварювальних генераторів повинні мати опір ізоляції 0,5...1,0 МОм. Вимірювання великого електричного опору ізоляції зварювального обладнання необхідно вимірювати мегомметром

на 1000 В. Вимірювання опору здійснюється (рис. 1) між первинною обмоткою і корпусом, між вторинною обмоткою і корпусом, а також між первинною і вторинною обмотками.

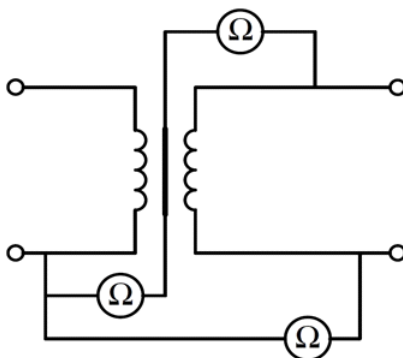


Рисунок 1.1 – Схема вимірювання опору ізоляції

Перед вимірюванням опору ізоляції необхідно відключити фільтр заглушування радіоперешкод джерелами живлення зварювальної дуги. Для вимірювання опору досліджуваних ділянок результати вимірювань фіксувати через 60 с після включення мегомметра.

1.3. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з інструкцією на експлуатацію мегомметра.
2. Підключити мегометр для вимірювання опору ізоляції між первинною обмоткою трансформатора і корпусом; виконати 3 вимірювання опору.
3. Підключити мегометр для вимірювання опору ізоляції між вторинною обмоткою трансформатора і корпусом; виконати 3 вимірювання.
4. Підключити мегометр для вимірювання опору ізоляції між первинною і вторинною обмоткою трансформатора; виконати 3 вимірювання.

1.4. Зміст звіту

1. Загальні положення щодо опору ізоляції.
2. Методика використання мегомметра.
3. Методика дослідження опору ізоляції обмоток трансформатора.
4. Аналіз отриманих результатів та висновки.

1.5. Контрольні питання

1. Чим обумовлений струм витікань ізоляції?
 2. Які фактори впливають на опір ізоляції зварювального обладнання?
 3. Як впливає опір ізоляції на експлуатацію зварювального обладнання?
 4. Як вимірюється опір ізоляції обмоток трансформатора?
 5. Які терміни призначаються для перевіряння стану ізоляції?
 6. Як визначити величину струму, що може проходити через тіло людини?
 7. Яким показником оцінюється вологість ізоляції?
 8. Як визначити ступінь вологості ізоляції?
 9. Як відновлюється опір ізоляції у разі його зменшення нижче допустимого значення?
-

Лабораторна робота № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ЗВАРЮВАЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ ВІД ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ

Мета роботи: вивчити принцип дії автоматичного повітряного вимикача та дослідити вплив струму на тривалість запізнення його вимикання.

2.1. Загальні відомості

Підключення зварювального обладнання до електричної силової мережі здійснюється за допомогою автоматичних повітряних вимикачів. Автоматичні вимикачі (автомати) являються апаратами дистанційного та ручного управління і захисту електричних мереж. Вони призначені для нечастого вмикання, а також автоматичного вимикання у разі їх перенавантаження, короткому замиканні і зниженні напруги мережі. На відміну від плавкого запобіжника, автоматичний вимикач готовий до наступного використання після його охолодження.

В автоматах є механізм вільного розмикання. Він забезпечує миттєве відключення устаткування від мережі зі швидкістю розходження контактів, яка не залежить від дії оператора.

Розчеплювач – це електромагнітні або термобіметалічні елементи, що слугують для відключення автоматичного вимикача через механізм вільного розчеплення у разі короткого замикання, перенавантаження зникнення або небезпечного зниження напруги мережі живлення.

Механізм для вмикання складається (рис. 2.1) із шарнірно зв'язаних важелів 13, 14 і опори. Вмикання автомата здійснюється важелем 15 поворотом його за годинниковою стрілкою. Спочатку замикаються допоміжні контакти 5 в дугогасильній камері 3, а потім головні контакти 6, пружина 2 розтягується. Автоматичне вимикання здійснюється під дією розчіплювачів 9...12.

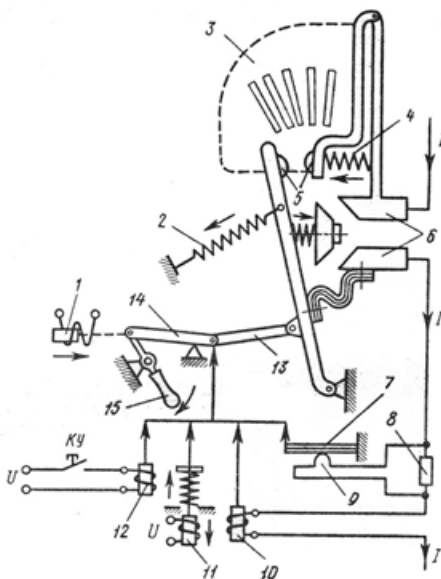


Рисунок 2.1 – Схема автоматичного повітряного вимикача

Миттєвий розчеплювач максимального струму 10 складається із осердя з котушкою і якоря. Коли через котушку

проходить струм, що перевищує установлений номінальний у 2...10 разів, якір притягується до осердя і переміщує важелі механізму вільного розчіплювання вверх і виводить важелі 13, 14 із "мертвого" положення. Пружина 2 розмикає контакти в наступній послідовності: спочатку розмикаються головні контакти 6, а потім – допоміжні 5. Вимикання проходить миттєво (частки секунди), протягом 0,02...0,10 с для нормальних, до 1с для селективних і до 0,005 с для швидкодіючих запобіжників.

Тепловий захист забезпечує мережу від тривалого перевантаження. Біметалева пластина 7 під час нагрівання згинається і приводить у дію важелі механізму вільного розчеплення, штовхає його вверх і виводить важелі 13, 14 із "мертвого" положення. Контакти 5 та 6 розмикаються. Нагрівач 9 живиться від напруги, що знімається із резистора 8. Швидкість нагрівання і згинання біметалевої пластини залежить від струму навантаження. Вимикання можливо здійснити через деякий час після охолодження нагрівача 9 та біметалевої пластини 7.

Мінімальний струм, при якому має спрацювати розчеплювач за час не більше 1 год (при $I_d \leq 63$ А) або 2 год (при $I_d > 63$ А), складає $1,45 I_n$ (I_n – номінальний струм запобіжника).

Розчеплювач мінімальної напруги 11 складається із котушки, якоря та осердя. При подаванні напруги на котушку якір притягується до осердя і стискає пружину. У разі зменшення напруги на котушці до певного небезпечного значення або під час її зникнення, пружина долає зусилля протягування якоря до осердя і діє на механізм вільного розчеплення, штовхає його вверх і виводить важелі 13, 14 із "мертвого" положення. Автомат вимикається.

Ручне вимикання автомата здійснюється рукояткою 15, дистанційне – кнопкою КУ: подається напруга на обмотку незалежного розчеплювача 12. Він приводить у дію важелі механізму вільного розчеплення.

Після спрацьовування механізму вільного розчеплення автомат вмикають у наступній послідовності. Спочатку поворотом важеля 15 проти годинникової стрілки розташовують важелі 13, 14 в одну лінію (вони займають "мертве" положення). Після цього важіль 15 повертають за годинниковою стрілкою, що дозволить по черзі замкнути контакти 5 і 6.

Дистанційне вмикання автомата здійснюється електромагнітом 1.

Під час розчеплювання контактів між ними може утворюватися дуга.

Для запобігання утворенню дуги й обгоранню головних контактів 6 передбачені допоміжні контакти 5. Між собою головні і допоміжні контакти включені паралельно і конструктивно вимикач виготовлено таким чином, що під час включення автомата першими замикаються допоміжні контакти, а потім головні, а під час роз'єднування – першими розмикаються головні, а потім допоміжні. Завдяки такій конструкції дуга може утворюватися лише між допоміжними контактами. У зв'язку з цим допоміжні контакти виготовляються із тугоплавкого металу і розташовуються в середині дугогасильної камери 3. Дугогасильна камера слугує для розривання дуги, що може утворюватися між контактами в процесі їх замикання або розмикання.

При включеному автоматичному вимикачеві струм проходить в основному через головні контакти. Для зменшення опору головні контакти мають спеціальну форму і покриття із срібла.

2.2. Дослідження впливу струму на запізнення вимикання мережі автоматичним повітряним вимикачем

Для проведення експериментального дослідження необхідно ознайомитися з будовою та принципом роботи автомата і скласти схему досліду (рис. 2.2).

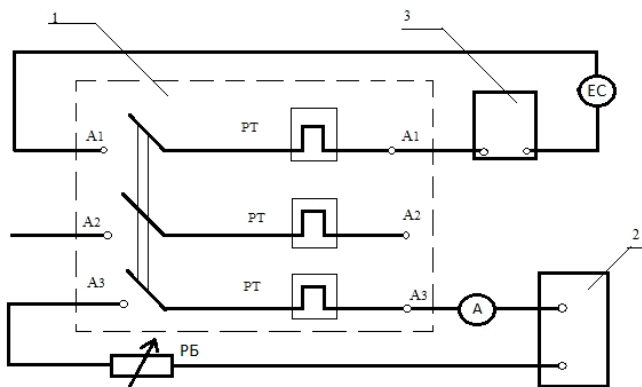


Рисунок 2.2 – Схема досліду:

1 – автоматичний повітряний вимикач; 2 – джерело живлення (зварювальний випрямляч); 3 – джерело живлення електросекундоміра;
 РТ – тепловий захист автомата; РБ – баластний реостат РБ-300;
 ЕС – електросекундомір

Відповідно до запропонованої схеми випробуванню піддається автоматичний повітряний вимикач 1. До складу його входять розчеплювальні контакти A_1 , A_2 та A_3 і тепловий захист РТ.

При включеному випрямлячі 2 необхідно ввімкнути автомат. При цьому струм від зварювального випрямляча буде проходити через контакти A_3 і тепловий розчеплювач РТ автомата. Величина струму вимірюється амперметром А і регулюється:

- 1) ступінчасто за допомогою баластного реостата РБ-300;
- 2) плавно за допомогою випрямляча 2.

Крім того, одночасно при включенні автомата внаслідок замикання контактів A_1 електросекундомір ЕС підключиться до джерела живлення З. Електросекундомір буде відраховувати тривалість перебування контактів автомата в замкнутому стані.

Якщо струм, що проходить через тепловий розчеплювач РТ, перевищує номінальний (установлений для даного автомата), він приведе в дію механізм вільного розчеплювання і контакти A_1 , A_2 і A_3 розімкнуться. Електросекундомір зупиниться і зафіксує тривалість перебування контактів A_1 , A_2 і A_3 в замкнутому стані, тобто тривалість перенавантаження мережі.

2.3. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з будовою і принципом дії автоматичного повітряного вимикача.

2. Ознайомитися з різновидами автоматичних повітряних вимикачів.

3. Скласти схему для дослідження вимикача та після перевірки її викладачем приступити до дослідження. Провести дослідження, починаючи із номінального струму з незначним його перевищенням ($I \sim 1,5I_n$). Збільшуючи струм, необхідно фіксувати тривалість перебування контактів автомата в замкнутому стані і записувати дані в таблиці. Необхідно зафіксувати не менше 5 різних значень досліду. Між дослідами необхідно передбачити перерву, достатню для охолодження вимикача. На підставі досліду побудувати графік залежності:

$$t = f(I),$$

де I – струм перенавантаження, що пропускається через контакти A_3 автомата, А; t – тривалість запізнення вимикання струму внаслідок перенавантаження, с.

Таблиця для записування результатів дослідів

№ вимірювань	1	2	3	4	5
I, A					
t, c					

2.4. Зміст звіту

1. Короткі теоретичні відомості щодо захисту силової мережі струму від перевантаження зварювальним устаткуванням.
2. Принцип дії автоматичного повітряного вимикача.
3. Мета і методика проведення дослідів.
4. Аналіз отриманої залежності $t = f(I)$; висновки по роботі.

Контрольні питання

1. З якою метою використовуються автоматичні повітряні вимикачі?
2. Які види захисту забезпечують автоматичні повітряні вимикачі?
3. Принцип дії автоматичного повітряного вимикача.
4. Яким чином здійснюється захист:
 - а) від максимального струму;
 - б) від перенавантаження мережі;
 - в) від зменшення напруги в мережі?
5. Методика проведення дослідження впливу струму навантаження на тривалість запізнення вимикання автомата.
6. Як впливає струм навантаження на тривалість запізнення його вимикання?

Лабораторна робота № 3

ПІДКЛЮЧЕННЯ, НАЛАГОДЖУВАННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ ДЛЯ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

Мета роботи: вивчити принципи підключення, налагоджування, технічного обслуговування трансформаторів для ручного дугового зварювання; визначити можливі відмовлення під час експлуатації та шляхи їх усунення.

3.1. Загальні відомості

Зварювальні трансформатори для ручного дугового зварювання повинні мати крутоспадну статистичну зовнішню характеристику і таким чином забезпечувати незначне коливання зварювального струму при зміні довжини дуги. Завдяки підвищеній напрузі холостого ходу забезпечується надійне перше і повторне збудження дуги, що сприяє стійкості горіння, еластичності зварювальної дуги, а також стабільності режиму зварювання. При крутоспадній статичній зовнішній характеристиці різниця сили зварювального струму і струму короткого замикання порівняно незначна, а тому розбризкування електродного металу незначне під час його крапельного перенесення.

Основні технічні характеристики зварювальних трансформаторів: номінальний зварювальний струм (125...500 А); номінальна напруга (25...40 В); напруга холостого ходу (60...70 В); ПН = 60 %.

Трансформатори для ручного дугового зварювання відносяться до другої категорії розташування джерела струму, тобто вони можуть експлуатуватися в умовах, що мало відрізняються за температурою і вологістю від умов свіжого повітря.

Для ручного зварювання використовуються трансформатори з рухомими котушками (типу ТД, ТДМ), з рухомим шунтом (типу СТШ), а також тиристорні трансформатори (типу ТДЕ).

Базові моделі ТДМ-317, ТДМ-401, ТДМ-503 розраховані відповідно на номінальний струм 315, 400 і 500 А. Трансформатори ТДМ-317-1, ТДМ-401-1, ТДМ-500-1 призначені також для експлуатації в особливо небезпечних умовах і забезпечені обмежувачем напруги холостого ходу УСНТ-06. Він знижує напругу холостого ходу до безпечного значення (12 В). Трансформатор ТДМ-503-2 оснащений конденсатором для підвищення коефіцієнта потужності, а ТДМ-503-3 крім того оснащений обмежувачем напруги холостого ходу.

В трансформаторах типу СТШ котушки первинної і вторинної обмоток нерухомі. У вікні магнітопроводу між первинною і вторинною обмотками розташовується рухомий магнітний шунт. Магнітний шунт виготовляється, як і магнітопровід трансформатора, із листів електротехнічної сталі. Він слугує для регулювання магнітного розсіювання трансформатора.

Тиристорні трансформатори оснащені фазорегулятором, включеним у ланцюг первинної обмотки. Фазорегулятор забезпечує регулювання сили струму, обмеження напруги холостого ходу і стабілізацію струму зварювальної дуги.

3.2. Підключення і налагоджування

Перед пуском нового або тривалий час неексплуатованого трансформатора необхідно:

1) розконсервувати трансформатор, очистити від мастила, продути стиснутим повітрям, пересвідчитись у надійності кріплень трансформатора, а також у відсутності механічних ушкоджень;

2) перевірити мегомметром на 500 В опір ізоляції:

а) між первинною обмоткою і корпусом;

б) між вторинною обмоткою і корпусом;

в) між первинною і вторинною обмотками.

Попередньо необхідно відключити від корпусу фільтр для заглушування радіоперешкод. Опір ізоляції повинен бути не менше 10 МОм. Якщо опір ізоляції менший зазначеного, трансформатор необхідно висушити її теплим повітрям (температура обмоток не повинна перевищувати 100 °С);

3) всі електричні з'єднання виконати кабелем відповідного перерізу і надійно затягти електричні контактні зати-скачі;

4) виконати заземлення зварювального стола (стенду) і корпусу трансформатора болтом з написом "земля".

Забороняється:

1) використовувати заземлення одного трансформатора для заземлення іншого трансформатора або устаткування;

2) заземлювати зажим вторинної обмотки трансформатора, до якого підключається кабель, що йде до виробу (зворотний кабель);

3) включати трансформатор без заземлення;

4) пересвідчитись, що кінці робочого кабелю не торкаються один одного, електродотримач і кінець зворотного кабелю не торкаються одночасно металічних поверхонь;

5) перемикач діапазонів струму поставити у відповідності з вибраним режимом зварювання (рукоятку перемикача ступенів регулювання слід переводити із одного крайнього положення в друге до упору);

6) перевірити відповідність напруги мережі напрузі, зазначеній на трансформаторі;

7) підключити трансформатор до мережі через відповідний вимикач і запобіжники.

Таблиця 3.1. Площа поперечного перерізу кабелю для підключення трансформаторів до силової мережі та зварювального ланцюга

Трансформатори	Напруга мережі, В	Сила первинного струму, А	Номінальна площа поперечного перерізу кабелю, мм ²				
			Первинний ланцюг	Вторинний струм, А			
				500	400	300	125
ТДМ-137 або ТДМ-317-1	220 380	97 56	16 10	—	—	50 50	25 25
ТДМ-401 або ТДМ-401-1	220 380	124 73	16 10	—	70	50	25
ТДМ-503 або ТДМ-503-1	220 380	155 90	25 10	95	70	50	25
ТДМ-503-2 або ТДМ-503-3	380	65	10	95	70	50	25

3.3. Технічне обслуговування

Для тривалої і надійної роботи зварювального трансформатора необхідно виконувати його технічне обслуговування (щоденне і періодичне):

1) *щоденне обслуговування.*

Перед початком роботи необхідно:

- а) виконати зовнішній огляд трансформатора для виявлення випадкових ушкоджень і усунути виявлені порушення;
 - б) перевірити заземлення та якість електричних з'єднань;
- 2) *періодичне обслуговування.*

Один раз на місяць:

- а) очистити трансформатор від пилу, бруду, продути стиснутим повітрям, протерти ганчіркою;
- б) перевірити стан електричних контактів (у разі необхідності розібрати, зачистити і затягнути надійно електричні з'єднання).

Один раз на 3 місяці:

- а) перевірити стан конденсаторів фільтра захисту від радіоперешкод;
- б) перевірити опір ізоляції.

Один раз на 6 місяців:

- а) очистити контакти та ізольовані частини, прилеглі до перемикача діапазонів струму від мідного пилу, нальоту;
- б) нанести тугоплавке мастило (ЦИАТИМ-201) на контактні поверхні перемикача діапазонів струму;
- в) нанести тугоплавке мастило УТ-1 на поверхні тертя (ходовий гвинт, поверхні магнітопроводу в місцях ковзання плоских пластин рухомих котушок, осьові поверхні коліс);

3) при проведенні зварювальних робіт на свіжому повітрі, в особливо небезпечних умовах (в замкнутому просторі і т. п.); а також у незручному положенні для забезпечення безпеки зварника під час зміни електрода трансформатор необхідно оснащувати обмежувачем напруги холостого ходу (УСНТ-06У2 або БСНТ-08У2). Обмежувач знижує напругу холостого ходу до 12 В не пізніше ніж через 1 с після згасання дуги. Схема підключення наведена на рис. 3.1;

4) після ремонту, технічного обслуговування необхідно підготувати трансформатор до роботи і перевірити:

- а) напругу холостого ходу на обох діапазонах регулювання зварювального струму;
- б) межі регулювання зварювального струму;
- в) відсутність електричних контактів, з'єднань, інших складових, що нагріваються.

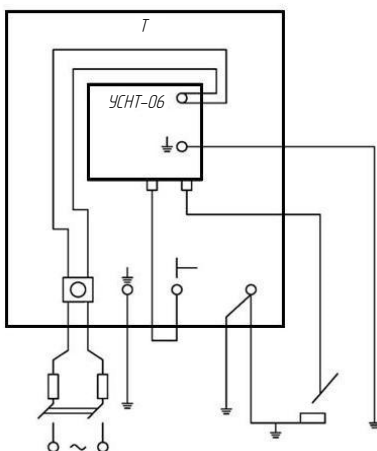


Рисунок 3.1 – Схема підключення обмежувача напруги холостого ходу УСНТ-06 до зварювального трансформатора Т

3.4. Відмовлення трансформаторів для ручного дугового зварювання, причини їх утворення, способи усунення

Відмовлення	Причини утворення	Способи усунення
1	2	3
Сильне нагрівання обмоток трансформатора	Міжвиткове замикання	Усунути міжвиткове замикання (див. примітку)
Підвищене гудіння трансформатора, велике значення первинного струму холостого ходу	Міжвиткове замикання первинної обмотки	Усунути міжвиткове замикання
Надмірне нагрівання магнітопроводу і шпильок його кріплення	Порушення ізоляції між листами магнітопроводу	Відновити ізоляцію між листами магнітопроводу

Продовження таблиці

1	2	3
Підвищене нагрівання електричних з'єднань	Порушення або ослаблення затискання електричних контактів	Розібрати контакти, зачистити, ретельно припасувати контактні поверхні і надійно затиснути болтові з'єднання
Підвищене нагрівання контактів перемикача ступенів регулювання струму	Ослаблений контакт між шинами-струмопроводами і робочими поверхнями барабану перемикача внаслідок руйнування або ослаблення притискувальних пружин	Зачистити поверхні контактів, замінити пружини

Примітка. Для визначення обмотки, в якій сталося міжвиткове замикання, необхідно виміряти напругу холостого ходу U_2 і порівняти отримане значення з паспортним значенням напруги холостого ходу U_{2xx} , В.

Відомо, що

$$U_2 = \frac{U_1}{n_1} \times n_2,$$

де U_1 – напруга мережі живлення трансформатора, В; n_1 і n_2 – кількість витків у первинній і вторинній обмотках трансформатора відповідно.

На підставі наведеної формули можна дійти висновку – якщо після порівняння буде:

а) $U_2 > U_{2xx}$ – ймовірне замикання між витками первинної обмотки;

б) $U_2 < U_{2xx}$ – ймовірне замикання між витками вторинної обмотки.

3.5. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з документацією на трансформатор.
2. Провести зовнішній огляд трансформатора.
3. Виконати підключення трансформатора до силової мережі.
4. Зняти статичну зовнішню характеристику трансформатора.
5. Дослідити опір ізоляції трансформатора.

3.6. Зміст звіту

1. Загальні питання щодо трансформаторів для ручного дугового зварювання.
2. Послідовність підготовки трансформатора до роботи.
3. Методика та результати проведених досліджень.
4. Можливі відмовлення, ознаки, причини утворення, способи їх усунення; висновки.

Контрольні питання

1. Чому для ручного дугового зварювання використовують трансформатори з крутоспадною статичною зовнішньою характеристикою?
2. Яким чином забезпечується стабілізація зварювального струму при використанні зварювальних трансформаторів?
3. Які різновиди способів отримання спадних зовнішніх характеристик і регулювання струму використовуються у трансформаторах для ручного дугового зварювання?
4. Які операції проводять перед введенням трансформатора в дію?
5. Який опір ізоляції повинен бути у трансформаторів для ручного дугового зварювання?
6. Яким чином визначається опір ізоляції?

7. Від чого залежить площа поперечного перерізу кабелю зварювального і для підключення трансформатора до мережі?

8. Які правила виконання заземлення трансформатора, стола (стенду)?

9. Які види обслуговування використовуються при експлуатації трансформатора та який його зміст?

10. З якою метою використовують обмежувач напруги холостого ходу трансформатора?

11. Які відмовлення можуть бути при експлуатації трансформатора, їх ознаки, причини утворення, способи усунення?

12. Як визначити обмотку, в якій утворилося міжвиткове замикання?



Лабораторна робота № 4

ПІДКЛЮЧЕННЯ, НАЛАГОДЖУВАННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАНСФОРМАТОРІВ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ПІД ФЛЮСОМ

Мета роботи: вивчити принципи підключення налагоджування, технічного обслуговування трансформаторів для автоматичного зварювання під флюсом; визначити можливі відмовлення під час експлуатації та шляхи їх усунення.

4.1. Загальні відомості

Для автоматичного зварювання під флюсом використовуються трансформатори з регулюванням зварювального струму за допомогою регульованого підмагнічувального шунта (серії ТДФ) і фазового керування (серії ТДФЖ).

У трансформаторах серії ТДФ сила зварювального струму регулюється нерухомим магнітним шунтом зміною ступеня його магнітного насичення. Регулювання ступеня магнітного насичення шунта здійснюється за допомогою регулювання постійного струму підмагнічувальної обмотки. Якщо збільшувати силу струму в підмагнічувальній обмотці

управління, то магнітний опір шунта збільшується. Зі збільшенням магнітного опору шунта зменшується потік магнітного розсіювання, збільшується магнітний потік, який перетинає вторинну обмотку, що спричиняє збільшення зварювального струму.

В тиристорних трансформаторах формування необхідної зовнішньої статичної характеристики і регулювання режиму зварювання здійснюється керованими вентилями – тиристорами, ввімкнутими зустрічно-паралельно, і системою фазового керування їх вмикання. Спосіб фазового регулювання змінного струму базується на перетворенні синусоїдального струму мережі в знакозмінні імпульси, амплітуда і тривалість яких визначається кутом (фазою) вмикання тиристорів. Трансформатори забезпечують ступінчасте і плавне регулювання зварювального струму. Також забезпечують імпульсну стабілізацію процесу зварювання, завдяки створенню на дуговому проміжку імпульсу напруги, достатньої для повторного збудження дуги. Пологоспадні статичні характеристики забезпечують хороше саморегулювання напруги на дузі при зварюванні під флюсом автоматами з постійною швидкістю подавання електродного дроту.

Трансформатори для автоматичного зварювання під флюсом мають примусове повітряне охолодження.

4.2. Підключення і налагоджування

Перед початком введення трансформатора в роботу необхідно ретельно вивчити документацію, звернути увагу на особливості монтажу, експлуатації і техніки безпеки.

Після розконсервування трансформатора, очищування від пилу і бруду, перевіряння опору ізоляції, заземлення і підключення до мережі в тій же послідовності й аналогічно, що

і для трансформаторів для ручного дугового зварювання (див. лабораторну роботу № 3), необхідно:

1) для трансформаторів типу ТДФ:

а) вибрати кабель з відповідного площею поперечного перерізу. Мінімальний переріз мідного кабелю для підключення трансформатора до мережі 380 В для ТДФ-1001У3 складає 70 мм², для ТДФ-1601У4 – 185 мм²;

б) виконати підключення зварювальних кабелів до відповідного ступеню регулювання зварювального струму; при виборі діапазону сили зварювального струму необхідно давати перевагу найменшому, що забезпечує вибраний режим зварювання;

в) установити перемикач "Місцеве чи дистанційне керування" у відповідне положення;

г) вімикнути автоматичний вимикач і двигун вентилятора кнопкою "Пуск". Охолоджувальне повітря повинно всмоктуватися з боку лицьової панелі. Якщо таке не виконується, необхідно поміняти місцями підключення до мережі двох основних кабелів;

д) відключення трансформатора здійснюється кнопкою "Стоп" і автоматичним вимикачем;

2) для трансформатора типу ТДФЖ:

а) вибрати кабель з відповідною площею поперечного перерізу (мінімальний переріз ізольованого мідного кабелю для підключення до мережі 380 В трансформатора ТДФЖ-1002 складає 120 мм², а для ТДФЖ-2002 – 240 мм²);

б) на панелі перемикання діапазонів сили струму зварювання перемичками вибрати необхідний ступінь регулювання. При виборі діапазону сили зварювального струму необхідно давати перевагу найменшому, що забезпечує вибраний режим зварювання;

в) вімкнути автоматичний вимикач схеми управління трансформатора і вимикач "Вімкнуто. Пуск" (охолоджувальне повітря повинно всмоктуватись з боку лицьової панелі);

г) перемикачем "Зварювання ввімкнуте" вимкнути трансформатор;

д) обертаючи ручку плавного регулювання напруги в напрямку за годинниковою стрілкою, пересвідчитись, що напруга холостого ходу плавно зростає до максимального значення (110...120 В); гудіння трансформатора розпочинається при нарузі холостого ходу 80...90 В, що свідчить про нормальну роботу трансформатора. У разі надмірного гудіння трансформатора або відсутності напруги холостого ходу необхідно від'єднати трансформатор від мережі, від'єднати двигун вентилятора від мережі, приєднати трансформатор до мережі двома силовими кабелями. При цьому:

1) у разі відсутності напруги холостого ходу виконати контроль напруги на вторинних обмотках допоміжного трансформатора, потенціометрі-регулювальнику, і резисторах ланцюгів керування силовими тиристорами. Наявність плавно регульованої напруги на резисторах ланцюгів керування свідчить про нормальну роботу схеми фазового керування. Для усунення відмовлення необхідно поміняти місцями підключення допоміжного трансформатора до первинної обмотки;

2) надмірне гудіння трансформатора свідчить, що один із тиристорів не працює. Для визначення, який із тиристорів не працює, необхідно почергово вимикати ланцюги управління тиристорами. Якщо у непрацюючого тиристора пошкодження ланцюга керування не виявлено, необхідно:

– змінити фазу обмотки живлення ланцюга керування даного тиристора, змінивши місцями підключення до обмотки допоміжного трансформатора;

– або змінити полярність керувального імпульсу на силовому тиристорі.

Подальше налагодження трансформатора виконується в наступній послідовності:

- е) відімкнути трансформатор від мережі;
- є) відновити підключення двигуна вентилятора;
- з) установити мінімальну напругу холостого ходу і виконати коротке замикання на виході трансформатора кабелем з площею поперечного $120 \dots 185 \text{ мм}^2$;
- і) відімкнути трансформатор і перевірити межі регулювання вторинного струму;
- й) для визначення роботоздатності запобіжних засобів відімкнути трансформатор від мережі, перемкнути тиристори кабелем з перерізом не менше 10 мм^2 , поставити вимикач "Зварювання" в положення "відімкнуто". Підключати трансформатор до мережі. При цьому автоматичний вимикач повинен відімкнути трансформатор від мережі.

4.3. Технічне обслуговування

Технічне обслуговування трансформаторів для автоматичного зварювання під флюсом здійснюється аналогічно обслуговуванню трансформаторів для ручного зварювання електродом з покриттям. Крім того, необхідно:

- а) один раз на місяць перевіряти надійність механічного кріплення силових катушок, інших гвинтових кріплень;
- б) один раз на три місяці перевіряти стан блоку керування; перевіряти стан мережевого контактора (для трансформаторів типу ТДФ);
- в) один раз на шість місяців перевіряти стан автоматичного вимикача;
- г) один раз на рік розбирати електродвигун вентилятора, очищувати його внутрішні поверхні, замінювати мастило в підшипниках (рекомендується жирове мастило).

4.4. Відмовлення в роботі трансформаторів для автоматичного зварювання під флюсом, причини утворення, способи усунення

Відмовлення	Причини утворення	Способи усунення
1	2	3
Вентилятор працює нормально. Немає блокування вимикача "Увімкнуто. Пуск"	Не працює вітрове реле	Усунути несправність вітрового реле (див. п. 4.2)
Вентилятор працює лише при натиснутій кнопці "Пуск"	Не працює вітрове реле	Усунути несправність вітрового реле (див. п. 4.2)
Підвищене гудіння трансформатора, надмірна сила струму холостого ходу	Не працює один із тиристорів	Перевірити ланцюг керування тиристорів (див. п. 4.2)
	Виткові замикання в обмотці	Усунути виткове замикання
При вимкненому вимикачі на вихідних зажимах є напруга холостого ходу, спрацьовує автоматичний вимикач	"Пробитий" силовий тиристор	Визначити "пробитий" тиристор і замінити його (див. п. 4.2)
На вихідних зажимах трансформатора відсутня напруга	Несправна схема керування тиристорами	Перевірити наявність напруги на елементах схеми
Під час роботи вимикається магнітний пускач ланцюгів управління	Нестабільна робота вітрового реле	Усунути несправність вітрового реле

4.5. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з документацією на трансформатор.
2. Виконати дослідження меж регулювання напруги холостого ходу.
3. Виконати дослідження меж регулювання зварювального струму.
4. Перевірити роботоздатність засобів захисту.
5. Визначити причини підвищеного гудіння трансформатора.

4.6. Зміст звіту

1. Загальні питання щодо трансформаторів для автоматичного зварювання під флюсом.
2. Послідовність налагоджування та підключення трансформатора до мережі.
3. Методика і результати проведених досліджень.
4. Можливі відмовлення, ознаки, причини утворення, способи їх усунення; висновки.

Контрольні питання

1. Яким чином у трансформаторів для автоматичного зварювання під флюсом здійснюється регулювання зварювального струму?
2. У чому полягає принцип регулювання зварювального струму для трансформаторів типу ТДФ?
3. У чому полягає принцип регулювання зварювального струму для трансформаторів типу ТДФЖ?
4. У чому полягає принцип фазового регулювання зварювального струму?
5. Як забезпечується стабілізація горіння дуги при використанні для зварювання трансформаторів типу ТДФЖ?
6. Які види технічного обслуговування необхідно проводити для трансформаторів для автоматичного зварювання під флюсом?
7. Яким чином підключають трансформатор до силової мережі?
8. Яким чином можна змінити напрям обертання двигуна охолоджувального вентилятора?
9. Яким чином вибирається ступінь регулювання зварювального струму?
10. Як перевіряються межі регулювання напруги холостого ходу трансформатора?

11. У чому полягає перевірка роботи тиристорного регулятора?

12. Яким чином перевіряються межі регулювання зварювального струму у трансформаторах типу ТДФЖ?

Лабораторна робота № 5

ПІДКЛЮЧЕННЯ, НАЛАГОДЖУВАННЯ ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ

Мета роботи: вивчити принципи підключення, налагоджування, технічного обслуговування зварювальних випрямлячів; визначити можливі відмовлення під час експлуатації випрямлячів та способи їх усунення.

5.1. Загальні відомості

Зварювальні випрямлячі – це статичні перетворювачі енергії трифазної мережі в енергію випрямленого струму, які використовуються для живлення зварювальної дуги. Основними перевагами випрямлячів є підвищення: стабільності горіння дуги і незначне розбризкування металу.

Випускаються одно- і багатопостові зварювальні випрямлячі.

Однопостові випрямлячі бувають:

а) зі спадною зовнішньою характеристикою для ручного дугового зварювання електродами з покриттям, для автоматичного зварювання під флюсом і для зварювання неплавким електродом у середовищі інертних газів;

б) з жорсткою і пологоспадною зовнішньою характеристикою для дугового зварювання плавким електродом у захисних газах і без захисту дуги;

в) універсальні з зовнішніми характеристиками, крутоспадними і жорсткими (пологоспадними).

Багатопостові випрямлячі мають жорстку зовнішню характеристику і призначені для ручного дугового зварювання, механізованого та автоматичного зварювання або мають універсальне призначення, а також слугують джерелом живлення дуги кількох постів.

Випрямлячі поділяються в залежності від способу регулювання зварювального струму і вторинної напруги.

Для ручного дугового зварювання широке застосування знаходять випрямлячі з механічним регулюванням струму зварювання за допомогою силового трансформатора з рухомими котушками (типу ВД).

Для зварювання у вуглекислому газі використовуються випрямлячі:

а) типу ВС з регулюванням режиму зварювання за допомогою зміни коефіцієнта трансформації силового трансформатора;

б) типу ВСЖ з регулюванням струму зварювання методом магнітної комутації;

в) типу ВДГ з регулюванням струму зварювання за допомогою дроселя насичення (ВДГ-303) та фазового регулювання (ВДГ-601).

Універсальні випрямлячі мають тиристорне регулювання зварювального струму (типу ВДУ).

Для дугового зварювання застосовуються також інверторні джерела живлення дуги і мають наступні переваги:

а) мала маса і габарити;

б) коефіцієнт потужності складає 0,95...0,98;

- в) високий ККД (0,75...0,80);
- г) високі динамічні властивості.

Блок-схема інверторного джерела живлення наведена на рис. 5.1. Напруга силової мережі випрямляється низькочастотним випрямлячем НВ і після випрямлення перетворюється інвертором ІНВ в змінну напругу підвищеної частоти (1...20 кГц). Силовий трансформатор Т ввімкнутий між ІНВ і вихідним некерованим високочастотним випрямлячем ВВ. Завдяки підвищеній частоті струму є можливість суттєво знизити розміри і масу силового трансформатора Т.

Формування зовнішніх характеристик і регулювання режиму зварювання здійснюється системою керування блоку зворотних зв'язків БЗЗ.

Система регулювання режиму зварювання дає можливість отримувати жорсткі або спадні зовнішні характеристики.

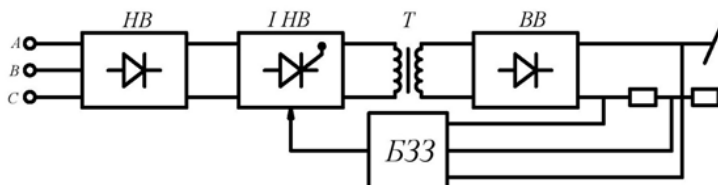


Рисунок 5.1 – Блок-схема інверторного джерела живлення дуги

5.2. Підключення і налагоджування

Перед початком роботи необхідно ознайомитись з документацією на джерело живлення.

Перед пуском нового або тривалий час неексплуатованого випрямляча необхідно:

- а) очистити випрямляч від пилу, продути стиснутим повітрям;

б) перевірити мегомметром не менше ніж на 1000 В опір ізоляції випрямляча між первинною і вторинною обмотками, а також між обмотками і корпусом силового трансформатора. Опір ізоляції повинний бути не менше 0,5 МОм;

в) підключити заземлення до корпусу випрямляча і зати-скача вторинної обмотки, до якого підключають з'єднуваль-ний кабель з виробом;

г) перевірити стан приладів, електричних з'єднань, еле-ментів схем керування і захисту;

д) підключити випрямляч до мережі кабелем з відповід-ною площею поперечного перерізу через триполюсний ви-микач, запобіжні та інші захисні засоби.

Порядок роботи і регулювання режиму зварювання зале-жить від типу, призначення та будови випрямляча і повинні відповідати вимогам, викладеним в інструкції з експлуатації і паспорті.

Порядок настроювання і підключення на прикладі універ-сального випрямляча ВДУ-504-1. Операції необхідно викону-вати в наступній послідовності:

а) підключити зварювальні кабелі до випрямляча;

б) установити перемикачем на лицьовій панелі необхід-ний вид зовнішньої характеристики (спадна або жорстка);

в) перемикачем на задній панелі установити необхідний діапазон регулювання режиму зварювання. При виборі діа-пазону регулювання необхідно давати перевагу найменшому, що забезпечує вибраний режим зварювання;

г) підключити випрямляч до мережі за допомогою три-полюсного вимикача;

д) ввімкнути автоматичний вимикач випрямляча (повин-на загорітися сигнальна лампочка на передній панелі);

е) ввімкнути вентилятор кнопкою "Пуск", розташованою на лицьовій панелі випрямляча, й утримувати її деякий час до

замикання контактів вітрового реле. Охолоджуване повітря повинне всмоктуватися з боку передньої панелі випрямляча;

є) поставити потенціометр плавного регулювання режиму зварювання на пульті дистанційного управління в середнє положення;

ж) ввімкнути тумблером або кнопкою "Пуск" на пульті дистанційного управління зварювальну напругу.

Необхідний режим при зварюванні на жорстких зовнішніх характеристиках попередньо контролюється за напругою по вольтметру.

При зварюванні на спадних зовнішніх характеристиках сила струму підбирається по амперметру під час пробного збудження дуги.

Після закінчення зварювання тумблером або кнопкою "Стоп" виключають зварювальну напругу.

Вимикання випрямляча здійснюється послідовно натисканням кнопки "Стоп" на лицьовій панелі і переведенням автоматичного вимикача в положення "Вимкнено".

5.3. Технічне обслуговування

Для забезпечення тривалої і безвідмовної роботи зварювальних випрямлячів необхідно виконувати щоденне і періодичне обслуговування.

Під час щоденного обслуговування необхідно:

а) перед початком роботи провести зовнішній огляд випрямляча для виявлення випадкових зовнішніх пошкоджень і ліквідувати виявлені несправності;

б) перевірити заземлення випрямляча, надійність контактних з'єднань зварювальних кабелів. У разі зміни місця підключення випрямляча до мережі необхідно перевірити напрям обертання вентилятора охолодження. Повітря повинне всмоктуватися з боку передньої панелі випрямляча.

Під час періодичного обслуговування один раз на місяць необхідно:

а) очищувати випрямляч (особливо вентиля й апаратуру керування) від пилу, бруду продуванням стиснутим повітрям, протирати в допустимих місцях м'якою ганчіркою;

б) перевіряти стан електричних контактів і паяних з'єднань;

в) через 1500...2000 годин роботи замінювати мастило в підшипниках вентилятора (заповнювати свіжим мастилом на 1/2...2/3 вільного об'єму).

Крім переліченого під час періодичного обслуговування:

1) випрямлячів типу ВД-306:

а) один раз на два місяці виконувати огляд магнітного пускача змінного струму. Якщо на поверхні його електричних контактів утворились крапельки металу або контакти окислились, підгоріли, їх необхідно зачистити бархатним надфілем (зачистка абразивним інструментом не допускається). Перевірити відсутність заклинювання рухомої системи під час повороту якоря магнітного пускача рукою;

б) один раз на три місяці перевіряти опір ізоляції випрямляча;

в) один раз на шість місяців проводити огляд контактів реле і, у разі необхідності, зачищати бархатним надфілем; очищувати контакти й ізольовані частини перемикача діапазонів зварювального струму від мідного пилу, кіптяви;

г) поверхні тертя (ходовий гвинт, посадочні місця вала перемикача, посадочні поверхні втулок коліс) змащувати тонким шаром тугоплавкого або консистентного мастила;

2) випрямлячів типу ВДУ-504:

а) один раз на шість місяців перевіряти стан блоку керування і фільтра захисту від радіоперешкод;

б) один раз на шість місяців наносити тонкий шар мастила на поверхні тертя.

5.4. Відмовлення в роботі зварювальних випрямлячів і способи їх усунення

Відмовлення	Причини утворення	Способи усунення
1	2	3
Випрямляч дає знижену напругу холодного ходу; зварювальний струм зменшився майже у два рази Немає напруги холодного ходу	Зварювальні випрямлячі на діодах Вийшов із ладу один діод; немає живлення однієї фази	Замінити діод. Відновити роботу всіх трьох фаз
	Охолодне повітря всмоктується не зі сторони передньої панелі випрямляча	Змінити напрям обертання двигуна вентилятора
	Несправність вітрового реле	Відновити роботу вітрового реле
	Вийшов із ладу діод	Замінити діод
	Коротке замикання вторинної обмотки на корпус, спрацювала система захисту	Перевірити опір ізоляції; Усунути коротке замикання, перевірити схему
Підвищене гудіння силового трансформатора, великий струм холодного ходу	Міжвиткове замикання первинної обмотки силового трансформатора	Усунути коротке замикання
Тристорні зварювальні випрямлячі		
Випрямляч самовільно вимикається від мережі	Вийшов із ладу тиристор	Перевірити роботу тиристорів
	Коротке замикання вторинної обмотки при роботі випрямляча на режимі "жорстка характеристика"	Оглянути вторинний ланцюг, перевірити тиристиори
	Коротке замикання вторинної обмотки силового трансформатора на корпус випрямляча	Перевірити опір ізоляції, усунути замикання обмотки на корпус

Немає напруги холостого ходу	Охолодне повітря всмоктується не зі сторони передньої панелі випрямляча	Змінити напрям обертання двигуна вентилятора
	Несправність вітрового реле	Відновити роботу вітрового реле
	Вийшли із ладу тиристори	Перевірити ланцюг зворотного зв'язку струмом
	Відсутня напруга керування тиристорами	Перевірити роботу схеми
Не забезпечується спадна зовнішня характеристика	Неправильне підключення ланцюга зворотного зв'язку за струмом	Перевірити роботу ланцюга зворотного зв'язку за струмом
Випрямляч не забезпечує жорстку зовнішню характеристику	Порушення ланцюга зворотного зв'язку за напругою	Перевірити роботу ланцюга зворотного зв'язку за напругою
Нестійке горіння дуги при роботі випрямляча на спадних і жорстких характеристиках	Не на всі тиристори подаються імпульси управління	Перевірити за допомогою осцилографа наявність імпульсів на керованих електродних тиристорів
Нестійке горіння дуги при роботі випрямляча на жорсткій характеристиці	Порушений ланцюг допоміжної обмотки дроселя у зварювальному ланцюзі	Перевірити ланцюг допоміжної обмотки дроселя

5.5. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з документацією на випрямляч.
2. Виконати дослідження меж регулювання напруги холостого ходу.
3. Виконати перемикання з метою зміни напрямку обертання двигуна вентилятора.
4. Провести регулювання зварювального струму з пробним запалюванням дуги.
5. Провести вимірювання опору ізоляції випрямляча;

5.6. Зміст звіту

1. Загальні питання щодо зварювальних випрямлячів.
2. Послідовність підключення випрямляча до силової мережі, його налаштування.
3. Методика і результати проведених досліджень.
4. Можливі відмовлення, ознаки, причини утворення, способи їх усунення; висновки.

Контрольні питання

1. Яким чином у зварювальних випрямлячах здійснюється регулювання режиму зварювання?
2. Яка зовнішня характеристика у зварювальних випрямлячів?
3. Як поділяються випрямлячі в залежності від способу регулювання режиму зварювання?
4. Як здійснюється підготовка випрямляча до підключення до силової мережі?
5. Яким чином здійснюється налаштування випрямляча ВДУ-503-1 для ручного дугового зварювання покритими електродами?
6. Яким чином здійснюється налаштування випрямляча ВДУ-504-1 для механізованого зварювання в вуглекислому газі?

7. Які види робіт передбачаються:

- а) під час щоденного обслуговування;
- б) під час періодичного обслуговування?

8. Яким чином вибирається ступінь регулювання режиму зварювання?

9. Як можна змінити напрям обертання двигуна вентилятора?

10. Як зачищаються електричні контакти?

11. Які переваги мають інверторні джерела живлення дуги?

12. Який принцип роботи інверторного джерела живлення дуги?

Лабораторна робота № 6

ПІДКЛЮЧЕННЯ, НАЛАГОДЖУВАННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ КОЛЕКТОРНИХ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Мета роботи: вивчити принципи підключення, налагоджування, технічного обслуговування колекторних зварювальних генераторів; визначити можливі відмовлення під час експлуатації генераторів та способи їх усунення.

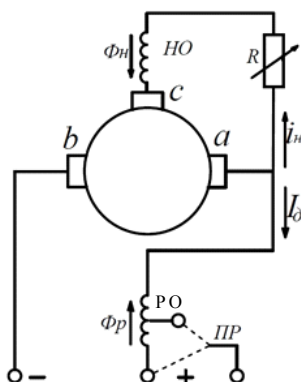
6.1. Загальні відомості

Зварювальні генератори являються основним вузлом зварювальних перетворювачів і агрегатів. Вони слугують автономним джерелом живлення зварювальної дуги і бувають двох типів: колекторні та вентильні. Колекторні генератори бувають із самозбудженням та з незалежним збудженням.

Принцип дії колекторного зварювального генератора на прикладі генератора самозбудження з паралельною намагнічувальною обмоткою НО і послідовною розмагнічувальною РО обмотками збудження наведено на рис. 6.1.

Обмотки НО і РО включені таким чином, що утворювані ними магнітні потоки Φ_n і Φ_p спрямовані назустріч один одному.

Рисунок 6.1 – Принципова схема зварювального колекторного генератора з самозбудженням: НО, РО – намагнічувальна і послідовна розмагнічувальна обмотки; Φ_n ; Φ_p – намагнічувальний і розмагнічувальний потоки; R – регулятор струму намагнічування i_n ; I_d – струм дуги; a, b, c – щітки; ПР – перемикач



Напруга холостого ходу регулюється зміною струму намагнічування i .

Під час роботи генератора з навантаженням електрорушійна сила (е. р. с.) генератора індукується і визначається різницею потоків Φ_n і Φ_p . Зі збільшенням зварювального струму різниця потоків зменшується і, як наслідок, знижується напруга генератора – забезпечується спадна статична зовнішня характеристика генератора. Плавне регулювання зварювального струму здійснюється потенціометром R зміною i_n . Ступінчасте регулювання здійснюється зміною кількості витків послідовної розмагнічувальної обмотки перемикачем ПР.

Недоліком регулювання сили зварювального струму реостатом R є те, що зі зменшенням струму зварювання зменшується напруга холостого ходу, що негативно впливає на збудження дуги при зварюванні на малих струмах. Для уникнення такого явища доцільно при зварюванні на малому струмі регулювання струму здійснювати за допомогою додаткових баластних реостатів, увімкнутих послідовно зі зварювальною дугою.

Конструкція генераторів захищена від попадання в середину сторонніх предметів із самовентиляцією. Напря

обертання якоря в генераторі зазначено на корпусі (проти годинникової стрілки з боку колектору).

Генератори із самозбудженням типу ГСО, ГД мають однакову принципову електромагнітну схему і відрізняються межами регулювання зварювального струму та деякими конструктивними особливостями. Вони мають чотири основних і два додаткових полюси. Додаткові полюси слугують для покращення роботи колектора струмозмінальних щіток.

Генератори типу СГП мають чотири основних і чотири додаткових полюси. Послідовна розмагнічувальна обмотка секціонована.

Колекторний генератор типу ГСМ має паралельну намагнічувальну обмотку і послідовну підмагнічувальну обмотку збудження. Зовнішня характеристика – жорстка. Обмотки збудження живляться безпосередньо від основних щіток генератора (додаткова щітка не передбачена).

Зварювальні генератори типу ГД мають незалежне збудження. Обмотка незалежного збудження генератора живиться від джерела змінного струму через знижувальний трансформатор і випрямляючий блок. Спадні характеристики забезпечуються включенням послідовної обмотки так, щоб створений нею магнітний потік мав направлення, зустрічне магнітному потоку, генерованому незалежним збудженням. Жорстка зовнішня характеристика забезпечується завдяки переключенню послідовної обмотки так, щоб створюваний нею магнітний потік мав узгоджений напрям з потоком обмотки незалежного збудження. Послідовна обмотка стає підмагнічувальною і компенсує втрати напруги на внутрішніх опорах генератора.

Регулювання струму здійснюється аналогічно, як і в генераторах із самозбудженням. При зварюванні на жорстких зовнішніх характеристиках (дугове зварювання плавким елект-

родом у захисних газах) сила зварювального струму залежить від швидкості подавання електродного дроту.

Колекторний генератор ГСУМ-400 має незалежне збудження і послідовну розмагнічувальну обмотку, яка забезпечує спадну зовнішню характеристику. Жорстка зовнішня характеристика забезпечується відключенням розмагнічувальної обмотки.

6.2. Підключення і налагоджування

Перетворювачі складаються із колекторного генератора і електродвигуна, що знаходяться в одному корпусі на загальній осі. Пуск перетворювача здійснюється електродвигуном.

Перед пуском нового перетворювача або перетворювача, який тривалий час не експлуатувався, а також у разі зміни місця його розташування необхідно:

а) розконсервувати його, очистити від пилу і бруду, перевірити надійність кріплень і, у разі необхідності, їх затягнути;

б) корпус генератора заземлити. Включати перетворювач без заземлення забороняється;

в) перевірити надійність контактів ланцюга внутрішніх з'єднань, ланцюгів зварювальної і високої напруги;

г) перевірити мегомметром опір ізоляції всіх обмоток перетворювача. Опір повинен бути не менше 0,5 МОм. Якщо опір ізоляції менший або немає можливості його виміряти, перетворювач необхідно висушити в теплому сухому приміщенні, давши йому попрацювати з навантаженням не більше 50 % від номінально протягом 2...3 годин. Необхідно слідкувати, щоб перетворювач не перегрівався;

д) пересвідчитись, що кінці робочих кабелів не торкаються один одного, або не торкаються одночасно металевої поверхні; повернути маховик реостату проти годинникової

стрілки у вихідне положення; перевірити відповідність напруги мережі напрузі, зазначений на корпусі перетворювача;

е) вручну перевірити обертання ротора (ротор повинен легко обертатися);

є) підключити двигун до мережі через запобіжні засоби. Необхідно враховувати, що пусковий струм при номінальній напрузі дорівнює п'ятикратному значенню від номінального і діє протягом 2...3 с. Підключення двигуна до мережі необхідно здійснювати мідним кабелем з перерізом не менше 10 мм²;

ж) під час першого пуску необхідно перевірити напрям обертання якоря. Обертання повинно здійснюватися проти годинникової стрілки, якщо його спостерігати з боку колектора. У разі необхідності змінити напрям обертання електродвигуна.

Після завершення пускового періоду можна перейти до зварювання. При виборі ступеня регулювання необхідно давати перевагу нижчому ступеню, що забезпечує режим зварювання. Контролюють режим зварювання за приладами, установленими на перетворювачі.

6.3. Технічне обслуговування

Для забезпечення надійної і тривалої роботи перетворювача необхідно виконувати щоденне та періодичне технічне обслуговування.

1) Під час щоденного обслуговування необхідно:

а) перед початком роботи виконати зовнішній огляд перетворювача для виявлення випадкових пошкоджень та їх усунення;

б) перевірити заземлення перетворювача, надійність електричних з'єднань і напрям обертання якоря.

2) Під час періодичного (через кожних 100...200 год роботи, або 1 раз на місяць):

а) очищувати перетворювач від пилу, бруду; продути його частини стиснутим повітрям, протерти м'якою ганчіркою;

б) перевіряти стан електричних контактів схеми і, у разі необхідності, забезпечити надійність електричних з'єднань; перевірити стан колектора;

в) перевірити стан і наявність мастила в камерах підшипників; через 500...600 год роботи (не рідше 1 разу на півроку) слід замінити мастило в підшипниках (ретельно вилучити старе мастило, підшипники промити бензином, заповнити мастилом на $1/2 \dots 2/3$ вільного об'єму);

г) перевірити стан ізоляції, виміряти її опір.

6.4. Відмовлення колекторних зварювальних генераторів і способи їх усунення

Відмовлення	Причини утворення	Способи усунення
1	2	3
Генератор не дає напругу	Колектор забруднений	Прочистити колектор
	Розірваний ланцюг збудження	Перевірити цілісність ланцюга збудження
Виділення іскор із підщіток, що супроводжуються нагоранням на всіх пластинах колектора	Щітки неякісно прошліфовані	Прощліфувати щітки
	Заїдання щіток в тримачі щіток	Припасувати ретельно щітки
	Щітка не закріплюється в обоймі	Замінити щітку
	Забруднений колектор	Протерти колектор змоченою бензином ганчіркою або прошліфувати колектор
Підгорання великої групи пластин, розташованих в одному ряду	Пошкодження колектора	Обточити колектор
Іскріння щіток, яке супроводжується нагораннями на окремих пластинах	Колектор "розійшовся", виступають окремі пластини	Провести ремонт колектора

Продовження таблиці

Відмовлення 1	Причини утворення 2	Способи усунення 3
Іскріння і значне нагрівання в одному місці колектора	Обрив або неякісний спай пластини з обмоткою	Перевірити і провести ремонт якоря
Виділення іскор на окремих щітках одного ряду, щітки, під якими виділяються іскри – нагріваються	Нерівномірний розподіл струму між щітками	Забезпечити рівномірне прилягання і притискання щіток одного ряду до колектора
Значене виділення іскор на допоміжній щітці генератора під час холостого ходу	Траверса зсунута з нормального положення	Виставити траверсу відповідно до контрольних міток
Обгоряють періодично окремі пластини колектора	Траверса зсунута з нормального положення	Відновити нормальне положення траверси

6.5. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з документацією на перетворювач.
2. Виконати дослідження меж регулювання напруги холостого ходу генератора.
3. Вивчити порядок підключення двигуна до мережі живлення.
4. Провести регулювання зварювального струму пробним збудженням дуги на прямій полярності.
5. Провести регулювання зварювального струму пробним збудженням дуги на зворотній полярності.
6. Провести вимірювання опору ізоляції обмоток генератора і двигуна.

6.6. Зміст звіту

1. Загальні питання щодо будови і принципу роботи перетворювача.
2. Послідовність підготовки перетворювача до роботи.
3. Технічне обслуговування перетворювача.

4. Можливі відмовлення перетворювача, ознаки, причини утворення, способи усунення.

5. Методика та аналіз отриманих результатів дослідів; висновки.

Контрольні питання

1. Принцип роботи зварювального генератора з самозбудженням і послідовною розмагнічувальною обмоткою.

2. Яким чином здійснюється регулювання зварювального струму?

3. Які недоліки генератора з самозбудженням при зварюванні на малому струмі?

4. Як здійснюється підготовка перетворювача до роботи?

5. Що необхідно враховувати під час вибору запобіжних засобів для підключення перетворювача до мережі?

6. Які роботи передбачаються при проведенні щоденного технічного обслуговування перетворювача?

7. Які роботи передбачаються при проведенні періодичного обслуговування перетворювача?

8. Яким чином вибирається ступінь регулювання зварювального струму?

9. Від чого залежить іскріння щіток?



Лабораторна робота № 7

ПІДКЛЮЧЕННЯ, НАЛАГОДЖУВАННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВЕНТИЛЬНИХ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ГЕНЕРАТОРІВ

Мета роботи: вивчити принцип підключення, налагоджування, технічного обслуговування вентильних зварювальних генераторів у складі зварювальних агрегатів; визначити можливі відмовлення під час їх експлуатації та шляхи їх усунення.

7.1. Загальні відомості

Вентильні зварювальні генератори входять до складу зварювальних агрегатів АДБ з двигуном внутрішнього згорання і до складу агрегатів та перетворювачів з асинхронним двигуном.

Вентильні генератори забезпечують високу стабільність і еластичність зварювальної дуги. ККД вентильних генераторів майже на 10 % вищий за ККД генераторів самозбудження типу ГСО і ГД, а маса їх суттєво менша. Використання вентильних генераторів дає можливість зменшити розбризкування металу, підвищити якість зварних з'єднань.

Генератор забезпечує високу надійність в експлуатації завдяки відсутності ковзних електричних контактів.

Вентильний генератор ГД-311 складається із індукційного трифазного генератора підвищеної частоти з самозбудженням і випрямного блоку. На статорі розташовуються трифазна секціонована силова обмотка й обмотка збудження. Під час роботи генератора всі обмотки нерухомі. Ротор вентильного генератора (індуктор генератора) не має обмотки і являє собою магнітопровід, до складу якого входять два зубчастих пакети. Магнітний потік, що створюється обмоткою збудження, замикається через пакети ротора. Вісім зубців кожного пакету ротора під час обертання забезпечують отримання пульсивного магнітного потоку підвищеної частоти, що перетинає силову обмотку генератора. Таким чином генерується трифазний струм підвищеної частоти 400 Гц.

Випрямний блок складається із кремнієвих вентилів В-200, складених за трифазною мостовою схемою, і слугує для випрямлення змінного трифазного струму підвищеної частоти в постійний струм.

Обмотка збудження живиться від силового ланцюга генератора через трансформатори струму і напруги та через випрямну систему. Регулювання струму збудження, що подається від трансформатора напруги, дає можливість плавно підстроювати напругу холостого ходу. Регулювання струму збудження, що подається від трансформатора, який є трансформатором струму, дає можливість плавно змінювати крутизну статичної зовнішньої характеристики генератора. Це можливо завдяки тому, що реактивний опір фаз обмотки статора вентильного генератора пов'язаний зі ступенем насичення магнітного ланцюга індукторів ротора.

Ступінчасте регулювання зварювального струму здійснюється зміною індуктивного опору статора за допомогою секціонування силових обмоток статора. При включенні обох секцій кожної фази послідовно отримують ступінь мінімального

струму, а при їх паралельному з'єднанні – ступінь максимальних струмів. Для отримання середнього ступеня регулювання в роботу включають по одній секції кожної фази. Під час ступінчастого регулювання напруга холостого ходу зберігається незмінною.

7.2. Підключення і налагоджування

Під час підготовки до роботи агрегат розташовують на горизонтальній площадці та вживають заходи для запобігання самодовільного переміщення агрегата.

Перед пуском агрегата необхідно:

а) перевірити стан кріплень, у разі необхідності їх підтягнути;

б) перевірити з'єднання тяги регулятора обертів з важелем дросельної заслінки, справність кронштейна регулятора обертів;

в) агрегат заземляють болтом "Земля" на корпусі генератора і підключають зварювальні кабелі;

г) перед пуском нового агрегата або агрегата, що тривалий час не працював, перевірити надійність контактів ланцюгів внутрішніх і зовнішніх електричних з'єднань;

д) перевірити мегомметром опір ізоляції обмоток генератора, який повинен бути не менше 0,5 МОм. Якщо опір ізоляції менший зазначеного значення, необхідно висушити генератор у сухому теплому приміщенні. Здійснюється просушування шляхом його роботи в режимі короткого замикання, при цьому регулятор зварювального струму встановлюється в положення, що відповідає мінімальному струмові зварювання. Необхідно слідкувати, щоб генератор не перегрівався;

е) перевірити справність і ступінь натягу пасків двигуна внутрішнього згоряння;

є) пересвідчитись у справності системи живлення двигуна, заповнити бак паливом;

ж) перевірити рівень палива, мастила та охолодної рідини двигуна;

з) під час роботи двигуна внутрішнього згоряння необхідно, щоб:

– температура охолодної рідини знаходилась у межах $70 \dots 95^{\circ}\text{C}$;

– тиск мастила в змащувальній системі знаходиться в межах $0,2 \dots 0,4$ МПа. Якщо тиск мастила знижується до $0,05$ МПа під час роботи прогрітого двигуна без навантаження, то це свідчить про несправність двигуна;

і) після завершення роботи необхідно, щоб двигун ще працював $2 \dots 3$ хв на малих обертах без навантаження, і лише після цього його зупиняють.

7.3. Технічне обслуговування зварювальних генераторів

Технічне обслуговування зварювальних агрегатів необхідно виконувати щоденно і періодично або через $100 \dots 200$ год роботи.

Під час щоденного обслуговування необхідно:

а) проводити зовнішній огляд з метою виявлення випадкових ушкоджень та їх усувати;

б) перевірити стан болтових з'єднань струмопроводів, кріплення наконечника до кабелю;

в) перевірити заземлення;

г) перевірити силу натягу пасків приводу вентилятора і регулятора обертів двигуна та їх кріплення;

д) перевірити стан кріплень двигуна, акумуляторних батарей до рами;

е) перевірити наявність і необхідний рівень мастила та охолодної рідини двигуна;

є) виконати пуск двигуна і пересвідчитись у відсутності стуків і стороннього шуму; перевірити показання приладів, контрольних лампочок на пульті управління. Якщо тиск мастила менше 0,05 МПа, або температура охолодної рідини перевищує 105 °С, необхідно негайно зупинити двигун, виявити причину відхилень і усунути їх.

Під час періодичного обслуговування необхідно:

- а) очищувати агрегат від пилу, бруду;
- б) перевіряти різьбові з'єднання, особливо фланцеве з'єднання двигуна з генератором, кріплення їх до рами; перевіряти кріплення паливного бака;
- в) перевірити стан контактів струмопроводів;
- г) перевіряти опір ізоляції обмоток генератора;
- д) перевіряти стан і наявність мастила в камерах підшипників. Один раз на 6 місяців або через 500...600 год роботи замінювати мастило. Для заміни мастила необхідно зняти кришку на щитках генератора, вилучити старе мастило, промити підшипники бензином, заповнити камеру підшипників на 1/2...2/3 вільного об'єму;
- е) через 500...600 год. роботи необхідно замінювати мастило та фільтри мастильної системи двигуна; замінити повітряний фільтр;
- є) необхідно забезпечувати герметичність з'єднань паливної системи і системи змащування.

7.4. Відмовлення вентильних зварювальних генераторів, причини утворення і способи їх усунення

Відмовлення	Причини утворення	Способи усунення
1	2	3
Генератор не дає напругу	Вийшов із ладу вентиль	Замінити вентиль
	Пошкодження ланцюга збудження	Відновити роботу ланцюга збудження

Продовження таблиці

1	2	3
Генератор не дає напругу	Відсутній контакт в реостаті дистанційного регулювання сили зварювального струму	Зачистити і відновити контакт реостата
Генератор не дає напругу, але двигун працює з навантаженням	Пробитий один або декілька вентилів	Замінити пробиті вентиля
	Замикання фаз на корпус статора або на щиті управління	Усунути коротке замикання фаз
	Вийшов з ладу перемикач діапазонів зварювального струму	Перевірити роботу перемикача діапазонів зварювального струму
Підвищений шум підшипників	Відсутність мастила	Заповнити підшипник мастилом
	Підшипник вийшов із ладу	Перевірити і замінити підшипник

7.5. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з документацією на генератор.
2. Виконати дослідження процесу підстроювання напруги холостого ходу.
3. Провести регулювання зварювального струму контрольним збудженням дуги, зафіксувати показники приладів на щитку керування.
4. Виміряти опір ізоляції.

7.6. Зміст звіту

1. Загальні питання щодо вентильних зварювальних генераторів.
2. Підготовка зварювального агрегата до роботи.
3. Технічне обслуговування зварювального генератора.
4. Можливі відмовлення, причини утворення та способи їх усунення.
5. Методика та результати проведення досліджень.
6. Висновки.

Контрольні питання

1. Які переваги мають зварювальні вентильні генератори?
2. Які основні складові зварювального вентильного генератора?
3. Які складові зварювального агрегата?
4. Принцип роботи зварювального вентильного генератора.
5. Способи регулювання струму зварювання вентильного генератора.
6. Як здійснюється підготовка зварювального агрегата до роботи?
7. Які роботи необхідно провести перед пуском зварювального агрегата?
8. Які параметри зварювального агрегата контролюються під час його роботи?
9. Які роботи виконуються під час щоденного обслуговування зварювального агрегата?
10. Які роботи виконуються під час періодичного обслуговування зварювального агрегата?
11. Які особливості в роботі зварювального агрегата у разі виходу із ладу вентиля?
12. Внаслідок яких відмовлень немає напруги холостого ходу на виході вентильного генератора?

Лабораторна робота № 8

ПІДКЛЮЧЕННЯ, НАЛАГОДЖУВАННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ АПАРАТІВ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗВАРЮВАННЯ В ЗАХИСНИХ ГАЗАХ

Мета роботи: вивчити принцип підключення, налагоджування, технічного обслуговування апаратів для механізованого зварювання в захисних газах; визначити можливі відмовлення та шляхи їх усунення.

8.1. Загальні відомості

Механізоване зварювання здійснюється апаратами, що забезпечують автоматичну подачу електродного дроту і засобів захисту дуги в зону зварювання, переміщення дуги вздовж зварюваного виробу виконується зварником вручну. Апарати для механізованого зварювання і наплавлення мають наступні позначення: вид виробу ПД; способи захисту дуги Γ – для зварювання в середовищі активних захисних газів; Π – в середовищі інертних захисних газів; $У$ – в середовищі активних та інертних захисних газів; $О$ – відкритою дугою; Φ – під флюсом; номінальний зварювальний струм в сотнях ампер; номер модифікації; вид кліматичного виготовлення і розташування; напруга мережі живлення, В; ТУ.

Наприклад: ПДГ.516УЗ, 380В ТУ. В розробках ІЕЗ ім. Є.О. Патона апарати для механізованого зварювання позначаються літерами А або ПШ і з наступним цифровим позначенням.

Апарати для механізованого зварювання класифікуються: за способами захисту дуги – в середовищі захисних газів, під флюсом і без додаткового захисту, універсальні; за типом електрода – для зварювання дротом суцільного перерізу, порошкового або одночасно для порошкового дроту і дроту суцільного перерізу; за способом регулювання швидкості подавання електродного дроту – з плавним, ступінчастим або змішаним способом регулювання; за компонованням – подавальний механізм електроду вбудований в джерело живлення дуги або з відокремленим подавальним механізмом.

Широке розповсюдження отримали апарати для механізованого дугового зварювання, що комплектуються із універсальних агрегатних складових. Це спрощує їх експлуатацію, ремонт, дає можливість у разі необхідності замінювати модулі та багаторазово їх використовувати під час виготовлення або модернізації іншого устаткування.

Апарат для механізованого дугового зварювання складається із: комплекту пальників зі шлангами; механізму подавання електродного дроту; касети або котушки для електродного дроту; блоку управління; струмопроводів зварювального ланцюга і ланцюгів керування; апаратури для регулювання і вимірювання параметрів захисного газу; шлангів для газу; джерела живлення зварювальної дуги.

Зварювальний дріт в апаратах для механізованого дугового зварювання в процесі зварювання подається з вибраною постійною швидкістю. Також використовують апарати, які забезпечують пульсивне подавання електродного дроту. Саморегулювання дуги забезпечує високу якість зварних швів.

Найбільш загальний варіант системи керування апарата для механізованого дугового зварювання наведено на рис. 8.1.

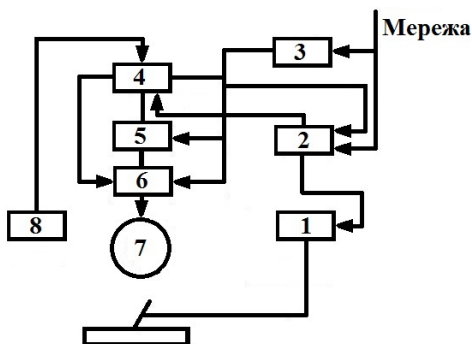


Рисунок 8.1 – Блок-схема керування апаратом для механізованого зварювання:

1 – джерело живлення дуги; 2 – блок керування джерелом живлення дуги; 3 – блок живлення системи керування; 4 – блок логічний; 5 – газовий клапан; 6 – блок керування двигуном подавання електродного дроту; 7 – двигун подавання електродного дроту; 8 – пускова кнопка

Найбільш розповсюджений пальник для зварювання плавким електродом у середовищі захисних газів показано на рис. 8.2. Зварювальний дріт подається в пальник через гнучкий напрямний шланг зі спіраллю і виходить із мундштука. Захисний газ подається через канал в сопло і в зону зварювання.

За способом охолодження пальники бувають з природним повітряним охолодженням та примусовим газовим або водяним охолодженням. При зварюванні силою струму до 315 А найбільш зручними вважають порожнисті суміщені шланги зі змінними каналами для подавання зварювального дроту. Такі шланги мають каркасну спіраль, виготовлену із сталюого дроту або стрічки. Для зварювання дротом із сплавів

алюмінію часто використовують напрямні канали із тефлону, поліетилену або нейлону.

Під час зварювання у вуглекислому газі спостерігається налипання бризок розплавленого металу на поверхню сопла і мундштука пальника. Для запобігання короткому замиканню внаслідок налипання бризок металу використовують керамічні, металокерамічні або водоохолодні металічні сопла з ізолювальними прокладками. Можуть також використовуватись різні захисні пасти.

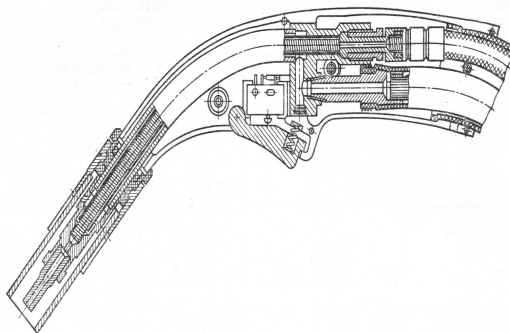


Рисунок 8.2 – Зварювальний пальник типу ГТПГ-301

Схема живлення поста для механізованого зварювання в середовищі вуглекислого газу плавким електродом постійним струмом наведена на рис. 8.3.

Підігрівач захисного газу використовується при зварюванні у вуглекислому газі для запобігання замерзанню редуктора. Крім того, використовується висушувач газу. В середині корпусу висушувача газу знаходиться поглинач вологи (зневоднений мідний купорос або силікагель марки ШСМ).

Перед заповненням поглинач вологи прожарюється при температурі 200 °С протягом 2 год. Висушувач розрахований на висушування 30...35 м³ вуглекислого газу на одне зарядження.

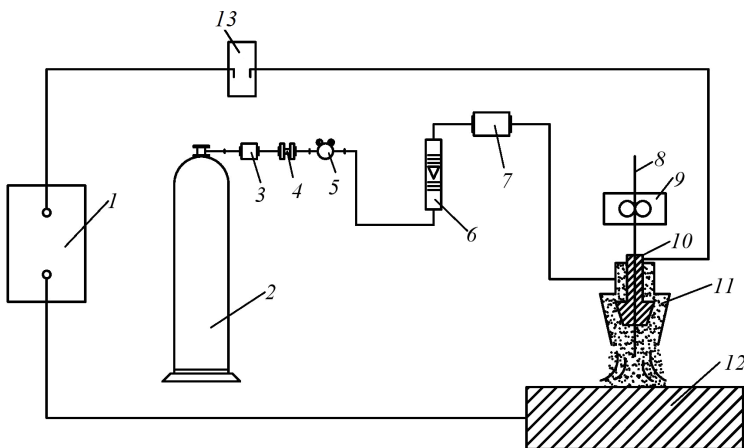


Рисунок 8.3 – Схема поста для механізованого зварювання в середовищі вуглекислого газу плавким електродом:

1 – джерело живлення дуги; 2 – балон з газом; 3 – підігрівач газу; 4 – осушувач газу; 5 – редуктор; 6 – ротаметр; 7 – газовий клапан; 8 – електродний дріт; 9 – механізм подавання електродного дроту; 10 – струмопідвідна втулка; 11 – сопло пальника; 12 – зварювана деталь; 13 – апаратура керування

Для зварювання в суміші захисних газів до складу газової апаратури входять змішувачі газу, окремі з них оснащені газо-аналізатором.

8.2. Підготовка до роботи апарату для механізованого зварювання в захисних газах

В першу чергу необхідно ретельно ознайомитися з інструкцією з експлуатації апарату; виконати монтаж зовнішніх з'єднань; виконати заземлення блоку управління, джерела зварювального струму. Приєднати через запобіжні засоби апарат до мережі попередньо пересвідчитись у відповідності напруги мережі живлення напрузі випрямляча.

Після цього необхідно:

а) на випрямлячі перемикачем установити жорстку зовнішню характеристику та режим роботи;

б) вибрати струмопідвідний наконечник пальника і прямого каналу відповідно до діаметра електродного дроту і струму зварювання;

в) приєднати пальник до подавального механізму, при цьому забезпечити співвісність отвору хвостовика пальника і канавки подавальних роликів; хвостовик пальника повинен бути на мінімальній відстані від роликів;

г) електродний дріт без іржі намотується на касету рядами;

д) викрутити струмопідвідний наконечник;

е) касета устновлюється на подавальний механізм. Під час заправлення електродного дроту в напрямний канал пальника (кінець дроту повинен бути закруглений, напрямний канал спрямлений) на подавальному механізмі устновлюють необхідний тиск роликів на дріт, щоб він подавався рівномірно, без пробуксовування і не деформувався;

є) після пропускання дроту через напрямний канал пропускають його через струмопідвідний наконечник і останній закручують у свічку пальника;

ж) перевірити роботу апарата на холостому ході (перевірити подачу захисного газу, регулювання швидкості подачі дроту);

з) на випрямлячі виставити необхідну напругу холостого ходу;

і) виконати пробне збудження дуги замиканням електроду на виріб і натисканням пускової кнопки на корпусі пальника.

Припинення процесу зварювання здійснюється відпусканням пускової кнопки. При цьому припиняється подавання електродного дроту, вимикається зварювальний струм і з деякою затримкою припиняється подача захисного газу.

Якщо зварювання припиняється на тривалий час, апарат механізованого зварювання і випрямляч необхідно відімкнути від мережі і перекрити подачу захисного газу.

8.3. Технічне обслуговування

В процесі експлуатації апарата для механізованого зварювання в середовищі захисних газів проводиться щоденне і періодичне обслуговування.

Щоденне обслуговування передбачає зовнішній огляд з метою:

а) оцінки стану свічки, струмопідвідного наконечника, сопла зварювального пальника і подавального ролика. Під час очищення свічки, струмопідвідного наконечника і сопла від нагару і бризок металу необхідно захищати ізоляційну втулку від пошкоджень;

б) перевірення герметичності газового тракту;

в) оцінки стану пружини стискання, що діє на притискальний ролик для забезпечення рівномірної швидкості подавання електродного дроту;

г) забезпечення надійності заземлення блоку керування і випрямляча;

д) оцінки стану вимірювальних приладів і апаратури управління;

е) очищення апарату від бруду.

Періодичне обслуговування виконується для забезпечення тривалої і безперебійної роботи апарату. Воно передбачає:

а) розбирання шланга з метою виймання і промивання напрямного каналу від бруду, металевого пилу;

б) не рідше одного разу на шість місяців необхідно виконувати поточний ремонт, який супроводжується заміною мастила та зношених деталей;

в) своєчасно та якісно проводити ремонт згідно з планом ремонту устаткування.

8.4. Відмовлення апаратів для механізованого зварювання, причини утворення, способи їх усунення

Відмовлення 1	Причини утворення 2	Способи усунення 3
Зварювальна дуга не збуджується під час замикаання електрода на деталь	Невімкнуте джерело живлення зварювальної дуги	Вімкнути джерело живлення дуги
	Незадовільний стан контакту в місці з'єднання зварювального кабелю	Перевірити стан всіх електричних контактів; у разі необхідності розібрати, зачистити, затягнути
	На кінці електроду утворився шар шлаку	Зачистити електрод
Не включається контактор і не працює двигун подавального механізму під час натискання кнопки "Пуск"	Несправність контакту кнопки	Зачистити контакт або замінити кнопку
	Невімкнутий вимикач на пульті управління	Вімкнути пульт управління
Під час вмикання пульта управління (без натискання кнопки пуск) вмикається контактор і подається зварювальний дріт	Замикання струмопроводів у ланцюзі управління	Усунути замикання в штепсельних з'єднаннях
	Замикання в кнопці "Пуск"	Усунути замикання між дротами управління
	Замикання електрода дуга збуджується, але дріт не подається	Замінити пускову кнопку
Під час замикаання електрода на деталь з'являється іскра, але дуга не збуджується	Живлення на двигун не подається	Перевірити ланцюг живлення двигуна
	Несправність контактів пускового реле	Оглянути і зачистити контакти реле
	Можливе обгорання дроту перед кріпленням тримача на подавальному механізмі або неякісне підключення кабелю	Усунути електричний контакт між кабелем і напрямною спіраллю, щоб струм проходив до тримача по зварювальному кабелю

Під час зварювання швидкість подачі дроту нерівномірна	Забруднений канал спіралі	Прочистити канал спіралі
	Слабке затискання дроту подавальними роликками	Відрегулювати силу притискання ролика, щоб уникнути проковзування дроту
	Діаметр наконечника не відповідає діаметру дроту	Замінити наконечник
Під час зварювання швидко плавиться електрод, і збільшується довжина дуги до її переривання	Різде перегинання напрямного шлангу	Розташувати шланг так, щоб перегини були плавними
	Великий виліт електроду	Зменшити виліт електроду до 5...8 мм наблизивши сопло до виробу на 15...20 мм
	Незадовільний контакт між наконечником і дротом	Відновити контакт електрод-наконечник
	Висока напруга холодного ходу джерела живлення дуги	Підібрати необхідну напругу холодного ходу джерела живлення дуги
	Занадто низька швидкість подавання електродного дроту	Збільшити швидкість подавання дроту
Сопло пальника знаходиться під напругою	Утворився контакт між мундштуком і соплом в наслідок налипання бризок металу	Зняти сопло і очистити його і мундштук від бризок металу
	Неправильно вибраний хімічний склад електродного дроту	Замінити зварювальний дріт
Утворення пор шва	Дріт забруднений мастилом, іржею	Очистити і знежирити дріт
	Зварювальна поверхня забруднена мастилом і іржею	Очистити деталі від забруднення
	Надвисока напруга на дузі	Зменшити напругу до відповідного значення заданого режиму
	Наявність вологості в порошковому дроті	Прожарити порошковий дріт

88 *Продовження таблиці*

1	2	3
Утворення пор шва	Наявність вологи в захисному газі	Перевірити наявність і стан поглинача вологи в осушувачі газу. Осушувальна речовина насичена вологою змінює свій колір: мідний купорос – з сірувато-білого на голубий; сілікатель – з розувато-голубого на білий з голубим відтінком
	Неякісний захист зони зварювання: недостатня витрата захисного газу	Збільшити витрати газу
	Підсмоктування повітря через нещільність газового тракту	Усунути нещільність газового тракту
	Здування захисного газу вітром, протієм, надмірне налипання бризок металу на сопло	Установити захист від здування газу та очистити сопло від бризок металу

8.5. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з документацією на апарат для механізованого зварювання "Граніт ЗУЗ" та вивчити його будову.
2. Перед початком роботи:
 - а) установити тиск захисного газу;
 - б) перевірити наявність захисного газу в зоні пальника;
 - в) перевірити межі регулювання напруги холостого ходу джерела живлення зварювальної дуги;
 - г) вибрати режим зварювання;
 - д) виконати пробне збудження дуги та наплавити валок довжиною 50...100 мм; провести зовнішній контроль шва (звернути увагу на утворені можливі дефекти).

8.6. Зміст звіту

1. Загальні питання щодо механізованого зварювання в середовищі захисних газів.
2. Підготовка до роботи до роботи апарата "Граніт ЗУЗ".
3. Методика та результати перевірки роботи апарата для механізованого зварювання в середовищі захисних газів.
4. Режим зварювання та аналіз якості наплавленого металу.
5. Можливі відмовлення в роботі апарата для механізованого зварювання їх ознаки, причини утворення, способи усунення; висновок.

Контрольні питання

1. Яке зварювання називається механізованим?
2. Які захисні гази використовуються під час дугового зварювання?
3. Перелічити складові поста для механізованого зварювання в середовищі захисних газів.

4. Яким чином та з якою метою здійснюється осушування вуглекислого газу?

5. З якою метою використовують підігрівач вуглекислого газу?

6. Яким чином здійснюється підготовка апарата для механізованого зварювання в середовищі захисних газів до роботи?

7. У чому полягає щоденне обслуговування апарата для механізованого зварювання?

8. У чому полягає періодичне обслуговування апарата для механізованого зварювання?

9. Які можливі відмовлення можуть спостерігатися під час експлуатації апарату для механізованого зварювання?

10. Які причини утворення пор у шві при зварюванні в середовищі вуглекислого газу?

Лабораторна робота № 9

ПІДКЛЮЧЕННЯ, НАЛАГОДЖУВАННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ АПАРАТІВ ДЛЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ НЕПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ

Мета роботи: вивчити принцип підключення, налагоджування і технічного обслуговування апаратів для дугового зварювання неплавким електродом в середовищі інертних газів.

9.1. Загальні відомості

Зварювання неплавким електродом в інертних газах застосовується під час виготовлення конструкцій із хімічно активних металів і сплавів (титану, алюмінію, магнію, високолегованої нержавіючої сталі та ін.), які здатні окиснюватись під час нагрівання в присутності кисню.

Устаткування для зварювання в інертних газах класифікується за родом зварювального струму (постійного і змінного струму), за способом використання (для ручного, механізованого й автоматичного зварювання).

До складу устаткування для ручного зварювання входять установка і зварювальний пальник. До складу устаткування

для автоматичного зварювання входять зварювальна установка, зварювальна головка, пристрій для її переміщення й апаратури управління механізмами автомата. Зварювальна установка складається із джерела живлення дуги, засобів для збудження та підвищення стійкого горіння дуги, управління циклом зварювання і газового захисту зони зварювання.

Для зварювання неплавким електродом використовується джерела живлення зварювального струму з круто спадною зовнішньою характеристикою. Така характеристика забезпечує стабільність зварювального струму під час коливання довжини дуги. Джерела живлення дуги для зварювання неплавким електродом мають підвищену напругу холостого ходу. В більшості випадків аргонодугове зварювання виконується на постійному струмі і прямій полярності, що забезпечує сприятливий розподіл теплоти дуги. Більша частина теплоти спрямовується у зварювальну ванну. Це також дає можливість подовжити термін роботи вольфрамового електрода, підвищити стійкість горіння дуги і знижує напругу на дузі.

Зварювання алюмінію і його сплавів здійснюється на змінному струмі. В моменти прямої полярності забезпечується проплавлення основного металу, при зворотній полярності – катодне руйнування (розпилення) міцної і тугоплавкої окисної плівки алюмінію на поверхні, яка перешкоджає зварюванню.

Джерела живлення для зварювання неплавким електродом повинні мати:

- засоби для забезпечення стабільності зварювального струму під дією різних зовнішніх впливів;
- широкий діапазон регулювання зварювального струму;
- можливість знижувати зварювальний струм у кінці шва для уникнення утворення кратера;
- можливість поступового збільшення величини струму після збудження дуги для запобігання передчасного руйнування вольфрамового електрода;

– пристрої для отримання режимів пульсування сили струму при імпульсно-дуговому зварюванні.

Як джерело постійного струму, спеціалізовані джерела, використовуються тиристорні випрямлячі ВДУ-305, ВДУ-504, ВДУ-505, ВДУ-601 при роботі на круто спадних зовнішніх характеристиках. Можуть використовуватись багатопостові зварювальні випрямлячі разом з регуляторами струму. Як джерела змінного струму – трансформатори з підмагнічуванням і фазовим регулюванням. Напруга холостого ходу трансформаторів складає 70...80 В, а при зварюванні в гелії – 120 В. Для уникнення ураження зварників струмом на всіх установках передбачається вимикання напруги холостого ходу після припинення зварювання через 1...2 с. На установках передбачаються спеціальні пристрої для усунення постійної складової змінного струму, яка утворюється внаслідок різної роботи виходу електронів із алюмінію і вольфраму.

Пальники для ручного зварювання мають водяне охолодження (зварювальний струм до 500 А) і природне повітряне охолодження (зварювальний струм до 150 А).

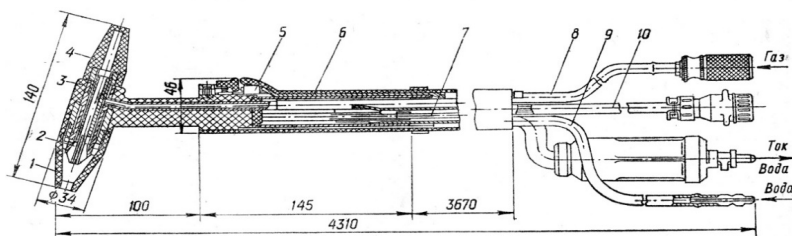


Рисунок 9.1 – Пальник для ручного зварювання типу ГР

Для закріплення вольфрамового електрода і струмопідведення використовують цангові затискачі, для формування

струменю захисного газу – сопла, що мають конічну камеру на вході і циліндричний канал на виході.

Залежність між внутрішнім діаметром циліндричного каналу сопла і зварювальним струмом наступна:

Сила зварювального струму, А	100	200	300	500
Діаметр сопла, мм	6...8	10...12	14...16	20...22

Сопла пальників малої і середньої потужності – керамічні, великої потужності – мідні з водяним охолодженням.

Пальники для автоматичного зварювання розраховані на тривалу безперервну роботу і мають наступні конструктивні особливості:

- механізм для осьового переміщення електрода;
- заспокійливі камери і сітчасті фільтри для забезпечення ламінарного потоку струменю захисного газу.

Під час зварювання неплавким електродом в інертних газах початкове збудження дуги виконується безконтактним способом. Для збудження дуги подається між електродом і виробом короткочасний імпульс високої напруги, що створює іскровий розряд, який іонізує проміжок "електрон-деталь" і послідовно переходить у дуговий. Такий імпульс генерується збуджувачем дуги осцилятором з безперервним або імпульсним живленням.

Осцилятор – це генератор затухаючих за амплітудою коливань високої частоти (100...300 кГц) і високої напруги (майже 3...5 кВ). Внаслідок імпульсів між виробом і електродом пробивається проміжок іскрою, проходить іонізація і створюються умови для розвитку дугового розряду (збудження дуги). Осцилятор безперервної дії паралельного підключення (рис. 9.2) живиться від мережі змінного струму через запобіжник, перешкодозахисний фільтр (ПЗФ). Трансформатор TV1 промислової частоти слугує джерелом підвищеної на-

пруги. Напруга з вторинної обмотки TV1 подається до коливального контуру, до складу якого входить розрядник FV, конденсатор C1 і первинна обмотка трансформатора TV2 низької частоти. Запобіжник F2 захищає обмотку трансформатора TV2 при пробиванні конденсатора. Конденсатор C2 заряджається від трансформатора TV1 до напруги пробивання розрядника FV. При пробиванні розрядника конденсатор розряджається на первинну обмотку трансформатора TV2 з частотою, визначеною параметрами коливального контуру. Трансформатор TV2 через вторинну обмотку передає високочастотні імпульси високої напруги на дуговий проміжок. Збуджувачі дуги можуть бути послідовного або паралельного вмикання, для живлення дуги постійного або змінного струму. Збуджувачі дуги застосовуються лише для вихідного запалювання дуги.

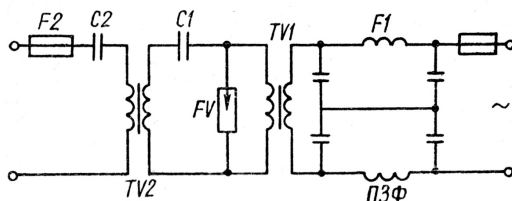


Рисунок 9.2 – Принципова схема осцилятора

Стабілізатор горіння дуги генерує імпульси достатньої потужності і тривалості, щоб забезпечити надійне повторне збудження дуги, особливо під час зміни полярності з прямої на обернену. Амплітуда імпульсу напруги стабілізатора складає 400...600 В. Робота стабілізатора базується на накопиченні енергії на індуктивному або ємнісному накопичувачі і подаванні її на дугу у вигляді імпульсу за командою керувального пристрою.

У деяких установках (УДГ-301, УДГ-501) для збудження і стабілізації дуги використовують комбіновані збуджувачі-стабілізатори дуги (ВСД-01).

У промисловості використовуються універсальні і спеціалізовані автомати для зварювання неплавким електродом у середовищі інертних газів.

9.2. Підготовка до роботи, експлуатація устаткування для зварювання неплавким електродом

В першу чергу необхідно ознайомитись з документацією на обладнання, його будовою та роботою.

В установках для дугового зварювання неплавким вольфрамовим електродом налагодженню підлягають: зварювальний пальник, системи управління, газова апаратура, механізми та пристрої, подавання присадного металу, переміщення вздовж лінії зварювання, допоміжних корегувальних переміщень, розташування електродів, присадного дроту і т. п.

Під час експлуатації устаткування необхідно слідкувати за станом пальників, систем охолодження і газового тракту. Герметичність системи охолодження, проходження охолодної води і зовнішні дефекти пальника виявляються візуально. В пальниках періодично (не рідше одного разу на тиждень, або і після 400 год роботи щоденно) необхідно перевіряти надійність електричних контактів за допомогою низьковольтного пробника або омметра, при цьому змінюють положення пальника або виконують вимірювання під час пробного збудження дуги.

Контрольним збудженням дуги на 1...2 хв і наступним оглядом електрода визначають надійність газового захисту зони зварювання. Якщо поверхня електрода покрита окислами синього кольору, то це свідчить або про всмоктування повітря в газовий тракт, або недостатню тривалість подавання газу після припинення горіння дуги.

В зварювальних апаратах, оснащених збуджувачами дуги, періодичному контролю й очищуванню підлягають електроди розрядного проміжку. Перевіряють також стан контактів у різних з'єднаннях і електромеханічних реле.

В установках для зварювання на змінному струмі та ємнісному усуненні постійної складової змінного струму перевіряють реле, що шунтує конденсаторну батарею під час збудження дуги. Окиснення або забруднення контактів цього реле порушує збудження дуги, а їх замикання – горіння дуги.

Постійній профілактиці підлягають усі механізми і пристрої автоматів. Слідкують за наявністю мастила в вузлах тертя і своєчасною його заміною.

Необхідно щоденно контролювати стан механізмів поперечного коливання пальника, систем стеження за стиком і стабілізатора довжини дуги, перевіряти легкість їх ходу і відсутність люфтів.

У пристроях подавання присадного дроту необхідно запобігати проковзуванню дроту в подавальних роликах, звертати увагу на надійність кріплення мундштука для введення присадного металу в зварювальну ванну.

Під час зварювання можуть проявлятися несправності, що приводить до нестабільності горіння дуги, глибини проплавлення, швидкості подавання присадного дроту і неправильного його введення в зварювальну ванну; неякісне збудження дуги, неправильне фазування підпалювальних імпульсів, нестійка робота пристрою, що усуває постійну складову змінного зварювального струму.

Перед зварюванням робочий кінець вольфрамового електрода заточують на конус з кутом 60° на вершині. Дуже гостро заточений кінець електрода швидко збіднюється легко іонізувальними домішками і катодна пляма переходить на його бокову поверхню.

Окиснення електрода або його забруднення зварювальним металом сприяють нестабільності провару. Показником окиснення електрода є синій колір його поверхні, а ознакою забруднення – підвищена витрата електрода і чорний наліт на кінці електрода. Забруднення кінця електрода може бути наслідком короткого замикання його під час збудження дуги, недостатнього газового захисту ванни, неправильного вибору режиму зварювання.

Усунення цього недоліку розпочинають із перезаточування електрода і перевіряння газового тракту.

Серед причин нестабільного провару може бути несправність механічної частини пристрою підтримки довжини дуги і системи автоматичного її регулювання, механізму переміщення пальника і його коливання.

Під час експлуатації устаткування може спостерігатись порушення рівномірності швидкості подавання дроту в зону дуги внаслідок проковзування його між подавальними роликками, гальмування від касети до ванни, забруднення і пошкодження форми каналу для подавання дроту, а також у разі несправності подавального приводу. Для усунення цього недоліку необхідно перевірити положення мундштука та надійність його кріплення, якість намотування дроту на касеті (намотування здійснюється рядами) і його вирівнювання.

Незадовільне збудження дуги через зазор зумовлено несправністю газової системи, неправильним вибором і підготовкою вольфрамового електрода. Це може бути наслідком також несправності пальника – порушення ізоляції струмопідвідного кабелю, між електродом і соплом, крім того причиною може бути висока електропровідність охолодної води.

Перевіряти роботу збуджувача дуги рекомендується наступним чином: до гнізда відімкнутого пальника підносять струмопровід, з'єднаний через конденсатор (0,10...0,15 мкФ,

400...500 В) з затискачем "Виріб". Якщо збуджувач працює нормально, іскра утвориться на довжині проміжка більше 1 мм. У разі відсутності іскри причину несправності слід шукати в збуджувачі (наявність живлення, стан розрядника і тиристора), а в разі її наявності – в пальнику або кабелі.

Під час зварювання на змінному струмі незадовільне збудження дуги пов'язане з неправильним фазуванням підпалювального імпульсу з напругою на електроді або незадовільною роботою пристрою, що знижує постійну складову змінного струму дуги. Осцилографуванням напруги на конденсаторі захисного фільтра здійснюється налаштування фази збуджувача.

На якість збудження дуги впливають: діаметр вольфрамового електрода, режим зварювання, витрати захисного газу. Стабільність горіння дуги знижується, якщо регулювання струму здійснюється баластним реостатом. Незадовільна робота стабілізатора або пристрою для переключання з осциляторного на стабілізаторний режим також порушує стабільність збудження дуги. У стабілізатора найбільш поширеним дефектом є порушення фазування імпульсу і зниження його амплітуди. Імпульс повинен з'явитися через 60...200 мкс після зміни полярності. Зниження амплітуди імпульсу пов'язано з несправностями ланцюга заряджання накопичувача стабілізатора. Напруга на ньому перевищує 600 В.

9.3. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з документацією на апарат для аргонно-дугового зварювання.
2. Вивчити будову та порядок роботи установки.
3. Провести зовнішній огляд установки, звернути увагу на стан вольфрамового електрода, наявність заземлення, забезпечення зварювального поста засобами захисту зварника.

4. Перед початком роботи:

а) установити тиск та витрати захисного газу;

б) перевірити наявність газу в зоні пальника;

в) вибрати спадну зовнішню характеристику зварювального випрямляча;

г) вибрати режим зварювання;

д) виконати пробне збудження дуги та наплавити валок довжиною 50...100 мм; провести зовнішній огляд вольфрамового електрода та оцінити якість газового захисту; провести зовнішній огляд наплавленого металу, звернувши увагу на утворені можливі дефекти.

9.4. Зміст звіту

1. Загальні питання щодо зварювання неплавким електродом у середовищі інертних газів.

2. Підготовка установки до роботи.

3. Можливі причини порушення стабільності горіння дуги та способи їх усунення.

4. Методика проведення дослідів, режим пробного зварювання, аналіз отриманих результатів щодо якості захисту та якості наплавленого металу; висновки.

Контрольні питання

1. У чому полягає сутність процесу зварювання неплавким електродом?

2. У чому полягають особливості зварювання неплавким електродом у захисних газах на змінному струмі?

3. У зв'язку з чим утворюється постійна складова змінного зварювального струму?

4. Які захисні гази використовуються під час зварювання неплавким електродом?

5. У зв'язку з чим зварювання неплавким електродом на постійному струмі здійснюється на прямій полярності?

6. У яких випадках зварювання неплавким електродом виконується на змінному струмі і чому?

7. Як підготувати вольфрамовий електрод перед зварюванням?

8. Яку форму статичної зовнішньої характеристики має джерело живлення струму дуги для зварювання вольфрамовим електродом?

9. Яким чином здійснюється безконтактне збудження дуги під час зварювання неплавким електродом?

10. З якою метою використовують осцилятор?

11. Який принцип дії осцилятора?

12. Як підвищується стійкість горіння дуги під час зварювання на змінному струмі вольфрамовим електродом?

13. Яким чином перевіряється якість газового захисту під час зварювання вольфрамовим електродом?

14. Які фактори впливають на порушення стійкості горіння дуги при зварюванні вольфрамовим електродом?

15. У чому полягає та який зміст щоденного обслуговування установки для зварювання неплавким електродом?

16. Які причини приводять до окиснення та забруднення вольфрамового електрода та які способи усунення цього недоліку?

Лабораторна робота № 10

ПІДКЛЮЧЕННЯ, НАЛАГОДЖУВАННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМАТІВ ДЛЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ

Мета роботи: вивчити принципи налагоджування і технічного обслуговування автоматів для дугового зварювання.

10.1. Загальні відомості

Автоматичне зварювання передбачає механізацію процесів збудження і підтримування зварювальної дуги, подачі електрода в зону плавлення і переміщення дуги вздовж зварюваних кромок з визначеною швидкістю, завершення процесу заварювання, заварювання кратера в кінці шва. Зварювальні автомати можуть бути універсальними загального призначення і спеціалізовані.

Класифікація автоматів здійснюється за наступними показниками: за способом переміщення вздовж стика – самохідні і несамохідні; за видами електрода – для зварювання плавким або неплавким електродом; за способом захисту дуги – під флюсом, по флюсу, в середовищі захисних газів, без захисту; за способом регулювання швидкості подавання електродно-

го дроту – з плавним, ступінчастим і плавно-ступінчастим регулюванням; за способом підтримування напруги на дузі – з саморегулюванням або примусовим підтриманням напруги на дузі; за способом формування металу шва – з вільним або примусовим формуванням; за числом дуг з роздільним живленням струмом – одно-, дво- і багатодугові; за числом електродів із загальним живленням струмом – одно-, двох- і багатоелектродні; за технологічним призначенням – для зварювання, для наплавлення.

Конструктивно зварювальні автомати складаються із наступних вузлів і елементів: механізмів подавання електродного дроту і переміщення дуги вздовж кромок, настроювальних, допоміжних корегувальних переміщень; струмопідвідних мундштуків; правильних механізмів; касет для електродного дроту; флюсової апаратури або газопідвідних пристроїв; систем керування і засобів безпеки.

Подавальні ролики приводяться в дію електродвигуном через редуктор і забезпечують стабільне подавання дроту без значної деформації його поверхні. Найбільш розповсюджені циліндричні ролики з насіченою поверхнею, з гладкою канавкою, з канавкою і насічкою, погумовані, шестерінчасті з канавкою.

Переміщення самохідних автоматів зі швидкістю зварювання вздовж з'єднання і переміщення у вихідне положення з маршовою швидкістю здійснюється роздільними електродвигунами. Самохідні візки слугують корпусом автомата, мають колісний хід. У зварювальних автоматах використовується окремий двигун з плавним регулюванням швидкості переміщення візка і двигун подавання дроту (у дводвигунових тракторах). В однодвигунових тракторах швидкість його переміщення і подавання електродного дроту регулюється ступінчасто.

Струмопровідні мундштуки направляють електрод в зону зварювання і підводять до нього струм. Конструктивно мундштуки бувають трубчастими, роликowymi або колодковими. Правильні механізми – це система вільно обертових роликів, розташованих таким чином, щоб зворотним згинанням компенсувати кривизну електродного дроту в процесі його подавання з касети в зону зварювання.

Флюсове устаткування слугує для подавання флюсу в зону зварювання, а також для збирання нерозплавленого флюсу і використання його для повторного зварювання.

В комплект газоподавальних пристроїв автоматів для зварювання в середовищі захисних газів входять такі ж складові, що і для механізованого зварювання в середовищі захисних газів плавким електродом.

Пальник для автоматичного зварювання плавким електродом у середовищі захисних газів підводить струм до електродного дроту, забезпечує ефективний газовий захист зони зварювання, мінімальне налипання бризок металу на внутрішню поверхню сопла.

Для надійного захисту на початку шва газова апаратура забезпечує завчасне подавання захисного газу до моменту збудження дуги і затримку його виключання після припинення горіння дуги для захисту кінцевої частини шва від впливу газів повітря.

Система управління зварювальними автоматами забезпечує переміщення електродного дроту (вверх, вниз) і самого автомата (вперед, назад), початок і завершення зварювання за допомогою кнопок і вимикачів, заварювання кратера, вмикання і виключення газової апаратури, підтримування в запланованих межах величину зварювального струму, напругу на дузі, швидкість зварювання, швидкість подавання електродного дроту.

Основні елементи систем керування автоматами знаходяться в шафах керування. В них розташовуються силовий контактор, проміжні реле, засоби захисту силової мережі. Управління автоматами і контроль параметрів режиму зварювання здійснюється з пульту управління, розташованого на їх корпусі.

10.2. Налаштовування й експлуатація зварювальних автоматів

Підведення зварювальних автоматів до місця зварювання виконується вручну, спеціальними механізмами з візуальним контролем. У разі значних відстаней для переміщення використовуються маршові швидкості. Для спрямування автомата вздовж з'єднання використовуються спеціальні напрямні (пересувні або стаціонарні рейки).

Під час зварювання під флюсом дугу збуджують з попереднім замиканням електрода на деталь ручним управлінням подавального механізму електродного дроту. В зону зварювання подається флюс після замикання електрода на деталь. При зварюванні тонким електродним дротом поспідовно виконується подавання зварювальної напруги на мундштук, вмикання електродвигуна механізму подавання дроту на задану частоту обертання або на понижену частоту обертання з наступним перемиканням на задану частоту обертання після збудження дуги.

При зварюванні товстим електродним дротом після подавання напруги на мундштук електродвигун механізму подавання електрода або виконує відривання електрода від виробу і після збудження дуги подає електрод у зону зварювання, або не вмикається до того часу, поки розплавиться кінець електродного дроту або легкоплавка вставка (стальна стружка) в зоні контакту з виробом і збудиться дуга. Після

збудження дуги за сигналом реле зварювального струму вмикається електродвигун подавального механізму й електродний дріт починає подаватися в зону зварювання.

Вибраний режим зварювання контролюється приладами на пульті управління.

Заварювання кратера виконується після надходження відповідної команди від оператора, кінцевого вимикача або програмного пристрою. Для заварювання кратера можуть виконуватися наступні дії: зниження швидкості зварювання за заданою програмою, зупинка або реверс напряму зварювання; зниження швидкості подавання електродного дроту за заданою програмою або припинення подавання електрода; зменшення напруги на дузі за заданою програмою, разом з програмованим зменшенням швидкості подавання електродного дроту. Завдяки цим діям забезпечується заповнення кратера наплавленим металом.

Після заварювання кратера зварювання закінчується. Якщо заварювання кратера забезпечується припиненням подавання електродного дроту і його розплавленням до природного розчеплювання дуги, то сигналом на закінчення зварювання є припинення проходження зварювального струму. Після закінчення зварювання виконуються наступні дії: вмикається джерело зварювального струму і припиняється подавання зварювального дроту та рух автомата; припиняється подача флюсу. Після цього автомат переміщується у вихідне положення для виконання наступного шва.

При автоматичному зварюванні в середовищі захисних газів після натискання кнопки "Пуск. Зварювання" або після сигналу від автоматичної системи управління циклом зварювання виконуються дії в наступній послідовності: подається захисний газ, через деякий час затримки достатній для витискання газів повітря із зони зварювання, включається зва-

ривальний струм і електродвигун подавального механізму зварювального дроту.

Під час автоматичного зварювання в середовищі захисних газів електродним дротом діаметром 0,6...2,0 мм дугу збуджують при швидкості подавання дроту, вибраній для даного режиму зварювання.

При використанні дроту діаметром 1,6...2,5 мм дугу збуджують на невеликій швидкості подавання дроту (в 2...3 рази меншій, ніж при зварюванні). Після збудження дуги електродвигун подавання електродного дроту переключається на частоту обертання, що відповідає швидкості подавання електроду у відповідності до вибраного режиму.

Після команди на закінчення зварювання і заповнення кратера наплавленим металом виконуються дії в наступній послідовності: вимикається джерело живлення зварювальної дуги, припиняється подавання електродного дроту і переміщення автомата. Подавання захисного газу припиняється з деякою затримкою після згасання дуги, щоб забезпечити захист кінцевої частини шва під час її охолодження від дії газів повітря.

10.3. Технічне обслуговування зварювальних автоматів

Головними профілактичними заходами щодо підтримання устаткування в належному стані є правильне його обслуговування. Обслуговування полягає в щоденному перевірянні, огляді устаткування з метою визначення його стану і своєчасному ремонті.

Під час щоденного обслуговування перед початком роботи необхідно:

а) перевірити стан ізоляції струмопроводів, наявність заземлення;

б) перевірити стан електричних контактів у місцях підключення струмопроводів зварювального ланцюга; у разі необхідності розібрати, зачистити і надійно затиснути контакти;

в) перевірити стан мундштуків; у разі зношування контактних роликів або наконечників з одного боку їх слід повернути на деякий кут для відновлення хорошого контакту і закріпити у новому положенні; якщо їх зношування значне – замінити;

г) перевірити стан насічки або канавки подавального і притискного роликів; у разі проковзування електрода їх слід замінити на нові;

д) перевірити стан контактів силового контактора, проміжних реле й електричних з'єднань; у разі підгоряння контактів їх слід зачистити або замінити;

е) перевірити роботу кнопок пульта управління шляхом пробного пуску і зупинки устаткування на холостому ході;

є) перевірити наявність мастила в редукторах головки і ходового механізму і в разі необхідності додати його.

Під час роботи з пневматичним флюсоапаратами необхідно постійно слідкувати за роботою ежектора, з'єднувальних трубопроводів.

Періодичне обслуговування виконується за графіком і полягає в частковому або повному розбиранні устаткування, очищенні, замінюванні зношених деталей, вузлів, електричних складових з метою відновлення точності, продуктивності, потужності автоматів.

Запорукою подовження строку роботи устаткування є систематичний нагляд за ним і своєчасне усування виявлених відмовлень.

10.4. Відмовлення у роботі зварювальних автоматів і способи їх усунення

Відмовлення 1	Причини утворення 2	Способи усунення 3
При натисканні на кнопку "Пуск" дуга не збуджується	Не подається електродний дріт	Перевірити ланцюг живлення двигуна подавального механізму та усунути несправність
	Відсутній контакт між електродом та деталлю	Зачистити деталь і кінець електродного дроту, надійно з'єднати електрод з виробом
	Розрив ланцюга управління	Перевірити катушку контактора. Усунути несправність в контактах кнопки "Пуск" і допоміжних реле
При натисканні на кнопку "Пуск" контактор не працює	Несправний допоміжний трансформатор	Усунути несправність допоміжного трансформатора
Часті короткі замикання електрода на виріб	Різкі коливання напруги мережі живлення	Збільшити зварювальний струм
	Надто коротка дуга	Зменшити швидкість подавання струму
	Значне підвищення напруги мережі живлення	Зменшити зварювальний струм
Часте припинення горіння дуги	Надвелика довжина дуги	Збільшити швидкість подавання електродного дроту
Сопло зварювальної горілки знаходиться під напругою	Попадання бризок металу між соплом і наконечником	Очистити сопло від бризок металу, замінити сопло
	Підвищена напруга на дузі	Зменшити напругу на дузі
	Підвищена вологість флюсу або газу	Прожарити флюс при температурі 200...250 °С. Установити осушувач газу
Пористість металу шва	Неякісний газовий захист	Перевірити газопротів
	Невідповідність марки електродного дроту зварюваному металу	Перевірити хімічний склад дроту

90 *Продовження таблиці*

1	2	3
Під час зварювання спостерігається нерівномірне подання електродного дроту	Недостатнє зусилля притискання дроту роликком	Відрегулювати зусилля притискання ролика, замінити пружину зварювальної голівки
	Значне зношення привідного ролика	Замінити ролик
	Зайдання електродного дроту в накопиченню зварювальної голівки	Прочистити наконечник, у разі підгоряння замінити його
При натисканні на кнопки "Вверх" або "Вниз" двигун подавального механізму не працює	Порушені контакти або розриви в ланцюзі живлення двигуна подавального механізму	Перевірити ланцюг живлення двигуна подавального механізму
Періодично припиняється подавання флюсу	Флюсова система забита залишками шлаку	Вилучити із флюсопроводу залишки шлаку
	Недостатній тиск повітря в системі пневматичного подавання флюсу	Провести регулювання тиску стиснутого повітря

10.5. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з документацією на автомат для зварювання під флюсом та вивчити його будову й роботу.
2. Перевірити правильність усіх підключень автомата.
3. Перевірити роботу автомата на холостому ході.
4. Виконати пробне зварювання.

10.6. Зміст звіту

1. Загальні питання щодо устаткування для автоматичного дугового зварювання.
 2. Підготовка до роботи автомата для зварювання під флюсом.
 3. Підготовка до роботи автомата для зварювання в середовищі захисних газів.
 4. Технічне обслуговування зварювальних автоматів.
 5. Можливі відмовлення в роботі зварювальних автоматів, їх ознаки, способи усунення.
 6. Методика та результати проведених досліджень.
- Висновки.

Контрольні питання

1. Назвіть складові автомата для зварювання під флюсом.
2. Назвіть складові автомата для зварювання в середовищі захисних газів плавким електродом.
3. Який принцип збудження дуги під час автоматичного зварювання під флюсом електродним дротом малого діаметра?
4. Який принцип збудження дуги при автоматичному зварюванні під флюсом товстим електродним дротом?
5. Як збуджується дуга при автоматичному зварюванні в середовищі захисних газів дротом діаметром 0,6...2 мм і 1,6...2,5 мм?

6. Яким чином здійснюється заварювання кратера в кінці шва?

7. Яким чином завершується процес автоматичного зварювання в середовищі захисних газів?

8. Внаслідок чого в зварному шві можуть утворитися пори?

9. У чому полягає принцип саморегулювання напруги на дузі?

10. У чому полягає принцип примусового підтримання напруги на дузі?

11. Які основні відмовлення, їх ознаки, причини утворення під час автоматичного дугового зварювання?

Лабораторна робота № 11

ПІДГОТОВКА ДО РОБОТИ, НАЛАГОДЖУВАННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ МАШИН ДЛЯ КОНТАКТНОГО ЗВАРЮВАННЯ

Мета роботи: вивчити принципи підготовки до роботи, налагоджування, технічне обслуговування машин для контактного зварювання.

11.1. Загальні відомості

Контактне зварювання відноситься до термомеханічних способів зварювання. Під час контактного зварювання нагрівання здійснюється внаслідок проходження електричного струму через деталі в місці зварювання. Зварне з'єднання утворюється за рахунок розігрівання зони зварювання і стикування зварюваних поверхонь для забезпечення міжатомних зв'язків.

До контактного зварювання відносяться: стикове, точкове і шовне зварювання та їх різновиди.

При стиковому зварюванні (рис. 11.1) деталі з'єднуються по всій площі дотикання; для забезпечення однакових умов деформації обох заготовок деталі в зоні зварювання повинні мати однакову форму і розміри.

Під час стикового зварювання опором деталі 1 (рис. 11.1, *а*), попередньо ретельно зачищені і припасовані між собою, затискаються в електродах (губках) 2 зварювальної машини зусиллям P_z і стискаються зусиллям осаджування P в осьову напрямку, перпендикулярно поверхні зварювання. Після цього через деталі від зварювального трансформатора пропускають зварювальний струм, який розігріває їх у зоні стику до температури $0,8 \dots 0,9$ температури плавлення. Розігрітий метал під дією зусилля осаджування пластично деформується. Розігрівання і пластична деформація в зоні зварювання сприяють утворенню зварного з'єднання. Стикове зварювання опором використовується для з'єднання деталей порівняно невеликого компактного перерізу.

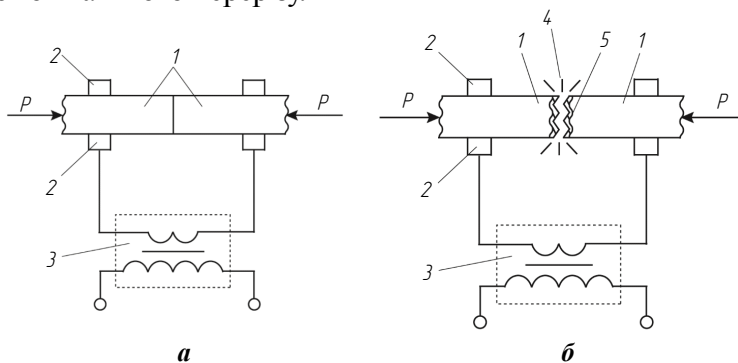


Рисунок 11.1 – Схема стикового зварювання опором (*а*), стикового зварювання оплавленням (*б*)

При стиковому зварюванні оплавленням напруга вмикається до початку дотикання деталей рис. 11.1, *б*. Після цього деталі приводяться в легке дотикання. Через утворені точки дотикання проходить великий струм, метал у цих точках миттєво розплавляється і частково викидається із зазору, утворюється заглибина з розплавленим металом на поверхні.

Під час подальшого зближення в контакт вступають наступні точки і оплавляються. Іде процес оплавлення. Його ведуть до тих пір, поки деталі прогріються на достатню глибину від торця і самі торцеві поверхні будуть покриті шаром рідкого металу. Після цього розпочинається процес осаджування, під час якого прикладається зусилля осаджування P , і після цього зварювальний струм з деякою затримкою вимикається. Рідкий метал видавлюється із стика. Метал, що знаходиться під шаром рідкого металу, стискається, пластично деформується. Розігрівання і пластична деформація сприяють утворенню зварного з'єднання.

Різновидом стикового зварювання оплавленням є зварювання оплавленням з підігріванням. Попереднє підігрівання здійснюється стисканням деталей і пропусканням струму імпульсами. Після підігрівання розпочинається процес оплавлення й осаджування, як описано вище.

Стикове зварювання оплавленням використовується для з'єднання деталей будь-якої форми та перерізу (стержні, труби, листи і т. п.).

Під час точкового зварювання заготовки 1 стикаються електродами 2 зварювальної машини зусиллям P (рис. 11.2). Через заготовки пропускають імпульс зварювального струму. Метал у контакті між деталями розплавляється, перемішується. Після вимикання струму розплавлений метал кристалізується і утворюється зварна точка 3. Через деякий час після кристалізації точки зусилля P з електродів знімається, вони переставляються на нове місце і процес зварювання повторюється.

Різновидом точкового зварювання є рельєфно-точкове зварювання. На відмінно точкового, зварювання здійснюється через рельєфи (виступи, що утворюються від вдавлювання пуансона в поверхню листа). Завчасно виготовлені рельєфи забезпечують необхідне місце походження зварювального струму, підвищують стійкість електродів.

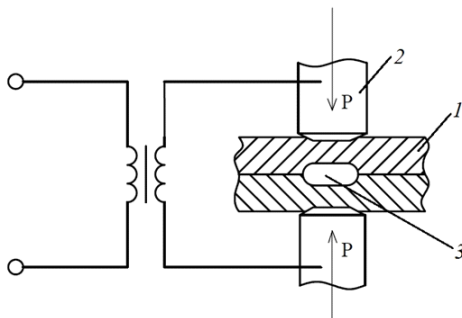


Рисунок 11.2 – Схема точкового зварювання

Під час рельєфного зварювання з'єднання здійснюється на всіх рельєфах одночасно. Рельєфне зварювання виконується також через природні рельєфи: зварювання перетину круглих стержнів; через вставки і т. п.

Шовне зварювання буває переривчасте, крокове, безперервне.

Під час переривчастого шовного зварювання (рис. 11.3) зварювані заготовки 1 затискаються між електродами 2 зварювальної машини

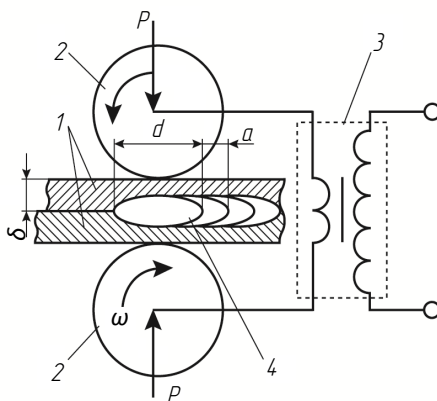


Рисунок 11.3 – Схема шовного зварювання

Одночасно з початком обертання електродів від трансформатора 3 через заготовки пропускають зварювальний струм імпульсами. При проходженні одного імпульсу зварювального струму утворюється зварна точка 4. Швидкість зварювання, тривалість імпульсів і пауз між ними вибираються такими, щоб кожна наступна точка перекривала попередню (діаметр точки d_T більший від кроку між точками a).

Під час крокового шовного зварювання, на відміну від переривчастого, під час імпульсу зварювального струму електроди нерухомі. Переміщення їх на крок між точками a здійснюється під час паузи. Таким чином використовують переваги точкового і шовного зварювання.

Безперервне шовне зварювання використовується обмежено. Процес зварювання здійснюється аналогічно переривчастому зварюванню, але зварювальний струм пропускається безперервно.

Машини для контактного зварювання класифікуються за наступними ознаками: за видом виконуваного зварювання – для стикового, точкового, рельєфного, шовного і шовно-стикового зварювання;

за призначенням – універсальні і спеціалізовані;

за способом установки – стаціонарні і пересувні;

за способом живлення – змінним струмом промислової частоти, низькочастотні, випрямленим струмом, енергією розрядження конденсаторів;

за будовою механізму стискання або осаджування – важільні, пружинні, механічні, пневматичні, пневмогідравлічні, гідравлічні.

Загальними вузлами контактних машин є: зварювальний трансформатор з перемикачем ступенів потужності; регулятор циклу зварювання; переривач або контактор; зварювальний контур; механізм стискання (осаджування); система

водяного охолодження; пневматична або гідравлічна апаратура. Ці вузли розташовуються в корпусі або станині.

Зварювальний трансформатор броньового типу складається із магнітопроводу, перевитої секціонованої обмотки й одного вторинного витка (у підвісних точкових машинах вторинна обмотка має 2 витки). Вторинна обмотка має водяне охолодження. Обмотки трансформатора розташовані на середньому стрижні магнітопроводу.

Первинна обмотка виготовляється у вигляді циліндричних або дискових котушок.

В контактних машинах зварювальний струм регулюється зміною вторинної напруги трансформатора шляхом зміни числа витків первинної обмотки (зміни коефіцієнта трансформації зварювального трансформатора). В сучасних машинах регулювання вторинної напруги здійснюється перемикачем штепсельного або барабанного типу. Вони забезпечують вмикання секцій первинної обмотки на послідовну, паралельну або послідовно-паралельну роботу.

Регулятор циклу зварювання забезпечує виконання певної запрограмованої послідовності роботи систем і механізмів, регулює тривалість дії циклів зварювання, за допомогою фазового регулювання плавно регулює нагрівання на кожному ступені регулювання потужності, стабілізує кількість теплоти під час зварювання ($\pm 3\%$) при коливанні напруги мережі живлення $-15\ldots+5\%$.

Сучасні переривачі тиристорного типу слугують для синхронного підключування зварювального трансформатора до силової мережі і його вимикання. Електромагнітні контактори використовуються для вмикання трансформаторів стикових зварювальних машин.

Система водяного охолодження забезпечує охолодження вторинного витка трансформатора, струмопроводів вторинного контура, робочого інструменту (електроди). Може

піддаватися охолодженню проточною водою зона зварювання (шовне зварювання).

11.2. Підключення і підготовка до роботи

Машини встановлюються в пожежно безпечному приміщенні. Місце розташування вибирається з урахуванням можливості вільного доступу до всіх пускових і налагоджуваних пристроїв. Необхідно враховувати особливості зварної конструкції та технологічного процесу її виготовлення. Для встановлення машини не потрібний спеціальний фундамент. Вона може розташовуватись на підлозі і закріплюватись болтами.

До машини необхідно підводити:

- а) два кабелі необхідного перерізу для приєднання до силової мережі;
- б) магістраль стиснутого повітря з тиском $0,63 \pm 0,05$ МПа;
- в) трубопровід охолодної води і каналізації.

Машину необхідно заземлити.

Перед включенням машини необхідно виконати наступні підготовчі операції. Виконати підтягування всіх болтових з'єднань, нанести мастило на поверхні тертя через маслянки (крім струмопідводів до валів обертання шовних машин), заповнити мастилом маслорозподільчі резервуари і корпуси редукторів. Струмопідводи до валів обертання шовних машин змащують через прес-маслянки графіто-касторовим мастилом, до його складу входить 25...30 % лускатого графіту марки А.

При включенні води перевіряють герметичність з'єднань. Одночасно перевіряють надходження води в окремих відгалуженнях. У разі необхідності відгалуження прочищають, продувають стиснутим повітрям.

Пневматичну систему перевіряють при повністю відкритих регулювальних гвинтах редукторів. Перевіряють герметичність

з'єднань, витрати повітря через гумові ущільнення пневматичних циліндрів і клапанів. Аналогічно перевіряють гідросистеми в машинах з гідравлічним приводом.

Перевірку роботи всіх механізмів і систем виконують на холостому ході.

Перед включенням машини в роботу необхідно виміряти опір ізоляції первинної обмотки зварювального трансформатора. Цей опір повинен бути не менше 1 МОм. Необхідно також контролювати величину активного опору вторинного контура. Він порівняно з паспортним значенням не повинен перевищувати на 25 % для машини змінного струму і на 10 % для решти машин. Цей опір суттєво впливає на форму статичних зовнішніх характеристик і на величину зварювального струму.

Настроювання машин для зварювання тиском полягає в підготовці їх до контактного зварювання виробів. В першу чергу вибираються електроди, проводиться їх підготовка, припасовування, відновлюється форма робочої поверхні.

Для точкового і рельєфного контактного зварювання головними визначальними параметрами є: зварювальний струм, тривалість його протікання і зусилля стискання на електродах та тривалість його дії. На режим зварювання також впливають розміри і склад металу електродів, розміри і форма їх контактної поверхні. При зварюванні деталей однакової товщини використовують електроди однакового діаметра. При зварюванні різнорідних металів або деталей різної товщини для симетричного розташування ядра точки використовують верхній і нижній електроди різних діаметрів або із металів з різними тепло- та електропровідністю. Точка зміщується в сторону електрода меншого діаметра або виготовленого із менш теплопровідного металу.

Залежно від форми і розмірів зварюваної конструкції на машинах установлюють мінімальний виліт і розхил елек-

тродів. Це забезпечує мінімальну потужність споживаної електроенергії із мережі.

Перемикачем ступенів вибирають необхідний коефіцієнт трансформації зварювального трансформатора. Коефіцієнт трансформації вибирають за зовнішніми характеристиками таким чином, щоб струм короткого замикання перевищував зварювальний на 15...20 %, та корегують його дослідним шляхом під час зварювання зразків. Залежно від результатів зварювання зразків режим зварювання корегується.

За допомогою регулятора циклу зварювання виставляються тривалість стискання, зварювання, проковування і паузи. Ручку регулятора "нагрівання" ставлять в середнє положення і нею здійснюють остаточне настроювання під час зварювання контрольних зразків.

Настроювання машин для шовного зварювання виконують у тій же послідовності, що і для машин точкового зварювання. Але необхідно додатково визначати швидкість зварювання. За призначеною швидкістю зварювання визначають число обертів ведучого електрода:

$$n = \frac{v_{зв}}{60 \times \pi \times d},$$

де n – число обертів ведучого електрода, об./хв;

$v_{зв}$ – швидкість зварювання, м/год;

d – діаметр ведучого електрода, м.

Регулювання швидкості обертання електрода n здійснюється зміною числа обертів електродвигуна (для машин з електродвигуном постійного струму) або зміною передавального числа від двигуна до вала електрода клинопасковим варіатором.

Крім цього, на регуляторі циклу зварювання вибирають тривалість імпульсу і паузи таким чином, щоб кожна наступна

точка перекривала попередню на 40...60 % для забезпечення герметичності з'єднання. Остаточне регулювання режиму зварювання здійснюється на підставі зварювання дослідних зразків.

Настроювання машин для стикового зварювання розпочинають із регулювання губок з використанням шаблонів або калібрів. Остаточне перевіряння і регулювання губок здійснюється в залежності від зміщення зварюваних деталей або викривлення їх осі. Після цього виставляють на машині наступні параметри: установну довжину, припуски на оплавлення й осаджування, швидкості переміщення рухомої плити машини під час оплавлення й осаджування деталей, зусилля затискання деталей і їх осаджування, напруга холостого ходу зварювального трансформатора.

Для стійкого проходження процесу зварювання необхідно, щоб зварювальний струм під час оплавлення проходив безперервно і змінювався за заданим законом, наприклад, з постійним зростанням. Режим зварювання можна контролювати й аналізувати на підставі осцилограм процесу зварювання.

11.3. Технічне обслуговування

Для забезпечення тривалої працездатності зварювального устаткування і отримання якісних зварних з'єднань необхідно здійснювати технічне обслуговування устаткування і проводити періодичне перевіряння і його ремонт за установленним графіком.

Щоденне технічне обслуговування машин для контактного зварювання передбачає:

- а) перевіряння надійності заземлення;
- б) перевіряння герметичності системи охолодження, пневматичних (гідравлічних) пристроїв і систем;

- в) змащування ковзних контактів шовних машин;
- г) відновлення форми робочої поверхні електродів.

Щотижня перевіряється наявність мастила у вузлах переміщення.

Один раз на місяць виконуються наступні роботи:

а) вимірювання активного опору зварювального контура. Опір не повинен перевищувати паспортних даних на 25 % для однофазних і на 10 % для трифазних машин;

б) зачищення контактних поверхонь струмопроводів від пилу, бруду, підтягування болтових з'єднань;

в) вимірювання зусилля стискання на електродах;

г) перевіряється прогин на осі електрода і порівнюється з паспортним значенням;

д) промивання ковзних контактів шовної машини і нанесення графітового мастила;

е) перевіряння і зачищування контактів допоміжних реле;

є) вимірювання температури охолодної води.

Один раз на 3 місяці виконується вимірювання опору ізоляції первинної обмотки трансформатора.

Один раз на 6 місяців здійснюється регулювання пускової апаратури (педалі, кнопки пускачів і т. п.). Крім зазначених можуть виконуватись спеціальні роботи, передбачені документацією на машину, особливостями експлуатації в залежності від технологічного процесу, умовами експлуатації устаткування.

11.4. Порядок виконання роботи

1. Ознайомитись з документацією на зварювальну машину.
2. Вивчити будову машини та умови її експлуатації.
3. Ознайомитись з системами машини.
4. Провести зовнішній огляд машини;
5. Перевірити роботу машини на холостому ході.

6. Установити режим та виконати пробне зварювання зразків.

7. Провести дослідження процесу нагрівання моделі на машині для точкового зварювання.

11.5. Зміст звіту

1. Загальні питання щодо способів контактного зварювання.
2. Основні складові машин для контактного зварювання.
3. Вибір та регулювання режимів контактного зварювання.
4. Підготовка машини точкового зварювання до роботи;
5. Технічне обслуговування машин контактного зварювання.
6. Методика та аналіз процесу нагрівання на моделі для точкового зварювання; висновки.

Контрольні питання

1. У чому полягає сутність процесу стикового зварювання: опором; безперервним оплавленням; оплавленням з підігріванням?

2. У чому полягає сутність процесу точкового, рельєфного і рельєфно-точкового зварювання?

3. У чому полягає сутність процесу шовного переривчастого, крокового і безперервного зварювання?

4. Назвіть основні складові машин для контактного зварювання.

5. Як регулюється напруга холостого ходу на машинах контактного зварювання?

6. Які функції виконує регулятор циклу зварювання?

7. У чому полягає принцип регулювання нагрівання на точкових і шовних машинах?

8. У чому полягає принцип синхронного вимикання і вмикавання первинної обмотки зварювального трансформатора?

9. Які операції необхідно виконати під час установки контактних машин?

10. Які основні параметри режиму зварювання необхідно установити:

а) при стиковому зварюванні опором, оплавленням, оплавленням з підігріванням;

б) при точковому рельєфному і рельєфно-точковому зварюванні;

в) при шовному переривчастому зварюванні?

11. Як здійснюється підготовка машини до зварювання?

12. Яким чином вибирається струм зварювання на машині точкового зварювання?

13. Яким чином вибирається швидкість шовного зварювання?

14. Які види технічного обслуговування передбачаються для машин контактного зварювання?

15. Як впливає контактний опір між зварюваними деталями на розподіл температури по товщині заготовок?



Лабораторна робота № 12

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТАКТНИХ МАШИН

Мета роботи: вивчити методику визначення технічних характеристик контактних машин: напругу холостого ходу на кожному ступені регулювання; коефіцієнт потужності в режимі короткого замикання; активний опір зварювального контуру; опір машини, приведений до вторинного ланцюга; побудову зовнішніх характеристик машини.

12.1. Загальні відомості

Для отримання зварних з'єднань необхідної якості машина для контактного зварювання настраюється на заданий технологічний режим. Протягом всього терміну експлуатації вона повинна зберігати свої характеристики. Але, з часом, характеристики машини можуть змінюватися і негативно впливати на якість зварних з'єднань. У зв'язку з цим необхідно проводити періодичний контроль характеристик зварювальних машин та визначати їх відповідність паспортним даним. Такий контроль також необхідно виконувати після ремонту машини або її модернізації.

Періодичність виконання контролю технічних характеристик залежить від умов експлуатації машини, технологічного

процесу, інших факторів, але не рідше одного разу на рік, безпосередньо після ремонту або модернізації.

Для визначення електричних характеристик зварювальної машини необхідно виконати:

- а) дослід холостого ходу;
- б) дослід короткого замикання вторинного контуру машини;
- в) дослід для визначення активного опору зварювального контуру машини;
- г) побудувати зовнішні статичні характеристики машини.

Щодо механічних характеристик, виконується вимірювання зусилля стискання між електродами (точкове, шовне зварювання) та осаджування (стикове зварювання) і порівняння з паспортними даними.

Сучасні машини для контактного зварювання оснащені регуляторами циклу зварювання та тиристорними переривачами. Поділki шкали регуляторів циклу зварювання відповідають періоду змінного струму промислової частоти (кожна поділка відповідає тривалості одного періоду і складає 0,02 с). Таким чином є можливість установити з достатньою точністю тривалість зварювальних циклів (точкове і шовне зварювання). Але до складу схем входять складові, характеристики яких поступово змінюються.

На машинах для стикового зварювання немає приладів для визначення тривалості зварювання. Тривалість кожного періоду зварювання можна фіксувати осцилографуванням.

До технологічних параметрів точкового і шовного зварювання також відносяться розміри контактної поверхні електродів. Від цієї площі залежить густина струму і, як наслідок, розміри ядра зварної точки. Визначають розміри контактної

поверхні вимірюванням відбитку електродів на м'якому матеріалі наприклад (свинцева пластина). За відбитком електродів на м'якому матеріалі можна оцінити ступінь рівномірності прилягання електродів.

Активний опір зварювального контуру впливає на форму зовнішньої статичної характеристики машини і на величину зварювального струму. Активний опір зварювального контуру машини складається із опору струмопровідних електродів, електродотримачів, хоботів, гнучких шин, колодок, плит і вторинного витка зварювального трансформатора, а також контактних опорів з'єднань між струмопровідними елементами. В процесі експлуатації контактних машин опір складових вторинного контуру майже не змінюється за винятком опору гнучких шин, опорів з'єднань струмопроводів, струмопровідних шлангів підвісних машин. Гнучкі шини і струмопроводи в шлангах перетираються в процесі експлуатації, зменшується площа їх поперечного перерізу і збільшується їх електричний опір. Електропровідність контактів з'єднань струмопроводів вторинного контуру з часом зменшується внаслідок окиснення, забруднення контактних поверхонь і ослаблення контактів. За технічними умовами активний опір зварювального контуру нової машини або після ремонту не повинен перевищувати для машин стикових – 60 мкОм, точкових – 80 мкОм, шовних – 100 мкОм, точкових підвісних – 1000 мкОм. Опір одного з'єднувального контакту нерухомого складає 2 мкОм, ковзного – 20 мкОм.

При перевірці водного охолодження вимірюють витрати води за 1 годину в кожній гілці системи і загальні витрати води на охолодження всієї машини при повністю відкритих кранах. Необхідно також фіксувати тиск води в мережі.

12.2. Експериментальне визначення технічних характеристик контактних машин

Методика визначення технічних характеристик однакова для всіх контактних машин. Експериментальне визначення параметрів контактних машин доцільно виконувати з використанням електричної схеми заміщення приведеної до вторинного ланцюга (рис. 12.1).

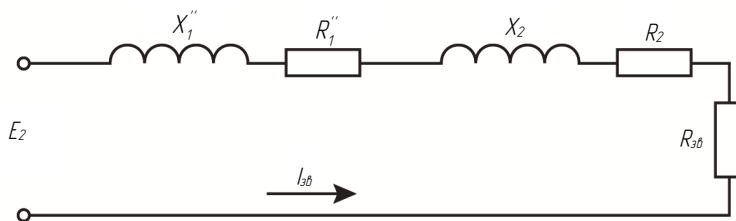


Рисунок 12.1 – Схема контактної машини, приведеної до вторинного ланцюга:

X_2 і R_2 – індуктивний і активний опір вторинного ланцюга машини; X_1'' і R_1'' – індуктивний і активний опір первинного ланцюга, приведенного до вторинного ланцюга; R_{zd} – активний опір зварюваних деталей; I_{zv} – зварювальний струм; E_2 – напруга холостого ходу зварювального трансформатора

Опір, виміряний з первинної сторони машини, зменшується зі збільшенням ступеня регулювання. Значення опору, приведенного до вторинного ланцюга, залишається майже постійним для всіх ступенів регулювання. У зв'язку з цим опір машини, приведений до вторинного ланцюга, можна прийняти як параметр зварювальної машини.

Активний опір витків первинної обмотки трансформатора змінюється приблизно пропорційно числу витків цієї обмотки. Індуктивний опір трансформатора для різних ступенів регулювання можна вважати пропорційним квадрату

відношення витків на цих обмотках, якщо знехтувати деякою зміною магнітного опору потоків розсіювання.

Наприклад, під час перемикавання трансформатора зі ступеню з коефіцієнтом трансформації K_m на інший ступінь з коефіцієнтом трансформації K_n , співвідношення витків цих ступенів буде K_m/K_n . Якщо опір індуктивний трансформатора на m -ступені складає X , тоді на n -ступені індуктивний опір буде $X_1/(K_m/K_n)^2$. Приведення цих опорів до вторинного ланцюга визначається:

на m -ступені

$$X_m'' = \frac{X_1}{K_m^2};$$

на n -ступені

$$X_n'' = \frac{X_1}{(K_m/K_n)^2 \times K_n^2} = \frac{X_1}{K_m^2},$$

де X_1 – індуктивний опір первинного кола.

Таким чином, $X_1'' = X_2'' = \dots = X_m'' = \dots = X_n''$.

Електромагнітна сила вторинного ланцюга змінюється обернено пропорційно числу витків первинної обмотки за умови незмінності первинної напруги. Незначним відхиленням напруги в первинному ланцюзі від зміни струму холостого ходу при переході від одного до іншого ступеня регулювання можна знехтувати.

Струм первинного ланцюга в режимі короткого замикання машини практично змінюється прямо пропорційно квадрату відношення коефіцієнтів трансформації.

На підставі незмінності значень опору машини, приведенного до вторинного ланцюга, можна дійти висновку, що для отримання характеристик зварювальної машини достатньо провести дослід холостого ходу на всіх ступенях регу-

лювання машини за номінальної первинної напруги і дослід короткого замикання на одному із ступенів.

а) Дослід холостого ходу виконується за схемою рис. 12.2.

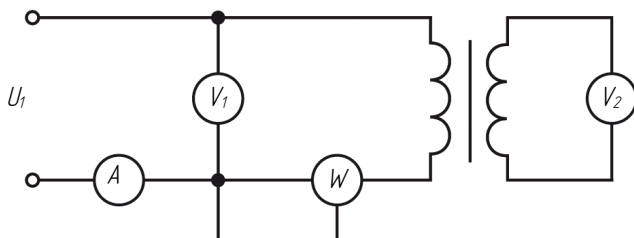


Рисунок 12.2 – Схема дослід холостого ходу

Під час цього дослід у первинному ланцюзі вимірюється струм, напруга та активна потужність, що споживається машиною на холостому ході (вторинний ланцюг розімкнутий). Крім того, вимірюється вторинна напруга машини. Отримані дані заносять у таблицю 1.

Таблиця 1. Результати дослід холостого ходу

Параметр	Ступені регулювання			
	1	2	...	n
U_1 , В				
U_{02} , В				
I_{01} , А				
P_0 , Вт				
k				

На підставі отриманих даних у режимі холостого ходу визначаються:

коефіцієнт трансформації на кожному ступені регулювання

$$K_i = \frac{U_1}{U_{02}};$$

повний опір машини

$$Z_0 = \frac{U_1}{I_{01}};$$

активний опір машини

$$R_0 = \frac{P_0}{I_{01}^2};$$

індуктивний опір машини

$$X_0 = \sqrt{Z_0^2 - R_0^2}.$$

б) Дослід короткого замикання вторинного контуру машини виконується за схемою рис. 12.3.

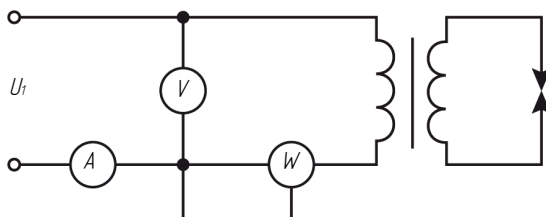


Рисунок 12.3 – Схема дослід короткого замикання вторинного контуру зварювальної машини

Дослід короткого замикання контактних машин відрізняється від дослід звичайного короткого замикання трансформатора тим, що вторинна напруга трансформатора має напругу, близьку до номінальної. Для здійснення короткого замикання точкової машини між її електродами затискається мідна пластина, а для стикової машини – замість деталей затискається мідний брусок (стрижень). Зусилля затискання мідної пластини або бруска вибирається максимальним.

Під час дослідів вимірюються наступні величини:

U_{1k} – первинна напруга, що підводиться до машини під час короткого замикання, В;

I_{1k} – струм у первинному ланцюзі, А;

P_k – активна потужність, що споживається машиною під час короткого замикання, Вт.

Отримані дані слугують для розрахунків для кожного ступеня коефіцієнта потужності машини в режимі короткого замикання $\cos \varphi_{ki}$. Опір машини, приведений до первинного ланцюга:

$$\cos \varphi_{ki} = \frac{P_{ki}}{U_{1k} \times I_{1k}};$$

$$Z_{mi} = \frac{U_{1i}}{I_{1i}};$$

$$R_{mi} = Z_{mi} \times \cos \varphi_{ki};$$

$$X = \sqrt{Z_{mi}^2 - R_{mi}^2}.$$

Потім розраховують опір, приведений до вторинного ланцюга:

$$Z_m'' = \frac{Z_m}{K_i^2};$$

$$R_m'' = \frac{R_m}{K_i^2};$$

$$Z_m' = \frac{Z_m}{K_i^2}.$$

Опір, приведений до вторинного ланцюга, незмінний для кожного ступеня регулювання.

Результати розрахунків дослідіу короткого замикання вторинного контуру машини записуються до таблиці 2.

Таблиця 2. Результати дослідіу короткого замикання вторинного контуру машини

Параметри	Ступінь регулювання				
	1	2	3	...	n
$U_{1k}, \text{В}$					
$I_{1k}, \text{А}$					
$P_k, \text{Вт}$					
$I_{2k} = I_{1k} \times k, \text{А}$					
$\cos \mu_k = \frac{P_k}{I_{ik} \times U_1}$					
$Z_m = \frac{U_1}{I_{ik}}$					
$R_m = Z_m \times \cos \varphi_k, \text{Ом}$					
$X_m = \sqrt{Z_m^2 - R_m^2}$					
$Z_m'' = \frac{Z_m}{K_i^2}$					
$R_m'' = \frac{R_m}{K_i^2}$					
$X_m'' = \frac{X_m}{K_i^2}$					

12.3. Розрахунок зовнішніх характеристик машини контактного зварювання

Зовнішні характеристики зварювальної машини – це залежність напруги на зварюваних деталях $U_{зв}$ від зварювального струму $I_{зв}$ на кожному ступені регулювання. Складність експериментального методу побудови зовнішніх характеристик полягає в тому, що вторинний струм навантаження контактних машин занадто великий при порівняно невеликому значенні напруги. Тому трудомісткі експериментальні дослідження можуть бути замінені розрахунками.

Для виконання розрахункового методу побудови зовнішньої характеристики використовують схему зварювальної машини, приведеної до вторинного ланцюга (рис. 12.1).

Для побудови зовнішніх характеристик $U_{2зв} = f(I_{зв})$ для кожного ступеня регулювання необхідно задаватись рядом значень опорів навантаження $R_{зв}$, визначити повний опір машини, приведений до вторинного ланцюга $Z''_{мзв}$ за формулою

$$Z''_{мзв} = \sqrt{(X''_m)^2 + (R_{зв} + R''_m)^2};$$

і струм навантаження $I_{зв}$

$$I_{зв} = \frac{E_2}{Z''_{мзв}};$$

де E_2 – напруга на вході схеми заміщення, В.

Зважаючи, що величина спаду напруги $\Delta U_{зв}$ на зварювальному трансформаторі незначна (не більше 5 % E_2), тому приблизна вторинна напруга холостого ходу $U_{02} = E_2$ трансформатора.

Після визначення ряду значень $I_{зв}$ для кожного ступеня регулювання необхідно визначити напругу на електродах під час зварювання за формулою

$$U_{2зв} = I_{зв} \times R_{зв}.$$

На підставі отриманих даних необхідно побудувати зовнішні характеристики машини в координатах $U_{2зв} = f(I_{зв})$.

12.4. Визначення активного опору вторинного контуру

Визначення активного опору вторинного контуру пов'язане з деякими труднощами (великий поперечний переріз мідних струмопроводів і дуже мале значення опору). Із відомих методів вимірювання малого значення опору опір вторинного контуру рекомендується виконувати за способом амперметра і вольтметра (рис. 12.4). Для виключення впливу поверхневого ефекту та індуктивного опору через вторинний контур необхідно пропускати постійний струм. З цієї метою використовується зварювальний випрямляч, який підключається до вторинного контуру машини.

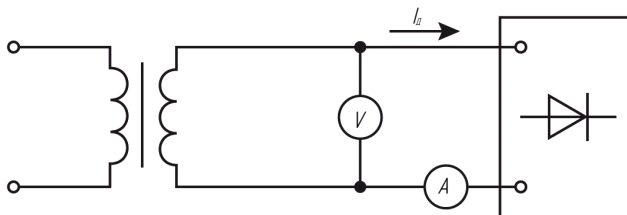


Рисунок 12.4 – Схема дослідів для визначення активного опору вторинного контуру машини

Для підвищення точності вимірювання слід виконувати дослід при силі струму $I_d = 100 \dots 200$ А. Вимірюється напруга

U на електродах (зажимах) зварювальної машини. Кількість дослідів повинна бути не менше 5, при різних значеннях струму. Дані дослідів записують в табл. 3.

На підставі отриманих даних розраховується активний опір вторинного контуру за формулами:

$$R_{\text{кон}} = \frac{U}{I_{\text{д}}}; \quad R_{\text{кон}} = \frac{1}{n} \sum_{n=1}^n \frac{U}{I_{\text{д}}},$$

де n – кількість проведених дослідів.

Необхідно провести аналіз отриманих розрахункових значень, порівняти із паспортними показниками і зробити висновки.

Таблиця 3. Результати дослідів з визначенням активного опору вторинного контуру машини

Показники	Номери вимірювань				
U , В	1	2	3	4	5
$I_{\text{д}}$, А					
$R_{\text{кон}}$, Ом					

12.5. Визначення зусилля стискання

Визначення зусилля стискання чи осаджування залежить від його системи. При пневматичній або гідравлічній системах визначається зміна зусилля зразковими динамометрами в залежності від зміни тиску робочої речовини (стиснутого повітря або мастила). На підставі отриманих даних будується графік залежності зусилля стискання чи осаджування від тиску робочої речовини.

12.6. Порядок виконання роботи

Ознайомитись з документацією на контактну машину, її роботою та контрольно-вимірювальними приладами.

Після цього:

- а) скласти схему досліду холостого ходу машини і під наглядом викладача виконати дослід;
- б) скласти схему досліду короткого замикання вторинного контуру машини і під наглядом викладача виконати дослід;
- в) скласти схему досліду з визначення активного опору вторинного контуру машини і під наглядом викладача виконати дослід.

12.7. Зміст звіту

- 1. Загальні відомості щодо контролю технічних характеристик контактних машин.
- 2. Методика проведення досліду холостого ходу зварювальної машини, результати проведення досліджень та їх аналіз.
- 3. Методика проведення досліду короткого замикання вторинного контуру зварювальної машини, результати досліджень та їх аналіз.
- 4. Розрахунок та побудова зовнішніх характеристик зварювальної машини для кожного ступеня регулювання.
- 5. Методика дослідження активного опору вторинного контуру, результати дослідження та їх аналіз.
- 6. Висновки.

Контрольні питання

- 1. Які основні технічні характеристики контактних машин підлягають контролю?
- 2. З якою метою здійснюється дослід холостого ходу контактної машини?
- 3. У чому полягає дослід холостого ходу контактної машини?
- 4. З якою метою здійснюється дослід короткого замикання вторинного контуру машини?

5. У чому полягає дослід короткого замикання вторинного контуру машини?

6. Які механічні характеристики машин піддаються періодичному контролю?

7. Яка одиниця використовується для вимірювання тривалості зварювання на точкових (шовних) машинах?

8. На які показники зварювання впливає активний опір вторинного контуру?

9. Як перевіряється система охолодження зварювальної машини?

10. З якою метою використовується схема контактної машини, приведеної до вторинного ланцюга?

11. Як змінюється активний опір первинної обмотки зі зміною кількості її витків?

12. Як змінюється індуктивний опір трансформатора при зміні кількості витків первинної обмотки?

13. Як змінюється індуктивний опір, приведений до вторинного ланцюга, зі зміною кількості витків первинної обмотки?

14. У чому полягає дослід з визначення активного опору вторинного контуру та методика його виконання?



Лабораторна робота № 13

ОРГАНІЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

13.1. Вибір параметрів і налаштування режимів зварювання

Режим зварювання (сукупність основних регульованих характеристик, зварювального процесу) забезпечує одержання зварних швів заданих розмірів, форми і якості. Наприклад, при ручному дуговому зварюванні це діаметр електрода, сила зварювального струму, напруга на дузі, площа поперечного перерізу шва, виконаного за один прохід дуги, число проходів, рід струму, полярність тощо.

Визначення режиму зварювання звичайно починають з вибору діаметра електрода, він призначається у залежності від товщини зварюваних заготовок при зварюванні швів стикових з'єднань і від катета шва при зварюванні швів кутових і таврових з'єднань.

Товщина деталей, мм (стикове з'єднання)	1,5...2	3	4...8	9...12	13...15
Діаметр електрода, мм	1,6...2	3	4	4...5	5
Катет шва кутових і таврових з'єднань, мм	3	4...5		5	6...9
Діаметр електрода, мм	3	4		4...5	5

При зварюванні багатопрохідних швів стикових з'єднань перший прохід необхідно виконувати електродами діаметром не більше 5 мм, найчастіше діаметром 4 мм тому, що застосування електродів великого діаметра не дає можливості проникнути в глибину розробки крайок і забезпечити належну глибину проплавлення кореня шва.

При зварюванні кутових і таврових з'єднань за один прохід виконують шви катетом не більше 8...9 мм. При необхідності виконання шва з великим катетом для уникнення утворення напливів і підрізів застосовується зварювання за два проходи і більше.

Сила зварювального струму при ручному дуговому зварюванні може бути визначена в залежності від діаметра електрода і допустимої густини струму:

$$I_{зв} = \frac{\pi \times d_e^2}{4} \times j,$$

де d_e – діаметр електрода (стрижня), мм; j – густина струму, А/мм².

Значення допустимої густини струму j в електроді при ручному зварюванні вибирається в залежності від виду покриття і діаметра електрода, А/мм²:

Вид покриття	Діаметр електрода, мм			
	3	4	5	6
Рутилове	14...20	11,5...16	10...13,5	9,5...12,5
Фтористо-кальційове	13...18	10...14,5	9...12,5	8,5...12

При наближених розрахунках сила зварювального струму може бути також визначена по одній з наступних емпіричних формул:

$$I_{зв} = k \times d_e;$$

$$I_{зв} = k_1 + d_e;$$

$$I_{зв} = d_e \times (k_2 + \alpha \times d_e),$$

де $k_1 = 20 \dots 25$; $k_2 = 20$; $\alpha = 6$ – емпіричні коефіцієнти, визначені дослідним шляхом.

Найбільше зручно при визначенні сили зварювального струму користуватися першою формулою. Значення k вибирають у залежності від діаметра електрода (див. таблицю).

Діаметр електрода, мм	2	3	4	5	6
k	25...30	30...45	35...50	40...50	45...60

Якщо товщина металу менше $1,5 d_e$, то силу струму дуги зменшують на 10...15 % у порівнянні з розрахунковим. При товщині металу більше $3 d_e$ силу струму збільшують на таку ж величину. При зварюванні на вертикальній площині сила зварювального струму повинна бути зменшена на 10...15 %, а в стельовому положенні на 15...20 % у порівнянні із силою струму для зварювання нижніх швів.

Тип і марка вибраного електрода обумовлюється хімічним складом, фізико-механічними властивостями зварюваного матеріалу, а також призначенням і ступенем відповідальності зварної конструкції.

Швидкість зварювання, напруга на дузі і нахил електрода підбираються зварником самостійно на підставі умов забезпечення визначеної якості і розмірів (глибини проплавлення, опуклості та ширини) шва.

У додатку наведені режими ручного дугового зварювання штучними електродами різних марок стикових, кутових, таврових та інших зварних з'єднань.

Режим ручного дугового зварювання неплавким електродом у середовищі інертних газів вибирається також з ура-

хуванням товщини зварюваного металу і діаметра вольфрамового електрода.

Залежність сили зварювального струму від діаметра вольфрамового електрода наведені у таблиці.

Діаметр електрода, мм	1	2	3	4	5	6
Сила струму, А						
змінного в аргоні	10...75	40...90	90...150	150...220	220...300	300...400
теж у гелії	10...40	30...60	60...120	100...180	150...200	200...300
постійного в аргоні	20...65	65...200	200...300	300...400	350...400	300...480
теж у гелії	10...50	50...150	150...200	200...300	300...350	300...400

Примітка: для зварювання на змінному струмі застосовують електродні прутики з чистого вольфраму; на постійному струмі – з вольфраму з добавками окиснів лантану, ітрію або торію.

У додатку наведені орієнтовні режими ручного аргонно-дугового зварювання деяких металів. Хімічний склад присадного дроту в наведених даних відповідає складові основного металу.

До основних технологічних параметрів механізованих способів зварювання відносяться: сила зварювального струму, його полярність, діаметр і хімічний склад електродного дроту, напруга на дузі, швидкість зварювання, марка флюсу або використовуваний захисний газ.

Зміною величини перерахованих параметрів є можливість отримати шов необхідної форми і розмірів.

Силу зварювального струму визначають за умови забезпечення заданої глибини проплавлення основного металу або за об'ємом наплавленого металу. Більшість автоматів і апаратів для механізованого зварювання плавленням в захисних

газах та зварювання під флюсом електродами діаметром до 3 мм мають постійну швидкість подачі електродного дроту. Завдяки саморегулюванню дуги сила зварювального струму в них забезпечується зміною швидкості подачі електродного дроту.

Напругу на дузі і швидкість зварювання вибирають для прийнятих діаметра дроту і сили зварювального струму з урахуванням вимог, що ставляться для забезпечення необхідної форми і розмірів шва.

Рід струму та його полярність визначається фізичними і технологічними особливостями способу зварювання. Так, механізоване зварювання електродом у середовищі захисних газів, самозахисними дротами або під шаром флюсу, до складу якого входить велика кількість сполук фтору, вимагає застосування постійного струму зворотної полярності; аргонодугове зварювання неплавким електродом – постійного струму прямої полярності.

Вибір флюсу визначається в залежності від виду зварюваного металу (див. таблицю).

Флюс	Метал, що зварюється
АН-348А	Зварювання вуглецевих і низьколегованих сталей
ОСЦ-45	Теж
АН-10	Зварювання низьколегованих і середньолегованих сталей
АН-22	Теж
АН-14	Зварювання високоміцних середньолегованих сталей
АН-15	Теж
АН-60	Багатодугове швидкісне зварювання низьколегованих сталей
АН-20	Зварювання міді та її сплавів
АН-26	Зварювання високолегованих сталей
АНФ-5	Теж

Вибір захисного газу для зварювання залежить від хімічного складу зварюваного металу й особливостей зварної конструкції (див. таблицю).

Захисний газ	Призначення
Аргон	Зварювання тонколистових з'єднань із високолегованих нержавіючих і жароміцних сталей, алюмінію, міді, титану та їх сплавів
Гелій	Заміна аргону для піддування (при зварюванні в аргоні) активних і рідких металів. Добавки до аргону для зварювання міді, алюмінію, титану та їх сплавів
Азот	Зварювання міді та мідних сплавів
Вуглекислий газ	Зварювання вуглецевих, низьколегованих і високолегованих нержавіючих сталей. Зварювання в суміші газів

Використовують апарати з постійною швидкістю подачі електрода при зварюванні дротами діаметром 1...3 мм.

Зварювання і особливо наплавлення дротом великого діаметра доцільно проводити на апаратах з примусовим підтримуванням напруги на дузі. Тобто, з примусовою зміною швидкості подачі електрода. Сила зварювального струму в таких апаратах регулюється джерелом живлення дуги.

Діаметр електродного дроту (d_e) для механізованого зварювання орієнтовно визначають за формулою $d_e = 1,13\sqrt{I_{зв} / j}$, де $I_{зв}$ – сила зварювального струму, А; j – допустима густина струму, А/мм².

Наприклад, для автоматичного зварювання стикових швів без розробки крайок діаметр дроту знаходиться в наступній залежності від допустимої густини струму (див. таблицю).

d_e , мм	2	3	4	5	6
J , А/мм ²	65...200	45...90	35...60	30...50	25...45

Діаметр присадного дроту ($d_{\text{п}}$) при автоматичному зварюванні неплавким електродом у захисному газі вибирають у залежності від потужності дуги або діаметра вольфрамового електрода ($d_{\text{е}}$):

$$(d_{\text{п}}) = (0,5 \dots 0,7) d_{\text{е}}$$

Основними параметрами електрошлакового зварювання (крім роду струму, його полярності, зварювальної напруги і швидкості подачі електрода в шлакову ванну) є кількість і площа поперечного перерізу електродів, глибина шлакової ванни, величина сухого вильоту електрода, швидкість зворотно-поступальних переміщень (коливань) електродів, відстань між електродами, ширина зазору між зварюваними деталями і т. д.

При електрошлаковому зварюванні оптимальні значення швидкості подачі електронного дроту знаходяться в межах 0,018...0,54 м/год; напруги – 32...58 В; глибини шлакової ванни – 30...70 мм, сухого вильоту електрода – 60...90 мм.

Кількість електродів та їх площа поперечного перерізу вибирається виходячи з товщини зварюваних деталей.

Товщина деталі, мм	40...110	110...250	250...500
Кількість електродів	1	2	3

Швидкість поперечних коливань електродів знаходиться в межах 0,018...0,54 м/год.

Параметри механізованого й автоматичного зварювання деяких типів з'єднань наведені в додатку.

13.2. Експлуатація і ремонт

Своєчасний ремонт і правильна експлуатація зварювального устаткування визначають терміни його служби, експлуатаційну надійність і довговічність.

При введенні в експлуатацію нового обладнання, налагоджуванні діючого, організації міжремонтного обслуговуван-

ня і планових ремонтів необхідно керуватися вимогами, сформульованими "Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей" (Дніпропетровськ, "Промінь", 1976) і вимогами стандартів.

До самостійної роботи на зварювальному устаткуванні допускаються робітники, що пройшли курс теоретичного навчання за відповідним способом зварювання і свої знання підтвердили під час іспиту спеціальною комісією.

Робітник-зварник відповідальний за правильну експлуатацію і комплектність устаткування, інструменту й оснастки зварювального поста. Для цього устаткування закріплюється персонально за окремим зварником спеціальним актом.

Перед початком роботи зварник зобов'язаний ретельно оглянути і перевірити стан устаткування і, у випадку виявлення несправностей, викликати наладника. Зварникові забороняється працювати на несправному устаткуванні і ремонтувати його.

У разі аварії зварник зобов'язаний негайно вимкнути зварювальний апарат і повідомити про це майстра зі зварювання або енергетика цеху. При цьому апарат повинен залишатися в тому положенні, в якому він знаходиться в момент аварії. Наприкінці кожної зміни зварник зобов'язаний передати робітникові наступної зміни (під контролем змінного майстра) устаткування, зафіксувавши в журналі передачі змін виявлені в ньому недоліки. До обов'язків зварника входять також правильне користування електрозварювальним устаткуванням, строге дотримання заданих режимів зварювання, вимог техніки безпеки і підтримання устаткування, зварювального поста і робочого місця в чистоті.

Наладниками зварювального устаткування можуть бути робітники з кваліфікацією зварника 3–6 розряду, що пройшли атестацію з техніки безпеки з присвоєнням не нижче III кваліфікаційної групи.

Наладник несе відповідальність за безперебійну експлуатацію закріпленого за ним устаткування.

Наладник здійснює налагодження нового і електрозварювального устаткування, що знаходиться в роботі, з метою забезпечення заданих технологічним процесом режимів зварювання і продуктивності праці, виконує дрібний ремонт устаткування на робочому місці, систематично перевіряє виконання зварниками правил експлуатації устаткування і техніки безпеки.

Наладник спостерігає також за роботою і терміном дії вимірювальних приладів, установлених на зварювальному устаткуванні, за своєчасною їхньою метрологічною перевіркою.

Разом зі зварником і наладником за правильну і безпечну експлуатацію зварювального устаткування, а також за дотримання заданих параметрів режиму зварювання несе відповідальність виробничий майстер або майстер зі зварювання.

Майстер повинен вчасно інструктувати зварників з правил безпечної експлуатації і догляду за устаткуванням, забезпечувати зварників та наладників інструментами і матеріалами, необхідними для експлуатації і догляду за устаткуванням, і перевіряти стан устаткування під час передавання його однією зміною іншій.

Зварювальне устаткування повинне забезпечуватися необхідним енергоживленням: електроенергією, стиснутим і захисними газами, охолодною рідиною.

Організацією цього забезпечення займається служба головного енергетика підприємства. Цією ж службою здійснюється контроль справності цехових енергетичних комунікацій, що відносяться до зварювального устаткування, якості ремонту і технічний стан зварювального устаткування між ремонтами; складаються спільно зі службою головного зварника заявки на необхідну апаратуру, прилади, запасні ча-

стини для експлуатації і ремонту зварювального устаткування. Відповідальність за електрозварювальне устаткування несе енергетик цеху або особа, під наглядом якої знаходиться це устаткування. Він перевіряє технічний стан, спостерігає за роботою устаткування і встановлює, у разі необхідності, причини виходу його з ладу; інструктує персонал, що обслуговує й експлуатує устаткування, організовує ремонтні роботи, передбачені графіками планово-попереджувального ремонту, та їхнє матеріально-технічне забезпечення; здійснює загальне технічне керівництво ремонтом зварювального устаткування, а після нього бере участь у прийманні устаткування як член спеціальної комісії. Крім енергетика в цю комісію повинні входити ще представники відділів головного зварника й енергетика, старший майстер зварювальної дільниці.

Виробничий майстер, або майстер зі зварювання несе відповідальність за правильну експлуатацію зварювального устаткування, його комплектність, безпечну експлуатацію, а також дотримання заданих параметрів режиму зварювання.

Відділ головного зварника разом з відділом головного технолога забезпечує раціональне розміщення і максимальне використання технологічних можливостей зварювального устаткування, розробляє технічну документацію на проектування спеціального оснащення для робочих місць і надає технічну допомогу цехам і дільницям з питань щодо автоматизації і механізації зварювальних процесів, в освоєнні нового обладнання, організовує навчання робітників зварників і наладників з метою підвищення їхньої кваліфікації, звертаючи увагу на особливості експлуатації устаткування.

В обов'язки відділу головного зварника входить також організація служб (майстерень, дільниць) з виготовлення запасних частин до електрозварювального устаткування, складання разом з відділом головного енергетика графіків

планово-попереджувальних ремонтів і заявок на нове обладнання й оснащення, участь у списанні застарілого або зношеного устаткування.

13.3. Технічне обслуговування

Роботи з обслуговування і ремонту повинні виконуватися в плановому порядку відповідно до рекомендацій експлуатаційної документації устаткування.

До складу цих робіт входять: міжремонтне обслуговування, огляди, малі ремонти, середні ремонти, капітальні ремонти і позапланові ремонти.

У технічній документації, що входить у комплект зварювального устаткування, заводи-виготовлювачі вказують гарантійні терміни безаварійної роботи за умови дотримання всіх правил його зберігання та експлуатації.

Так, для самохідних зварювальних апаратів гарантійний термін установлюється 12 місяців з моменту введення їх в експлуатацію, термін служби до першого капітального ремонту – не менше 2000 год експлуатації, а термін до списання – не менше 5 років. У випадку відмовлення у роботі зварювального устаткування в період гарантійного терміну необхідно скласти технічно обґрунтований акт і направити його на адресу заводу-виготовлювача для заміни елемента, що вийшов з ладу.

Основні види робіт з технічного обслуговування зварювального устаткування наведені у відповідних розділах технічної документації устаткування.

Техніка безпеки при експлуатації зварювального устаткування

Основні вимоги безпечної експлуатації зварювального устаткування викладені в "Правилах пожежної безпеки при проведенні зварювальних та інших вогняних робіт на об'єктах", "Правилах технічної експлуатації електроустановок споживачів", "Правилах техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів", "Правилах техніки безпеки і гігієни праці під час виконання зварювальних робіт і термічного різання" та інших нормативних матеріалах.

Відповідальність за дотримання техніки безпеки несе адміністративно-технічний персонал підприємства, майстри, виконавці робіт і спеціальні працівники з техніки безпеки.

Контроль за виконанням норм і правил з техніки безпеки здійснює інспекція Держгірнагляду, інспектори з техніки безпеки профспілок, громадські інспектори. За дотриманням санітарних умов праці стежить Державна санітарна інспекція, за нормами пожежної охорони – Державна інспекція пожежної охорони.

При налагодженні, технічних оглядах, ремонті й експлуатації зварювального устаткування найбільш небезпечним є ураження людини електричним струмом. Тому особи, що обслуговують це устаткування, повинні дотримуватись наступних основних заходів електробезпеки:

- працювати тільки на справному і заземленому устаткуванні;

- не торкатися голими руками клем і струмопровідних частин зварювальних установок, кабелів без ізоляції або з ушкодженою ізоляцією;

перед початком робіт перевіряти цілісність зварювальних кабелів і заземлення, а також надійність усіх зовнішніх контактних з'єднань;

під час прокладання зварювальних кабелів і під час кожного їхнього переміщення не допускати ушкодження ізоляції, контакту з водою, мастилом, сталевими канатами, трубопроводами з горючими газами і киснем та гарячими трубами;

гнучкі проводи електрокерування при значній їхній довжині варто розташовувати в гумових або брезентових рукавах. Захищати зварювальні кабелі від ушкоджень і, у разі необхідності, додатково обмотувати їх брезентовою стрічкою;

не використовувати як зворотний провід зварювального ланцюга контури заземлення, труби санітарно-технічних пристроїв, металоконструкції виготовлених виробів і технологічного устаткування;

не застосовувати для зварювання в особливо небезпечних умовах (у середині металевих ємностей, трубопроводів і т. д.) установки без пристроїв автоматичного відключення напруги холостого ходу або її зниження до напруги 12 В з затримкою часу не більше 0,5 с після розмикання зварювального ланцюга.

Під час експлуатації устаткування варто пам'ятати, що напруга холостого ходу зварювальних трансформаторів, які працюють без пристрою зниження холостого ходу (УСНТ-06), не повинна перевищувати 70...75 В, зварювальних генераторів – 80...90 В. Довжина проводів між пересувним зварювальним агрегатом і живильною мережею не повинна бути більше 10 м.

Основні вимоги щодо правильного налагоджування, кваліфікованого монтажу, експлуатації і догляду наводяться в технічній документації зварювального устаткування, що входить у комплект постачання заводу-виготовлювача. Електричний монтаж повинен виконуватися відповідно до "Правил

установки электротехнических установок", Энергоатомиздат, М. ; 1985.

Перед монтажем нове обладнання розконсервовується, з поверхні деталей вилучається мастило і захисне покриття.

Підключенню зварювальної апаратури до мережі передує обов'язкове заземлення корпусів шаф керування і джерел живлення, закріплення вторинних обмоток зварювальних трансформаторів, випрямлячів та інших металевих неструмопровідних частин складально-зварювальних установок і оснащення, а також перевірка відповідності величини напруги живильної мережі напрузі, зазначеній паспортними характеристиками устаткування.

Заземлення здійснюється за допомогою оголених гнучких проводів або шин з міді чи інших струмопровідних металів.

Переріз мідного заземлювального провідника повинен бути не менш 6 мм^2 , сталевого – 12 мм^2 . Послідовне підключення до заземлювального провідника декількох зварювальних установок не допускається.

Кожна зварювальна установка повинна включатися в мережу окремим рубильником або пускачем із запобіжниками.

Вибір перерізу проводів для підключення устаткування до мережі визначається умовою допустимого спаду напруги на них – не більше 5 %.

Для заземлення можна використовувати труби діаметром 37...50 мм, металеві штаби перерізом $48...50 \text{ мм}^2$ довжиною 1...2 м.

Опір заземлювального провідника не повинен перевищувати 10 Ом при сумарній потужності джерела зварювального струму 100 кВА. Температура нагрівання окремих частин зварювального агрегату не повинна перевищувати 75°C .

Розташування устаткування повинно забезпечувати зручний доступ до місць його обслуговування, зручність і безпеку під час транспортування заготовок до місця зварювання і у процесі самого зварювання. Воно не повинно займати зайву виробничу площу.

Джерела живлення, баластові реостати, регулятори, зварювальні апарати механізованого й автоматичного зварювання, розташовані за межами цеху, повинні бути захищені від атмосферних опадів навісами.

До електрозварювальних робіт допускаються особи не молодші 18 років, що пройшли спеціальне навчання, мають посвідчення на право проведення робіт і одержали II кваліфікаційну групу з техніки безпеки. Жінки можуть допускатися до ручного електродугового зварювання тільки на відкритих площадках.

Кожний зварник може бути допущений до роботи тільки після проходження вступного (загального) інструктажу з техніки безпеки і виробничої санітарії та інструктажу на робочому місці, що проводиться також у разі переходу на іншу роботу або при зміні умов праці.

Повторний інструктаж проводиться не рідше одного разу на три місяці. Проведення інструктажу реєструється в спеціальному журналі. Знання зварником правил техніки безпеки перевіряється щорічно.

Зварювальна дуга – потужне джерело випромінювання видимих світлових і невидимих інфрачервоних та ультрафіолетових променів, що викликають різні захворювання очей і опіки шкіри. Для захисту від ураження променями, що випромінюються дугою, і бризок розплавленого металу необхідно працювати, закривши обличчя щитком або шоломом зі спеціальними світлофільтрами.

Як світлофільтри використовується темне скло марки ТС-3С розмірами 46×65; 25×102; 65×120; 69×121; 80×80 мм, при товщині 1,5...4 мм. З зовнішньої сторони світлофільтр закривають прозорим склом товщиною до 2,5 мм, його після забруднення змінюють. При зварюванні застосовують наступні світлофільтри:

Дугове зварювання металевим плавким електродом

Сила струму, А	30...60	60...150	150...275	275...350	До 600
Світлофільтри	С-4	С-5	С-6	С-7	С-8

Дугове зварювання легких сплавів металевим електродом в інертних газах

Сила струму, А	20...40	40...80	80...100	100...175	175...275	275...300
Світлофільтри	С-5	С-6	С-7	С-8	С-9	С-10

Дугове зварювання вольфрамовим електродом в інертних газах

Сила струму, А	20...40	40...80	80...100	100...175	175...275	275...300
Світлофільтри	С-5	С-6	С-7	С-8	С-9	С-10

Дугове зварювання металевим електродом у вуглекислому газі

Сила струму, А	30...60	60...100	100...150	150...175	175...300	300...400	400...600
Світлофільтри	С-1	С-2	С-3	С-4	С-5	С-6	С-7

Плазмове зварювання

Сила струму, А	30...50	50...100	100...175	175...300	300...350	350...500	500...700
Світлофільтри	С-5	С-6	С-7	С-8	С-9	С-10	С-11

Повітряно-дугове поверхнєве різання, стругання, виплавка

Сила стуму, А	500...700	700...800	Більш 900
Світлофільтри	С-11	С-12	С-13

Для захисту очей допоміжних робітників, що знаходяться в зоні проведення зварювальних робіт, використовується світлофільтри В-1, В-2, В-3.

Під час зачищування швів необхідно користуватися захисними окулярами з простим склом для захисту очей від скалок гарячого шлаку.

З метою запобігання від теплових опіків, зварник повинний працювати в спецодязі і рукавицях, носити черевики з бічними застілками, штани (без відворотів) носити тільки навипуск.

Кишені зварювальної куртки повинні закриватися клапанами, кінці рукавів рекомендується зав'язувати тіською, а при зварюванні в стельовому положенні користуватися азбестовими нарукавниками, щільно зав'язуючи їх на зап'ястях рук і брезентовими наплічниками для захисту плечей і шиї. Голова повинна бути захищена звичайним головним убором, а на монтажній площадці – фібровою каскою.

Не слід допускати перегрівання електродотримачів і пальників для механізованого зварювання.

Зниження дії на організм зварників шкідливих виділень і аерозолів досягається застосуванням місцевої і загальнообмінної вентиляції, подачею в зону дихання чистого повітря, а також використання малотоксичних зварювальних матеріалів.

Стаціонарні пости дугового зварювання дрібних виробів повинні обладнуватися зварювальними столами з вбудованими місцевими відсмоктувачами або спеціальним розробленими повітроприймальниками.

Категорично забороняється проведення зварювальних робіт на ємностях, що знаходяться під тиском, усередині і зовні трубопроводів, резервуарів і ємностей, у яких зберігалися легкозаймисті, горючі, вибухонебезпечні або токсичні речовини, без попереднього ретельного очищування і наступного перевіряння вмісту залишків цих речовин.

На будівельно-монтажних площадках зварники повинні дотримуватися додаткових заходів обережності:

на висоті працювати з запобіжним поясом і прикріплюватися ним до міцних нерухомих конструкцій;

під час проведення робіт у кілька ярусів установлювати навіси або настили для захисту працюючих внизу від крапель розплавленого металу, шлаку, іскор і падаючих предметів;

на відкритому повітрі під час атмосферних опадів працювати тільки при наявності навісів або козирків;

Використовувати для роботи на висоті тільки попередньо перевірене решетування, підмостки і колиски. Решетування і підмостки повинні бути суцільними, не вужчі одного метра, мати міцну і стійку огорожу висотою вище 1,3 м;

Не допускати роботу зварників при температурі навколишнього середовища нижче -30°C , ожеледі або вітру силою більше 6 балів.

Недотримання техніки безпеки під час зварювальних робіт на будівельному майданчику може стати причиною утворення пожеж. Тому робоче місце зварника повинно бути очищене в радіусі 10 м від деревних стружок, клоччя і займистого сміття. З цієї зони повинні бути вилученні інші вибухонебезпечні і вогненебезпечні речовини.

Режими зварювання

Таблиця 1. Режими ручного дугового зварювання електродами АНО

Діаметр електродного дроту, мм	Положення шва	Сила зварювального струму, А, при зварюванні електродами марки								
		АНО-1	АНО-3, АНО-4	АНО-5	АНО-6	АНО-7, АНО-8	АНО-9	АНО-11		
3	Нижнє	–	100...140	–	100...150	110...140	–	110...140		
	Вертикальне	–	90...110	–	90...120	100...110	–	90...110		
4	Стельове	–	100...120	–	90...130	120...130	–	100...130		
	Нижнє	180...240	170...200	160...230	160...210	170...200	160...190	170...200		
5	Вертикальне	–	140...160	120...160	150...180	130...140	160...200	130...150		
	Стельове	–	140...170	130...180	140...180	150...170	–	150...170		
6	Нижнє	230...320	200...270	190...300	180...270	240...270	180...240	240...270		
	Вертикальне	–	150...170	130...170	150...180	160...180	220...270	160...180		
6	Стельове	–	–	–	–	170...190	–	170...190		
	Нижнє	350...400	270...320	270...380	280...350	–	–	–		

Примітка: * при зварюванні "знизу вгору" сила зварювального струму 130...150 А; ** – те ж саме 160...180 А.

Таблиця 2. Режими ручного дугового зварювання стикових з'єднань (положення шва – нижче)

Товщина метала, мм	Кількість шарів в шві	Номер шара	Діаметр електродного дроту	Сила зварювального струму, А, при зварюванні електродами марки		
				СМ-11	ДСК-50	УОНИ 13/45, УОНИ 13/55
4...8	1/1	I	4	140...160	180...200	140...160
		II	4	160...180	200...220	160...180
10...12	2...3/підварювальний	III	4	140...160	180...200	160...190
		наступні	5	180...200	250...270	230...250
		підварювальні	4	160...180	200...220	170...200
12...18	4...5/підварювальний	I	4	160...180	200...220	160...190
		наступні	5	220...250	250...270	230...250
		підварювальні	5	180...200	230...250	200...250
12...30	3...5/3...5	I	4	160...180	200...220	180...200
30...40	5...6/5...6	II	4	180...200	200...220	180...200
40...50	6...8/6...10	III	5	200...250	250...270	230...250
50...60	10...16/10...16	наступні	5	200...250	—	230...250

Примітка: В чисельнику наведено кількість шарів з одного боку шва, в знаменнику – з другого боку. Режим зварювання наведений для металу товщиною 4...8 мм без розробки крайок; 10...18 мм з V-подібною і 12...60 з X- та U-подібною розробкою крайок.

Таблиця 3. Режими ручного дугового зварювання низьколегованих сталей

Електрод	Діаметр електродного дроту	Сила зварювального струму, А, при положенні шва	
		Нижнє	Вертикальне
УОНИ 13/55	3	80...110	70...100
	4	120...150	100...130
ДСК-50	5	160...190	140...170
	6	190...230	170...210
	3	100...130	90...110
	4	160...200	140...180
СК-2-50	5	220...240	180...220
	4,0	160...220	140...180
	5,0	180...280	160...200
	3,0	100...140	100...120
АНО-25	4,0	160...220	140...180
	5,0	180...280	160...200
	3,0	60...100	70...110
	4,0	140...170	130...150
АНО-26	5,0	160...230	160...180
	3,0	80...130	70...110
АНО-27	4,0	120...180	120...150
	5,0	160...240	130...170

Таблиця 4. Режими дугового ванного одноелектродного зварювання стикових з'єднань горизонтальних арматурних стрижнів у мідних формах

Діаметр стрижня, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Сила зварювального струму, А	Зазор між торцями стрижнів, мм	
			мінімальний	максимальний
20	5	220...230	12	14
22	5	220...230	12	14
25	5	230...240	12	14
28	5...6	240...250	13	15
32	5...6	250...260	13	15
36	5...6	250...260	13	15
40	5...6	250...260	14	16

Таблиця 5. Орієнтовні режими аргонодугового зварювання стикових з'єднань титанових сплавів

Товщина металу, мм	Підготовка кромок	Діаметр вольфрамового електрода, мм	Діаметр присадного дроту, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга, В	Витрати аргону, л/хв	
						Для захисту дуги	Для захисту зворотного боку шва
0,8	Без розробки	1,0	8,0...2,0	30...50	12...15	8...12	3...4
1,0	Теж саме	1,0...1,5	1,0...2,0	40...60	12...15	8...12	3...4
1,5	–	1,5	1,0...2,0	60...80	14...16	8...12	3...4
2,0	–	1,5...2,0	2,0	90...100	14...16	10...12	3...4
2,5	–	2,0	2,5...3,0	110...120	14...16	10...12	3...4
3,0	–	2,0	2,5...3,0	120...140	14...16	12...14	3...4
4,0	V-подібна, 60°	2,0	2,5...3,0	120...130	14...16	12...14	3...4

142 Таблиця 6. Режими механізованого зварювання у вуглекислому газі з V- та X-подібною підготовкою кромок стикових з'єднань (двосторонні шви)

Товщина металу, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга на дугі, В	Швидкість зварювання, м/год
V-подібна розробка кромок			
8...16	280...300	28...30	16...20
	380...400	30...32	18...22
	420...440	30...32	16...22
X-подібна розробка кромок			
12...18	380...400	30...32	16...20
20...26	420...440	30...32	16...20
28...40	440...460	32...34	16...20

Примітка: 1. Дані наведені для зварювання дротом діаметром 2,0 мм. 2. Виліт електрода 12...20 мм. 3. У чисельнику дано режими для першого проходу і підварювального шва.

Таблиця 7. Режими автоматичного та механізованого зварювання у вуглекислому газі таврових з'єднань без скосу кромок (одно- та двосторонні шви)

Катег шва, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Виліт електрода, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год
1,0...2,0	0,5...0,6	7...9	60...65	18...19	18...20
1,2...2,0	0,8	7...9	70...75	18...19	16...18
2,0...3,0	0,8	9...10	90...110	19...20	16...18
1,5...4,0	1,0	8...10	80...120	18...19	14...18
3...4	1,2	10...12	100...150	19...21	16...18
3...4	1,6	16...18	150...180	27...29	20...22
5...6	1,6	18...20	260...280	27...29	20...25
8...10	2,0...2,5	20...24	300...350	30...32	25...30

Таблиця 8. Режими механізованого зварювання під флюсом

Товщина металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Постійний струм зворотної полярності		Швидкість тродного подачі електроду, м/год	Швидкість зварювання, м/год	Допустимий зазор, мм	Тип з'єднання
		Сила зварювального струму, А	Напруга на дузі, В				
3	1,6	170...210	24...26	79...126	30...45	1,5	Стикове
3	1,2	130...170	24...26	156...191	25...40	1,5	—
3	1,6	170...220	24...26	79...126	25...40	1,0	Таврове
4	2,0	180...300	24...26	79...156	18...26	2,0	Стикове
4	2,0	180...320	24...26	101...156	24...30	1,5	Таврове
5	2,0	270...350	26...28	126...156	18...24	2,0	Стикове
5	2,0	270...350	26...28	126...156	24...30	1,5	Таврове
6	2,0	300...400	26...28	156...306	18...24	3,0	Стикове
6	2,0	350...450	30...32	156...306	20...30	2,0	Таврове

Таблиця 9. Режими зварювання електрозаклепками у вуглекислому газі з про-
плавленням верхнього елемента

Товщина металу, мм		Діаметр електродного дроту, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга на дузі, В	Тривалість зварювання, с
верхнього	нижнього				
0,5		0,8	100...130	17...18	0,8...1,0
1,0		1,0	230...250	18...19	0,8...1,0
1,5		1,0	300...320	19...20	1,2...1,5
2,0		1,6	320...350	28...30	1,2...1,5
2,0		2,0	350...400	32...34	1,5...1,8
2,0	8,0	1,6	320...350	28...30	1,0...1,2
2,0	8,0	2,0	350...400	32...34	1,5...1,8
2,0	8,0	2,0	450...500	35...37	1,2...1,5
3,0		2,0	400...450	34...36	2,0...2,5
4,0		2,0	500...550	36...38	2,5...2,8
5,0		2,0	530...570	36...38	2,8...3,0
6,0		2,0	550...600	38...40	3,0...3,5

Таблиця 10. Режими автоматичного аргонодугового зварювання плавким електродом стикових з'єднань високолегованих сталей

Товщина металу, мм	Підготовка кромок	Сила зварювального струму, А	Діаметр електродного дроту, мм	Кількість шарів	Швидкість зварювання, м/год	Витрати аргону, л/хв
1	Без розробки	30...40	0,5	1	32...47	6
2		200...210	1,0	1	72	8...9
3		220...230	1,0	1	58...65	8...9
4	3 V-подібною розробкою під кутом 50°	230...240	1,0	1	54	8...9
5		260...275	1,0	1	32...47	8...9
6,5		250...280	1,0	1	16...32	8...9
8		300...380	2,0	2	16...32	11...15
10		330...440	2,0	2	16...32	12...17

Таблиця 11. Режими механізованого аргонодугового зварювання плавким електродом титану

Товщина металу, мм	Сила зварювального струму, А	Діаметр електродного дроту, мм	Напруга, В	Випіт електрода, мм	Витрати газу, л/хв
4...8	150...250	0,6...0,8	22...24	10...14	20...30
8...12	340...520	1,6...2,0	30...34	20...25	36...45
14...34	480...750	3,0	32...34	30...35	38...50
16...36	630...920	4,0	32...36	35...40	50...60
16...36	780...1200	5,0	34...38	40...45	50...60

Примітка: 1. Режими приведені для стикових, таврових і напусткових з'єднань. 2. Зварювальний струм постійний, полярність зворотня.

Таблиця 12. Режими автоматичного аргонодугового зварювання неплавким електродом стикових з'єднань алюмінієвих сплавів

Товщина металу, мм	Діаметр вольфрамового електрода, мм	Сила зварювального струму, А	Діаметр присадного дроту, мм	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість зварювання, м/год	Витрати аргону, л/хв
1,0	2	40...70	—	—	25...50	5...6
1,5	4	80...100	2,0	39,6...43	14,5...20	7...8
2,0	4	100...120	2,0	39,6...43	14,5...20	7...8
3,0	4	150...170	2,0	36...43	10...14,5	12...14
5,0	8	240...260	2,0	30...36	10...14,5	12...14
8,0	10	480...490	2,0...3,0	—	12	28...30
10,0	10	480...520	2,0...3,0	—	9	28...30
14,0	10	550...600	2,0...3,0	—	6	28...30
16,0	10	640...660	2,0...3,0	—	6	28...30

Таблиця 13. Режими автоматичного аргондугового зварювання неплавким електродом титана та його сплавів

Товщина металу, мм	Діаметр вольфрамового електрода, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга, В	Довжина дуги, мм	Швидкість зварювання, м/год	Витрати аргону, л/хв	
						Зона зварювання	Зворотна сторона
1,0	1,5...2,0	60...80	8...10	1,5...2,0	25...30	14...15	3...4
1,5	1,5...2,0	80...100	10...12	1,5...2,0	25...30	14...15	3...4
2,0...2,5	2,0...2,5	120...200	12...14	2,0...2,5	20...25	18...19	4...5
2,5...3,0	2,5...3,0	200...220	12...14	2,0...2,5	20...25	24...25	4...5
4,0	2,5...3,0	220...260	12...14	2,0...2,5	15...20	27...28	4...5
10,0	2,5...3,0	220...260	12...14	2,0...2,5	12...20	27...28	4...5

Примітка: діаметр присадного дроту 1,5...2,0 мм.

Таблиця 14. Режими автоматичного аргондугового зварювання вольфрамовим електродом високолегованих сталей

Товщина металу, мм	Тип з'єднання	Сила зварювального струму, А	Швидкість зварювання, м/год	Витрати аргону, л/хв
1,0	Стикове (з присадкою)	80...140	32...65	4
2,0		140...240	20...32	6...7
4,0		200...280	14...32	7...8
1,0	Стикове (без присадки)	60...120	36...65	4
2,5		110...200	25...32	6...7
4,0		130...250	25...32	7...8

Примітка: 1. Діаметр присадного дроту 1,6...2 мм. 2. Струм постійний, прямої полярності.

148 Таблиця 15. Режими імпульсивно-дугового зварювання плавким електродом стикових з'єднань алюмінієвих сплавів в аргоні

Товщина зварювального металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга на дузі, В	Виліт електрода, мм	Швидкість зварювання, м/год	Витрати газу, л/хв
2,5...3,0	1,4...1,6	60...80	17...18	10...12	35...40	8...9
10,0	2,0...2,5	220...250	21...23	12...18	18...26	12...14
14...25	2,0...2,5	240...300	23...24	12...18	10...20	14...16

Таблиця 16. Режими автоматичного зварювання кутових швів вуглецевих і низьколегованих сталей у вуглекислому газі

Товщина металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Сила зварювального струму, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год	Катет шва, м	Кількість шарів	Витрати газу, л/хв	Виліт електрода, мм
1,0	0,5	60	18	18...20	1,0	1	5...6	7...9
	0,6	60	18	18...20	1,2...2,0	1	5...6	7...9
1,5...2,0	0,8	90	18...19	16...18	1,2...2,0	1	6...8	7...9
	0,8	75	18...20	16...18	1,5...3,0	1	6...8	7...9
1,5...3,0	0,8	110	19...20	13,7...18	2,0...3,0	1	6...8	7...9
	1,0	75...120	18...19	12,6...16	1,5...4,0	1	8...10	8...10
3,0...4,0	1,2	90...130	19...21	16...18	2,0...6,0	1	8...10	10...12
	1,2	120...150	20...22	20...22	3,0...4,0	1	12...16	10...12
	1,6	150...180	27...29	25...30	3,0...4,0	1	12...16	16...18
	2,0	300...350	30...32	25...32	7,0...9,0	1...2	17...18	20...24
5,0 і більше	2,0	300...350	30...32	25...30	11,0...14,0	3	17...18	20...24
	2,0	300...350	30...32	25...30	13,0...16,0	4...5	17...18	20...24
	2,0	300...350	30...32	25...30	22,0...24,0	9	17...18	20...24
	2,0	300...350	30...32	25...30	22,0...24,0	9	17...18	20...24

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Александров, А. Г.** Эксплуатация сварочного оборудования [Текст] : справочник / А. Г. Александров, И. И. Заруба, И. В. Пиньковский. – К. : Будівельник, 1990. – 224 с.
2. **Александров, А. Г.** Источники питания для дуговой сварки [Текст] А. Г. Александров, С. В. Милютин. – М. : Машиностроение, 1982. – 79 с.
3. **Андреев, В. В.** Источники питания сварочной дуги [Текст] / В. В. Андреев // Сварщик. 1999. № 2(6). – С. 26–28.
4. **Андреев, В. В.** Источники питания сварочной дуги (Источники питания переменного тока. Сварочные трансформаторы) [Текст] / В. В. Андреев // Сварщик. 1999. № 3(7). – С. 26–27.
5. **Андреев, В. В.** Источники питания сварочной дуги (Источники питания постоянного тока. Сварочные выпрямители) [Текст] / В. В. Андреев // Сварщик. 1999. № 4(8). – С. 26–28.
6. **Андреев, В. В.** Источники питания сварочной дуги (Агрегаты и преобразователи. Сварочные генераторы) [Текст] / В. В. Андреев // Сварщик. 1999. № 5(9). – С. 25–28.
7. **Андреев, В. В.** Источники питания сварочной дуги (Инверторные источники питания) [Текст] / В. В. Андреев // Сварщик. 1999. № 6(10). – С. 26–28.

8. **Браткова, О. Н.** Источники питания сварочной дуги [Текст] : учебник / О. Н. Браткова. – М. : Высшая школа, 1982. – 182 с.

9. ГОСТ 25616–83. Источники питания для дуговой сварки. Методы испытания сварочных устройств [Текст]. – М. : Издательство стандартов, 1983. – 17 с.

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

11. **Дюргеров, Н. Г.** Оборудование для импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом [Текст] / Н. Г. Дюргеров, Х. Н. Сагиров, В. А. Ленивкин. – М. : Энергоиздат, 1985. – 80 с.

12. **Короткова, Г. М.** Источники питания для сварки [Текст] / Г. М. Короткова. – Куйбышев : КАИ, 1980. – 56 с.

13. **Патон, Б. Е.** Электрооборудование для контактной сварки [Текст] / Б. Е. Патон, В. К. Лебедев. – М. : Машиностроение, 1969. – 440 с.

14. **Патон, Б. Е.** Электрооборудование для дуговой и электрошлаковой сварки [Текст] / Б. Е. Патон, В. К. Лебедев. – М. : Машиностроение, 1966. – 359 с.

15. **Прох, Л. Ц.** Справочник по сварочному оборудованию [Текст] / Л. Ц. Прох, Б. М. Шпаков, Н. М. Яворская. – К. : Техника, 1983. – 207 с.

16. **Резницкий, А. М.** Ремонт и наладка электросварочного оборудования [Текст] / А. М. Резницкий, В. С. Коцюбинский. – М. : Машиностроение, 1991. – 255 с.

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

18. Сварка в машиностроении [Текст] : справочник / под ред. Ю. Н. Зорина. – М. : Машиностроение, 1979. – 512 с.

19. Схемотехника инверторных источников питания для дуговой сварки [Текст] : учеб. пособие / Е. Н. Верещаго, В. Ф. Квасницкий, Л. Н. Мирошниченко [и др]. – Николаев : УГМТУ, 2000. – 283 с.

20. Технология и оборудование контактной сварки [Текст] : учеб. пособие [под ред. Б. Д. Орлова]. – М. : Машиностроение, 1975. – 535 с.

21. **Пістун, І. П.** Охорона праці в суднобудуванні [Текст] : навчальний посібник / І. П. Пістун, А. М. Тубальцев, Н. П. Тубальцева. – Львів : Тріада плюс, 2009. – 580 с.



ЗМІСТ

Передмова	3
Лабораторна робота № 1. Дослідження стану ізоляції струмопроводів зварювальних установок	5
Лабораторна робота № 2. Дослідження роботи засобів захисту зварювального устаткування від перевантаження	10
Лабораторна робота № 3. Підключення, налагоджування, технічне обслуговування трансформаторів для ручного дугового зварювання	17
Лабораторна робота № 4. Підключення, налагоджування, технічне обслуговування трансформаторів для автоматичного дугового зварювання під флюсом	26
Лабораторна робота № 5. Підключення, налагоджування, технічне обслуговування зварювальних випрямлячів	34
Лабораторна робота № 6. Підключення, налагоджування, технічне обслуговування колекторних зварювальних генераторів	44
Лабораторна робота № 7. Підключення, налагоджування, технічне обслуговування вентильних зварювальних генераторів	52
Лабораторна робота № 8. Підключення, налагоджування, технічне обслуговування апаратів для механізованого зварювання в захисних газах	59
Лабораторна робота № 9. Підключення, налагоджування, технічне обслуговування апаратів для дугового зварювання неплавким електродом	71

Лабораторна робота № 10. Підключення, налагоджування, технічне обслуговування автоматів для дугового зварювання плавким електродом	82
Лабораторна робота № 11. Підготовка до роботи, налагоджування, технічне обслуговування машин для контактного зварювання	93
Лабораторна робота № 12. Експериментальне визначення технічних характеристик контактних машин	106
Лабораторна робота № 13. Організація зварювальних робіт ...	120
Додаток № 1. Техніка безпеки при експлуатації зварювального устаткування	131
Додаток № 2. Режимы зварювання	138
Список літератури	149

Навчальне видання

БУГАЄНКО Борис Васильович
ТУБАЛЬЦЕВ Анатолій Миколайович
ПЕТРЕНКО Леонід Михайлович

**МОНТАЖ, НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ
ЗВАРЮВАЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ**

Навчальний посібник

Редактор *М. П. Фоміна*
Комп'ютерне складання та верстання *В. В. Москаленко*
Коректор *М. О. Паненко*

Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 9,1. Тираж 18 прим. Вид. № 18. Зам. № 109.

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 № 6402 від 19.09.2018 р.