

ОГ АЛЕКСАНДРОВ, И ЗАТЪМЪ, И ПЪНЬКОВСКОМЪ

БУДОВА ТА ЕКСПЛУАТАЦИЯ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЗВУКОВОЙ ПЛОЩЕННЯ

Этот труд посвящен вопросам
теории звуковой мощности и ее измерения
и распространения звуковой энергии
в помещениях

1205 - 10

Книг
Техническое
1008



ББК 34.641-5я722

А 46

УДК 621.791.03

Александров О. Г. та ін.

А 46 Будова та експлуатація устаткування для зварювання плавленням: Навч. посібник для учнів проф.-техн. закладів освіти / О. Г. Александров, І. І. Заруба, І. В. Пінковський.— К.: Техніка, 1998.— 176 с.: іл.— Бібліогр.: с. 174.

ISBN 966-575-136-0

У посібнику систематизовано дані про сучасне зварювальне устаткування, його будову і принцип роботи. Викладено вимоги до джерел живлення. Наведено рекомендації щодо вибору режимів зварювання і безпечної експлуатації устаткування.

А 2704060000-011 Без оголош.
202-98

ББК 34.641-5я722

Навчальний посібник

Александров Олександр Гаврилович, Заруба Ігор Іванович, Пінковський Ігор Вікторович
**БУДОВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ УСТАТКУВАННЯ
ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ ПЛАВЛЕННЯМ**

Редактор П. Ф. Боброва
Оформлення художника В. О. Гурлева
Художній редактор С. В. Анненков
Коректор Н. М. Мірошниченко

Підписано до друку 01.06.98. Формат 60×84¹/₁₆. Папір . Гарнітура Таймс. Друк . Ум.-
друк. арк. 10,23. Обл.-вид. арк. 13,95. Тираж 18 000 прим. Зам. 8—860.

Видавництво «Техніка», 254053 Київ, вул. Обсерваторна, 25.

Свідоцтво про державну реєстрацію № 02473145 від 22.12.1995 р.

Головне підприємство РВО «Поліграфкнига»
252057, Київ, вул. Довженка, 3.

ISBN 966-575-136-0

© Александров О. Г., Заруба І. І.,
Пінковський І. В., 1998

Розділ 1. ЕЛЕКТРИЧНА ЗВАРЮВАЛЬНА ДУГА ТА ВИМОГИ ДО ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ

1. 1. ФІЗИЧНІ ЯВИЩА В ДУГОВОМУ РОЗРЯДІ

За нормальних умов газ є ізоляторами. Газ може проводити електричний струм лише в тому разі, коли в ньому з'являються електрично заряджені частинки — електрони та іони.

Зварювальною дугою називають потужний, тривалий електричний розряд в іонізованому середовищі газів і парів металів та речовин, що входять до складу покриттів і флюсів. Збуджування дуги звичайно виконують дотиком електрода до виробу. При цьому відбувається коротке замикання зварювального кола, струм якого розтоплює та випаровує метал контактних поверхонь. При наступному відведенні електрода від виробу у просторі, заповненому парами металу і частково іонізованим газом, під дією напруги джерела живлення легко виникає зварювальна дуга. Іноді для іонізації газу у просторі між електродом і виробом використовують високовольтний розряд від спеціального генератора високочастотних коливань — осцилятора. У цьому разі дуга збуджується без доторкання електрода до виробу.

На рис 1.1 схематично показана дуга, що живиться постійним струмом. Дуга, яка горить між негативним електродом 2 (катодом) і позитивним 1 (анодом), складається з катодної області 3, стовпа 4 та анодної області 5. Довжини катодної та анодної областей дуже малі, видимої частини дуги складає стовп дуги.

Катод під дією нагріву (термоелектронна емісія) та електричного поля (електростатична емісія) випускає (емітує) вільні електрони, які спрямовуються до позитивного електрода — анода. В катодній області вони розганяються і набувають великої кінетичної енергії. Стикаючись в стовпі дуги з атомами газів і пари, електрони викликають їх іонізацію з утворенням іонів та нових електронів. Утворені іони спрямовуються до катода. Електронно-іонний струм, що проходить крізь дугу, нагріває газ. Висока температура стовпа дуги сприяє термічній іонізації газу. Газ стовпа дуги сліпучо яскраво світиться, його температура досягає 6000...8000 °С, а електропровідність наближається до електропровідності металу. Такий стан газу називають *низькотемпературною плазмою*.

Електрони, які пройшли стовп дуги, гальмуються в анодній області, утворюючи надлишковий негативний заряд, і осідають на аноді, віддаючи йому свою енергію. Тому на аноді виділяється велика кількість теплоти, достатня для плавлення практично всіх металів та сплавів.

Іони, в свою чергу, надходять у катодну область, утворюючи там надлишковий позитивний заряд, і нейтралізуються, віддаючи свою енергію катодові й тим самим нагріваючи його до температур, які перевищують температури плавлення.

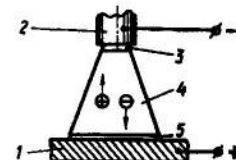


Рис. 1.1. Зварювальна дуга постійного струму

1.2. ЕЛЕКТРИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДУГИ

Напруга дуги, тобто напруга між катодом і анодом, залежить від довжини дуги та сили струму, а також від матеріалу і розмірів електродів, складу і тиску плазми стовпа дуги. У процесі вибору джерела живлення вирішальне значення має характер залежності між напругою і струмом дуги.

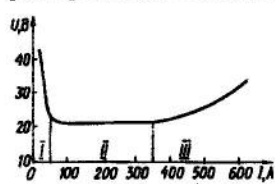


Рис. 1.2. Статична характеристика дуги

Графічне зображення залежності напруги дуги від струму називають *статичною вольт-амперною характеристикою*, або просто статичною характеристикою дуги. На рис. 1.2 наведено статичну характеристику зварювальної дуги при постійних діаметрі електрода і довжині дуги. Як бачимо, ця характеристика складається з трьох ділянок: спадаючої (I), жорсткої (II) і зростаючої (III). Залежно від умов існування зварювальної дуги її відповідає та чи інша ділянка статичної характеристики. Так, при ручному зварюванні статична характеристика дуги — спадаюча з переходом до жорсткої. При механізованому зварюванні під флюсом та у вуглекислому газі статична характеристика дуги — жорстка з переходом до зростаючої.

Якщо сила струму незмінна, то напруга дуги U_d залежить від її довжини l_d і визначається за формулою

$$U_d = a + b l_d, \quad (1.1)$$

де a — сума катодного та анодного зменшення напруги; b — напруженість стовпа дуги. Для сталевих електродів $a = 8 \dots 25$ В, $b = 2,3 \dots 4,3$ В/мм.

1.3. ВИМОГИ ДО ДЖЕРЕЛ ЖИВЛЕННЯ

Джерело живлення зварювальної дуги має задовольняти певні вимоги. Джерело повинне забезпечувати надійне збудження дуги, підтримувати її стійке горіння, високу еластичність дуги та стабільний режим зварювання, сприяти переносу електродного металу її формуванню зварного шва. Джерело має забезпечувати також потрібний режим зварювання.

Електричні властивості джерела під час роботи в статичному режимі виражаються його зовнішньою характеристикою. *Зовнішньою характеристикою* дже-

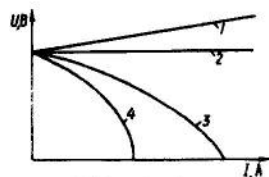


Рис. 1.3. Зовнішні характеристики джерел живлення: 1 — зростаюча; 2 — жорстка; 3 — похилоспадаюча; 4 — крутоспадаюча

рела живлення називають залежність між напругою на його затискачах (клемах) і струмом у зварювальному колі при навантаженні. Зовнішня вольт-амперна характеристика (рис. 1.3) може бути зростаючою (1), жорсткою (2), похилоспадаючою (3) та крутоспадаючою (4). Важливими параметрами джерела живлення є його напруга неробочого ходу U_0 , струм короткого замикання I_K , номінальний струм I_H і струм I_N (рис. 1.4).

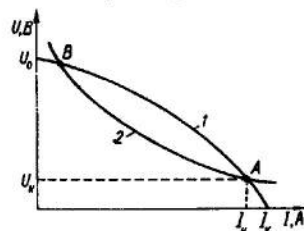


Рис. 1.4. Характеристика джерела живлення та дуги

Запалювання дуги відбувається тим легше, чим вища напруга неробочого ходу джерела. Для надійного запалювання дуги напруга неробочого ходу має перевищувати 40...50 В. За умовами безпеки напруга неробочого ходу джерела змінного струму не повинна перевищувати 80 В, джерел постійного струму — 90 В.

Стойке горіння дуги забезпечується правильним вибором зовнішньої характеристики джерела живлення (рис. 1.4). Наприклад, при спадаючій статичній характеристиці дуги 2 джерело живлення повинно мати ще більш крутоспадаючу зовнішню характеристику 1 у робочій точці, де горить дуга. Як видно з рисунка, рівність струмів і напруг дуги та джерела у цьому випадку має місце в точках А і В. З них лише точка А відповідає стійкому горінню дуги. Якщо з будь-якої причини струм зменшиться, то напруга джерела перевищить напругу дуги, і цієї надлишок напруги призведе до збільшення струму, тобто до повернення в точку А. Якщо ж струм збільшиться, то напруга джерела стане меншою за напругу дуги, тому струм зменшиться і режим горіння відновиться. Таким чином підтримується постійний режим зварювання та стійке горіння дуги.

У точці В дуга стійко горіти не буде, оскільки будь-яка випадкова зміна струму призводить або до обриву дуги, або до зміни струму до значень, що відповідають точці стійкого горіння дуги А. Тобто стійке горіння дуги підтримується лише в тій точці, де зовнішня характеристика джерела живлення більш крутоспадаюча, ніж статична характеристика дуги. Чим крутіший нахил зовнішньої характеристики, тим вища еластичність зварювальної дуги.

За жорсткої статичної характеристики дуги зовнішня характеристика джерела живлення може бути і круто-, і похилоспадаючою. При зростаючій статичній характеристиці дуги застосовують джерела з жорсткими і похилоспадаючими зовнішніми характеристиками.

До джерел змінного струму висувають спеціальні вимоги, пов'язані зі зниженою стійкістю дуги змінного струму. При частоті 50 Гц напруга джерела 100 разів протягом секунди зменшується до нуля, і дуга згасає. Після кожного такого згасання дуга має збудитися при підвищеній напрузі, яку називають *напругою повторного збудження* U_z (рис. 1.5), після чого напруга дуги U_d залишається постійною до кінця півперіоду.

Зварювальний струм I_d змінюється за синусоїдою. Якщо напруга джерела недостатня, повторне запалювання дуги може не відбутися. Для надійного повторного запалювання дуги змінного струму слід збільшувати зварювальний струм і напругу неробочого ходу джерела, а також використовувати джерела з достатньою індуктивністю.

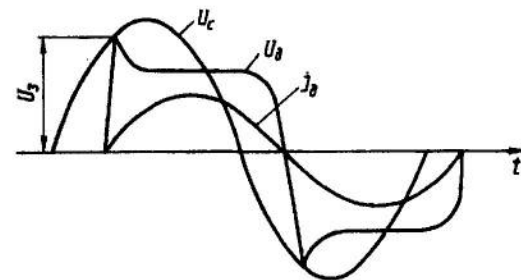


Рис. 1.5. Осцилограми зварювальної дуги змінного струму

Велику роль відіграє джерело в формуванні якісного зварного шва та зменшенні розбризкування розплавленого металу. Для зменшення розбризкування у зварювальне коло послідовно з дугою вмикають дросель з більшою індуктивністю або використовують джерела з крутоспадаючою зовнішньою характеристикою. При цьому знижується струм короткого замикання, що вишкляє

при дотику до ванни краплі електродного металу, і крапля переходить до ванни спокійно, без вибухів та ударів.

Сила зварювального струму звичайно регулюється за допомогою джерела. Усі можливі способи регулювання струму можна звести до двох — зміни напруги неробочого (холостого) ходу U і зміни опору Z джерела. Якщо збільшити напругу неробочого ходу джерела (рис. 1.6, а), то його характеристика зміститься праворуч і перетнеться з характеристикою дуги при більших струмах. Якщо збільшити опір джерела, що відповідає зміщенню його характеристики ліворуч (рис. 1.6, б), то енергія, яку джерело віддає дузі, зменшиться, і струм спаде. При механізованому зварюванні за допомогою джерела регулюють напругу дуги, сила струму в цьому випадку задається в автоматі швидкістю подачі електродного дроту.

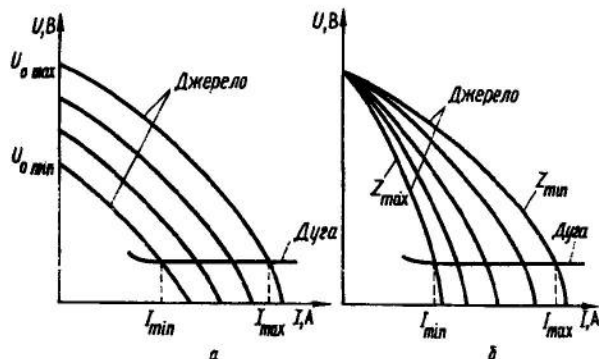


Рис. 1.6. Регулювання зварювального струму за допомогою джерела живлення

Розглянемо, яким чином перелічені вимоги задовольняються в джерелах, призначених для різних способів зварювання.

При ручному зварюванні покритими електродами використовують джерела живлення постійного та змінного струму з крутоспадаючими зовнішніми характеристиками (рис. 1.4). Завдяки підвищеній напрузі неробочого ходу забезпечується надійне первинне й повторне запалювання дуги. У разі поєднання крутоспадаючої характеристики джерела з похилиспадною або жорсткою характеристикою дуги виконується її умова загальної стійкості дуги. Оскільки на робочій ділянці (біля точки А) характеристика джерела близька до крутоспадаючої, то при збільшенні довжини дуги та її напруги зварювальний струм зменшується незначно. Тобто таке джерело забезпечує високу стійкість горіння дуги при коливаннях її довжини — *еластичність дуги*. З цієї ж причини гарантується стабільність режиму зварювання — на постійному рівні підтримується сила струму, а тому й глибина проплавлення. За крутоспадаючої зовнішньої характеристики струм короткого замикання порівняно невеликий, тому розбризкування електродного металу при крапельному переносі невелике.

У джерелі для ручного зварювання є регулятор струму.

При автоматичному зварюванні під флюсом використовують джерела постійного та змінного струму з похилиспадючими (Z) зовнішніми характеристиками (рис. 1.3). Найбільш поширені автоматичні системи з постійною

швидкістю подачі дроту, які працюють за принципом *саморегулювання*. Властивість саморегулювання полягає в тому, що при постійній швидкості подачі дроту в дузі встановлюються такі струм та напруга, за яких швидкість плавлення дроту дорівнює швидкості його подачі. У разі раптового подовження дуги зварювальний струм зменшується, зменшується й швидкість плавлення дроту. Внаслідок цього відхилення довжини дуги (подовження) почне зменшуватися, а струм збільшуватися доти, доки не відновляться первинна довжина дуги і режим зварювання. Аналогічні процеси відбуваються й при коротшій дугі. Швидкість відновлення режиму тим більша, чим більша зміна струму при зміні довжини дуги. При зміні довжини дуги відхилення струму тим більше, чим менший нахил зовнішньої характеристики. Тому джерело для зварювання під флюсом має похилиспадючу характеристику. Так само, як і при ручному зварюванні, це забезпечує надійне первинне та повторне збудження та стійке горіння дуги. Джерело має регулятор напруги дуги. Сила струму залежить від швидкості подачі дроту і тому настраюється механізмом подачі дроту.

При механізованому зварюванні в вуглекислому газі використовують джерела постійного струму з похилиспадючою характеристикою. Така характеристика збільшує швидкість процесу саморегуляції. Постійний струм зворотної полярності покращує умови збудження та стійкого горіння дуги. Для зменшення розбризкування електродного металу послідовно з джерелом з'єднують дросель із значною індуктивністю, яка обмежує пікове значення та швидкість зростання струму короткого замикання. Напруга дуги регулюється джерелом, а сила зварювального струму — напівавтоматом.

1.4. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ДЖЕРЕЛ

Існує єдина система позначення типів електрозварювального обладнання, що випускають підприємства електротехнічної промисловості. Умовне позначення, наприклад джерела ВДГМ-160УЗ, розшифровують так: В — випрямляч; Д — для дугового зварювання; Г — у захисних газах; М — багатопостовий; 16 — з номінальним струмом 1600 А; 02 — друга модифікація; У — для країн з помірним кліматом; З — для роботи у закритих приміщеннях.

Таким чином, умовне позначення містить елементи класифікації джерел.

Джерела можна класифікувати:

- 1) за родом струму і типами: змінного струму — трансформатори (Т); постійного струму — випрямлячі (В), генератори (Г), перетворювачі (П); агрегати (А); установки (У);
- 2) за видом зварювання: для дугового (Д) або плазмового (П) зварювання;
- 3) за способом зварювання: для ручного зварювання; зварювання під флюсом; у захисних газах (Г); універсальні (У);
- 4) за кількістю обслуговуваних постів: однопостові; багатопостові (М);
- 5) за номінальним струмом: на 125, 160, 200, 250, 310, 400, 500, 630, 1000, 1250, 1600, 2000, 2400, 3150, 5000 А;
- 6) за кліматичним виконанням: для країн з помірним (У) або тропічним (Т) кліматом;
- 7) за категорією розміщення: для роботи на відкритому повітрі (1); у приміщеннях, де коливання температури та вологості незначно відрізняються від коливань на відкритому повітрі (2); у закритих приміщеннях, де коливання температури та вологості і вплив пилу її шлу набагато менші, ніж на відкритому

повітрі (3); у приміщеннях із штучним регулюванням кліматичних умов (4); у приміщеннях з підвищеною вологістю (5).

Найпоширеніші при зварюванні джерела змінного струму — трансформатори. Ними користуються при ручному дуговому зварюванні, автоматичному зварюванні під флюсом, вони прості у виготовленні та експлуатації, мають найвищий коефіцієнт корисної дії (до 90 %).

Постійний струм має деякі технологічні переваги, він забезпечує більш високу стійкість дуги порівняно з дугою змінного струму. У тих випадках, коли стійкість помітно впливає на якість зварювання або на саму можливість зварювання (зварювання на малих струмах, зварювання електродами із слабо стабілізуючим фтористо-кальцієвим покриттям, напівавтоматичне зварювання у вуглекислому газі), доцільно використовувати джерела постійного струму. З них найбільш досконалими є випрямлячі. Як джерела постійного струму використовують також зварювальні генератори, перетворювачі та агрегати. Агрегати користуються, головним чином, при ручному зварюванні в монтажних і польових умовах. Порівняно з випрямлячами вони менш економічні і надійні, проте забезпечують можливість живлення за відсутності електричної мережі.

Конструкція та принцип дії джерела можуть змінюватися залежно від призначення. Зокрема, вище було показано, що для різних видів та способів зварювання потрібні джерела з різними типами зовнішньої характеристики. У виробничих умовах часто виникає необхідність на одному місці виконувати і ручне зварювання покритими електродами, і напівавтоматичне зварювання у вуглекислому газі. В такому разі застосовують універсальні джерела, тип їх зовнішньої характеристики змінюють незначним настроюванням. У цехах з великою кількістю постів зварювання економічні багатопостові джерела.

Обираючи джерела, керуються їх основними параметрами, головним з них є номінальний струм. Джерела для ручного зварювання розраховані на струм від 125 до 500 А, для напівавтоматичного — на струм від 200 до 1000 А, для автоматичного — від 500 до 2000 А, багатопостові джерела — на номінальний струм від 1000 до 5000 А. До основних параметрів належить номінальна робоча напруга. Наприклад, однопостові джерела із спадаючою характеристикою, призначені для ручного зварювання, мають номінальну напругу від 25 до 40 В. Слід звернути також увагу на межі регулювання робочої напруги.

Важливою характеристикою є напруга неробочого ходу в джерелах для ручного зварювання ($U_{н.х} = 60...80$ В).

Джерела працюють в одному із таких режимів: переміжному, повторно-короткочасному та тривалому. У переміжному режимі робота з навантаженням протягом часу t_n чергується з неробочим ходом протягом $t_{н.х}$, коли джерело не вимикається з мережі. Такий режим характеризується відносною тривалістю навантаження, %.

$TN = 100 \frac{t_n}{t_n + t_{н.х}}$. Джерела для ручного зварювання мають номінальну TN , рівну 60 %.

У повторно-короткочасному режимі робота з навантаженням перемежається з періодичними вимкненнями джерела з мережі на час t_0 . Такий режим характеризується відносною тривалістю вмикання, %.

$TB = 100 \frac{t_n}{t_0 + t_n}$. У тривалому режимі ($TB = 100$ %) джерело живлення безперервно працює з навантаженням.

Якщо джерело експлуатується без перерв у роботі, потрібно визначити струм тривало допустимого зварювального струму

$$I_{тр} = I_n \sqrt{TN/100}. \quad (1.2)$$

Неправильна експлуатація може призвести до передчасного виходу джерела з ладу.

Крім названих параметрів у технічній документації наводяться напруга живильної мережі, номінальна потужність, коефіцієнт корисної дії, габарити та маса джерела.

Контрольні питання

1. Назвіть призначення джерела живлення зварювальної дуги.
2. За яких умов може виникнути та бути стабільним дуговий розряд у газах?
3. Що називають статичною характеристикою зварювальної дуги?
4. Що називають зовнішньою характеристикою джерела живлення?
5. Перелічіть вимоги до джерел живлення.
6. Як забезпечити стійке горіння дуги за допомогою джерела живлення?
7. Які особливості горіння дуги змінного струму?
8. Як регулюється зварювальний струм за допомогою джерела?
9. Назвіть основний технічний параметр джерела.
10. Що називають відносною тривалістю навантаження? Як вона пов'язана із силою номінального зварювального струму?
11. Назвіть основні типи джерел живлення відповідно до класифікації.

Розділ 2. ЗВАРЮВАЛЬНІ ТРАНСФОРМАТОРИ

2.1. ПРИНЦИП ДІЇ

Дія трансформатора заснована на явищі електромагнітної індукції. Зварювальний трансформатор (рис. 2.1) має стрижневе осердя і змонтовані на ньому первинну 1 та вторинну 2 обмотки.

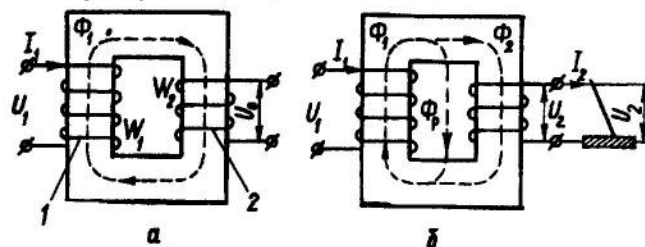


Рис. 2.1. Характеристики роботи трансформатора: а — неробочий хід; б — з навантаженням

Режим неробочого ходу трансформатора (рис. 2.1, а) встановлюється (при розімкненому колі вторинної обмотки) в момент підключення первинної обмотки до мережі змінного струму з напругою U_1 . При цьому у первинній обмотці йде струм I_1 , який створює в осерді змінний магнітний потік Φ_1 . Потік наводить у вторинній обмотці змінну напругу U_2 . Оскільки коло вторинної обмотки розімкнене, то струм по ньому не проходить і ніяких витрат енергії у вторинному колі немає. Тому вторинна напруга при неробочому ході максимальна, її називають *напругою неробочого ходу* U_0 .

Відношення напруги на первинній обмотці до напруги на вторинній при неробочому ході називають коефіцієнтом трансформації K , він дорівнює відношенню числа витків первинної обмотки W_1 до числа витків вторинної W_2 . У зварювальних трансформаторах напруга мережі 220 або 380 В перетворюється у нижчу напругу — 60...90 В. Такі трансформатори називають *знижувальними*.

Режим навантаження (рис. 2.1, б) встановлюється при замкненні кола вторинної обмотки під час запалювання дуги. При цьому під дією напруги U_2 у вторинній обмотці та дузі з'являється струм I_2 . Цей струм створює в осерді свій змінний магнітний потік, який прагне зменшити величину потоку, створеного первинною обмоткою. Протидіючи цьому, збільшується сила струму в первинній обмотці. Збільшення сили струму в первинному колі відбувається відповідно до закону збереження енергії: споживання енергії від мережі первинною обмоткою має дорівнювати віддачі енергії дузі з боку вторинної обмотки. Це означає, що знижуючи за допомогою трансформатора напругу в K разів, у стільки ж разів збільшують струм у вторинному колі. Тому в зварювальних трансформаторах вторинний струм у 3...6 разів більше, ніж первинний.

Спадаюча зовнішня характеристика у зварювальному трансформаторі виходить завдяки великому розсіюванню магнітного потоку. З такою метою первинну та вторинну обмотки розташовують на значній відстані одна від одної, наприклад на різних стрижнях. При навантаженні (рис. 2.1, б) частина потоку трансформатора замикається по повітрю, створюючи потік розсіювання Φ_p . Тому потік Φ_2 , який проходить крізь первинну обмотку, при навантаженні менший, ніж потік Φ_1 , який проходить крізь вторинну обмотку. Відповідно її напруга U_2 , що наводиться потоком Φ_2 у вторинній обмотці, спадає порівняно з величиною U_p , що наводиться при неробочому ході потоком Φ_1 , на деяку величину E_p , котру називають *електрорушійною силою розсіювання ЕРС*. Таким чином, має місце зниження вторинної напруги трансформатора через його втрати на внутрішньому опорі, який називають *індуктивним опором трансформатора X*. Із зростанням струму вторинної обмотки збільшується потік та ЕРС розсіювання. Тому із зростанням навантаження напруга на виході трансформатора U_2 зменшується, тобто зовнішня характеристика такого трансформатора є спадаючою. Крутість нахилу зовнішньої характеристики тим більша, чим більше індуктивний опір трансформатора.

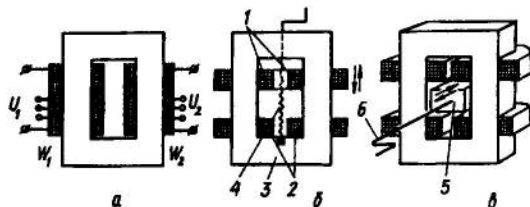


Рис. 2.2. Регулювання струму зварювальних трансформаторів

Регулювати струм можна, змінюючи як напругу неробочого ходу, так і опір трансформатора (рис. 2.2).

Напруга неробочого ходу трансформатора $U_0 = U_1 W_2 / W_1$. Якщо дугу підключити до крайніх контактів вторинної обмотки (рис. 2.2, а), то число витків W_2 , що беруть участь у роботі, збільшиться. Збільшиться її напруга неробочого

ходу, а тому й зварювальний струм. Очевидно, що із зростанням числа витків первинної обмотки W_1 струм зменшиться. Секційовані обмотки дають можливість регулювати струм лише ступінчасто, тобто порівняно грубо. Тому даній спосіб регулювання часто доповнюють ще плавним регулюванням за рахунок змінного опору трансформатора.

Плавне регулювання струму (рис. 2.2, б) здійснюється, наприклад, пересуванням по осердю 3 рухомих обмоток 1 за допомогою гвинтового механізму 4. Якщо збільшити відстань між первинною 1 та вторинною 2 обмотками, то зросте потік розсіювання й ЕРС розсіювання, а значить, збільшаться втрати енергії всередині трансформатора, а це спричиняє зменшення струму. Тобто, збільшення відстані між обмотками призводить до збільшення індуктивного опору трансформатора. Так само введення магнітного шунта 5 (рис. 2.2, в) між обмотками зменшить магнітний опір на шляху потоку розсіювання, сам потік зросте, а струм зменшиться. Змінюючи положення шунта регулятором 6, плавно регулюють зварювальний струм. З цією ж метою можна використовувати і нерухомий магнітний шунт, що підмагнічується за допомогою обмотки керування постійного струму. Якщо струм в обмотці керування збільшити, то внаслідок насичення заліза шунта його магнітний опір зросте. При збільшенні магнітного опору на шляху потоку розсіювання потік зменшиться, наслідком чого стане збільшення зварювального струму.

Крім того, опір трансформатора можна регулювати ступінчасто, змінюючи способи з'єднання обмоток. Найчастіше трансформатор має дві первинні та дві вторинні обмотки. Нехай при використанні лише однієї первинної та однієї вторинної обмотки опір трансформатора X_T дорівнює X . Тоді при послідовному з'єднанні двох первинних обмоток і послідовному з'єднанні двох вторинних загальний опір трансформатора збільшується до $X_T = 2X$. При паралельному з'єднанні первинних і паралельному з'єднанні вторинних обмоток загальний опір знижується до $X_T = X/2$. Таким чином, змінюючи з'єднання обмоток, можна отримати три ступеня грубого регулювання, що забезпечує чотирикратну зміну струму.

2.2. ТРАНСФОРМАТОРИ ДЛЯ РУЧНОГО ЗВАРЮВАННЯ

У наш час для ручного зварювання найчастіше використовують трансформатори з рухомими котками (котушками) типу ТД і ТДМ. Для виконання зварювальних робіт у монтажних умовах випускають переносні трансформатори з рухомими котушками й шунтами, а також трансформатори, які регулюються намотуванням зварювального кабелю (ТДК-315У2) та ін.

Трансформатор ТД-500 (рис. 2.3) має магнітопровід 5, первинну 3 та вторинну 6 обмотки, перемикач діапазону струму 4 з рукояткою 2 і регулятор струму 1.

На обох стрижнях магнітопроводу є по одному котку первинної та вторинної обмоток, розташованих на деякій відстані одна від одної. Завдяки цьому трансформатор має підвищений індуктивний опір і крутоспадаючу зовнішню характеристику (рис. 2.4). Котки первинної обмотки намотані ізоляційним алюмінієвим проводом і нерухомо закріплені над нижнім ярмом. Рухомі котки вторинної обмотки виготовлені з алюмінієвої шини без ізоляції. Виводи котків армовані міддю для надійного електричного контакту.

Крізь верхнє ярмо магнітопроводу пропущено ходовий гвинт, який загвинчується в ходову гайку, вмонтовану між котками вторинної обмотки. При повер-

танні ходового гвинта рукояткою 2 (рис. 2.3) переміщують вторинні котки й тим самим змінюють відстань між обмотками та силу зварювального струму. Обертуючи рукоятку регулятора струму проти годинникової стрілки, зближують обмотки, таким чином зменшуючи індуктивність розсіювання та збільшуючи зварювальний струм. При обертанні рукоятки за годинниковою стрілкою відстань між обмотками збільшується, а струм, навпаки, зменшується.

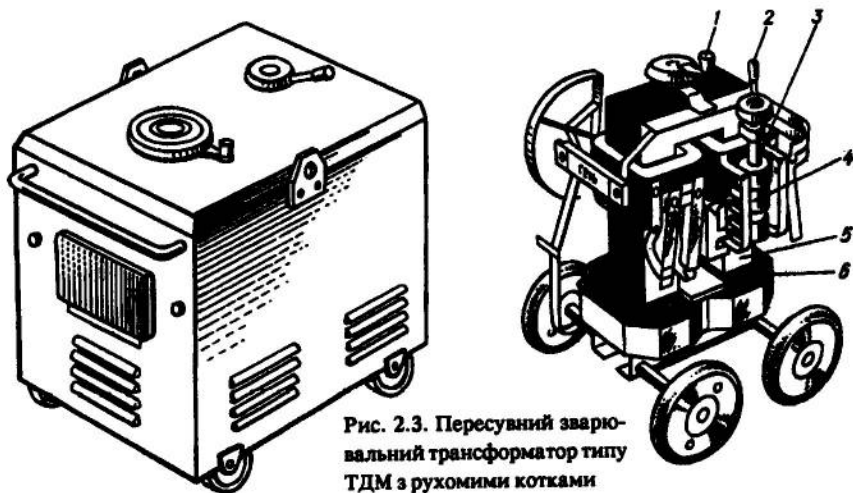


Рис. 2.3. Пересувний зварювальний трансформатор типу ТДМ з рухомими котками

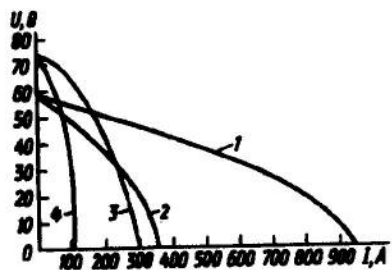


Рис. 2.4. Зовнішні характеристики трансформатора типу ТДМ-503 для ручного зварювання: 1, 2 — діапазон великих струмів; 3, 4 — діапазон малих струмів

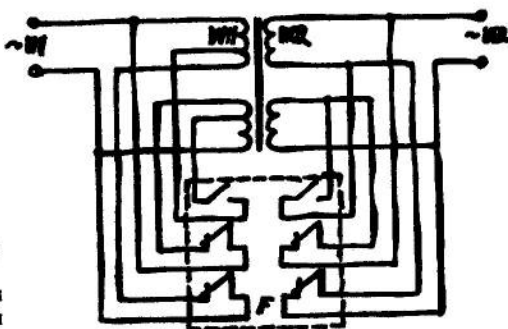


Рис. 2.5. Електрична схема трансформатора ТДМ-503

Трансформатор має два діапазони регулювання зварювального струму. Парне паралельне з'єднання котків первинних та вторинних обмоток дає діапазон великих струмів, послідовне з'єднання котків — діапазон малих струмів. Змінюють діапазон, вимкнувши з мережі трансформатор перемикачем барабанного типу 6, ручка 1 якого знаходиться над кришкою кожуха. У діапазоні малих струмів невелика частина витків первинної обмотки вимикається (рис. 2.5), і

напруга неробочого ходу трансформатора зростає. Це підвищує стабільність горіння дуги під час зварювання на малих струмах. Величина струму контролюється за шкалою струмопоказчика крізь оглядове вікно, розташоване на кришці кожуха трансформатора.

Захисний кожух трансформатора кріпиться болтами до осей, які в свою чергу прикріплені до нижніх кутиків магнітопроводу. Дошки затискачів для вмикання мережі та зварювального кабелю кріпляться на осерді з торцевих боків кожуха і закриваються кришками. Для зручності переміщення трансформатор має чотири колеса й дві ручки, для підйому — спеціальні скобки, розташовані у верхній частині кожуха.

Технічні характеристики трансформаторів типів ТД і ТДМ наведено в табл. 2.1 і 2.2.

2.1. Технічні характеристики трансформаторів типу ТД для ручного зварювання

Параметри	ТД-102УХЛ2	ТД-306УХИ2	ТД-300У2	ТД-500У2
Номинальний зварювальний струм, А	160	250	315	500
Номинальна робоча напруга, В	26,4	30	33	40
Номинальний режим роботи ТН, %	20	20	60	60
Діапазон регулювання зварювального струму, А	60—175	100—300	60—400	100—560
Напруга неробочого ходу, В	80	80	61; 79	61; 79
Номинальна корисна потужність, кВт	4,2	7,5	20,5	37
ККД, %	72	78	86	88
Коефіцієнт потужності	0,48	0,5	0,56	0,68
Габаритні розміри, мм:				
довжина	548	608	692	720
ширина	300	345	620	670
висота	530	585	710	835
Маса, кг	37	66	135	180

2.2. Технічні характеристики трансформаторів типу ТДМ для ручного зварювання

Параметри	ТДМ-165-У2	ТДМ-254-У2	ТДМ-317-У2	ТДМ-401-У2	ТДМ-503-У2
Номинальний зварювальний струм, А	160	250	315	400	500
Номинальна робоча напруга, В	26	30	33	36	40
Номинальний режим роботи ТН, %	25	35	60	60	60
Діапазон регулювання зварювального струму, А	55—170	85—250	60—360	80—460	90—560
Напруга неробочого ходу, В	62	62	62; 80	62; 80	65; 75
Номинальна корисна потужність, кВт	4,2	7,5	10,4	14,4	23,8
ККД, %	68	76	86	86	88
Коефіцієнт потужності	0,48	0,5	0,56	0,6	0,65
Габаритні розміри, мм:					
довжина	450	450	555	555	558
ширина	290	290	585	585	600
висота	510	510	820	850	892
Маса, кг	38	50	130	143	175

Примітка. Крім того, випускають трансформатори ТДМ-401-1У2, ТДМ-503-1У2, ТДМ-503-3У2 з пристроєм для зниження напруги неробочого ходу УСНТ-06У2; ТДМ-503-4У2 із збудником-стабілізатором ВСД-01У3; трансформатори ТДМ-503-2У2 і ТДМ-503-3У2 — з конденсатором для підвищення коефіцієнта потужності.

Зварювальні трансформатори СТШ-500 і СТШ-500-80 належать до трансформаторів з рухомими магнітними шунтами.

Котки первинної обмотки 1 трансформатора типу СТШ-500 нерухомо закріплені над нижнім ярмом, а котки вторинної обмотки 4 — під верхнім ярмом магнітопроводу 3 (рис. 2.6). У вікні магнітопроводу, у просторі між первинними та вторинними котками, розташовані два магнітні шунти 2. Положення шунтів можна регулювати за допомогою ходового гвинта і гайок, вмонтованих у шунти. Один із шунтів має гайку з лівою різью, другий — з правою. При обертанні гвинта за годинниковою стрілкою шунти розсуваються, проти годинникової стрілки — зсуваються. Таким чином змінюється індуктивність розсіювання і забезпечується плавне регулювання струму: шунти зсуваються — струм зменшується, розсуваються — зварювальний струм збільшується.

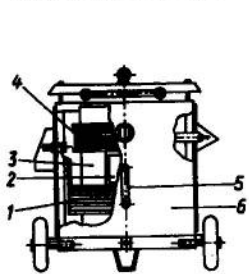


Рис. 2.6. Зовнішній вигляд зварювального трансформатора СТШ-500

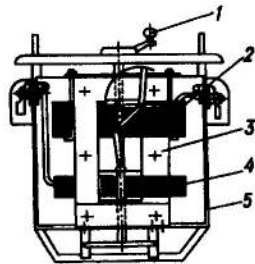


Рис. 2.7. Пересувний зварювальний трансформатор ТД-102

Для усунування гудіння трансформатора та перекосу шунтів у глухих отворах їх бічних поверхонь встановлені пружини з ковпачками. Шунти, як і магнітопровід трансформатора, набирають із листів електротехнічної сталі завтовшки 0,5 мм. Обмотки трансформатора алюмінієві, армовані на кінцях міддю.

Трансформатор встановлюється на раму з колесами і закривається кожухом 6. Дошка затискачів для ввімкнення мережної напруги розташовується на лівій бічній стінці кожуха, дошка затискачів для приєднання зварювальних проводів — на правій. Обидві вони закриті захисними кришками. На передній стінці кожуха виведена рукоятка регулювання струму 5 та струмопоказчик.

У трансформаторі СТШ-500-80 передбачено перемикання котків з паралельного на послідовне вмикання для грубого регулювання струму. Він має також пристрій, що вимикає первинну напругу через 0,5...1 с після зупинення зварювання.

Зовнішні характеристики трансформаторів СТШ-500 та СТШ-500-80 крутоспадаючі.

Для зварювання в монтажних умовах випускають полегшені трансформатори. Зменшення маси й габаритів трансформаторів досягають за рахунок зменшення потужності, тривалості навантаження ТН, границь регулювання струму, використання для осердя сталі з високою магнітною проникністю, а для обмоток — алюмінієвих проводів із теплостійкою скляною ізоляцією.

Пересувний зварювальний трансформатор ТДП-1 (ТД-102) належить до трансформаторів з рухомими котками.

Він складається (рис. 2.7) із осердя 3 з первинними 4 та вторинними 2 обмотками, регулятора зварювального струму 1, перемикача ступенів, затискачів для вмикання в мережу та зварювальних проводів, кожуха 5 та кришки з двома ручками для пересування вручну.

Обидва котки вторинної обмотки нерухомо закріплені над верхнім ярмом. Котки первинної обмотки — рухомі, вони можуть пересуватися за допомогою ходового гвинта й рукоятки, яка розташована над кришкою трансформатора. Завдяки рознесенню обмоток трансформатор ТДП-1 має крутоспадаючі зовнішні характеристики.

Зварювальний струм регулюється ступінчасто за допомогою барабанного перемикача внаслідок Perez'єднання котків вторинної обмотки. При паралельному з'єднанні котків маємо діапазон великих струмів (85...175 А), при вимкненні одного з котків — діапазон малих струмів (55...85 А). Плавне регулювання зварювального струму у межах кожного діапазону здійснюється обертанням рукоятки регулятора струму, при повороті за годинниковою стрілкою обмотки зближуються і зварювальний струм зростає. Величина струму встановлюється за допомогою струмопоказчика секторного типу.

Кожух трансформатора складається з двох знімних бічних стінок. Затискачі для підключення проводів розташовані з боку торцевих стінок. Затискачі для підключення проводів живильної мережі закриті кришкою, що кріпиться до кожуха трансформатора двома болтами з кільцями для утримання проводів зварювального кола.

Аналогічна конструктивна будова у трансформатора ТСП-2 (ТД-306). Він відрізняється від трансформатора ТДП-1 лише більшою потужністю, габаритами, масою і розрахований на зварювальні струми до 300 А.

Пересувні трансформатори ТСМ-250 та ТСМ-М-250 виконані за схемою з ярмовим розсіюванням. Регулювання здійснюється шляхом зміни намотки кабелю.

Трансформатор складається з магнітопроводу 5, первинної 3 та вторинної 4 обмоток, розташованих на різних стрижнях, і двох додаткових обмоток 2, які охоплюють обидва стрижні (рис. 2.8). Зварювальний кабель 1 навито безпосередньо на кожух трансформатора.

Трансформатор має чотири діапазони регулювання струму, отримувани при узгодженому або зустрічному вмиканні двох додаткових обмоток із вторинною обмоткою. При узгодженому вмиканні ЕРС додаткових обмоток складається з ЕРС вторинної обмотки і струм збільшується, при зустрічному — струм зменшується. Струм зменшується при вмиканні зварювальних проводів та перемкненні до відповідних клем на дошці затискачів 6. Плавне регулювання у межах одного діапазону здійснюється намотуванням до чотирьох витків зварювального кабелю навкруг кожуха в той або інший бік.

Для зварювання в побутових умовах фірма "СЭЛМА" (м. Симферополь) спільно із шведською фірмою ESAB випускає трансформатори типу ТДМ-121У2 "СЭЛМА", які регулюються висувними шпунтами.

Така сама конструкція й інших трансформаторів: типу ТДМ-122 та ТДМ-180 з рухомими шунтами, трансформатору ТДМ-411У2 "ТРАНС-3".

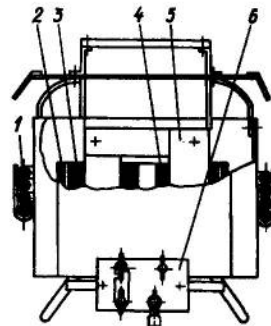


Рис. 2.8. Зварювальний трансформатор ТСМ-250

Трансформатори мають кругоспадаючі характеристики, їхні технічні дані наведено в табл. 2.3, 2.4.

2.3. Технічні характеристики зварювальних трансформаторів типу ТСМ

Параметри	ТСМ-250	ТСМ-М-250
Первинна напруга, В	380	380
Номинальний зварювальний струм, А	250	250
Номинальна робоча напруга, В	25	30
Номинальний режим роботи ТН, %	20	30
Діапазон регулювання зварювального струму, А	92—250	92—250
Напруга неробочого ходу, В	60	60
Номинальна потужність, кВА	6,2	6,2
ККД	0,69	0,69
Коефіцієнт потужності	0,55	0,69
Габаритні розміри, мм:		
довжина	400	340
ширина	370	398
висота	450	450
Маса, кг	35	53

2.4. Технічні характеристики трансформаторів з рухомими шунтами

Параметри	ТДМ-121	ТДМ-180	ТДМ-411
Первинна напруга, В	220	220/380	380
Номинальний зварювальний струм, А	120	180	400
Номинальна робоча напруга, В	26	26	36
Номинальний режим роботи ТН, %	20	20	10
Напруга неробочого ходу, В	49	65	80
Габаритні розміри, мм:			
довжина	185	330	360
ширина	270	360	360
висота	430	930	1130
Маса, кг	26,5	55	80

Примітки: 1. Кліматичне виконання У2.

2. Трансформатори дозволяється вмикати лише після занулення корпусу. Заземлювання корпусу трансформатора без його занулення не допускається. Працювати з незаземленим корпусом трансформатора категорично забороняється.

2.3. СТАБІЛІЗАТОРИ ДУГИ ЗМІННОГО СТРУМУ. ЗВАРЮВАЛЬНІ ТРАНСФОРМАТОРИ ЗІ СТАБІЛІЗАЦІЄЮ ДУГИ

Для покращення горіння дуги при зварюванні на змінному струмі застосовують стабілізатор — збудник дуги ВСД-01, стабілізатор дуги СД-2 на 50 Гц та стабілізатори для малостійких дуг на 100 і 200 Гц. Стабілізатори дуги подають на дуговий проміжок стабілізуючий імпульс під час переходу струму через нульове значення та після короткого замикання. Стабілізатор фактично повторно запалює дугу й підтримує її горіння, доки напруга зварювального трансформатора не стане достатньою для живлення дугового розряду.

Є кілька типів стабілізаторів для паралельного вмикання: СД-2, СД-3, СД-4, СД-100М. Стабілізатори СД-3 бувають автономними та вбудованими у джерело живлення. Стабілізатор дуги УСГД-1У2 на 200 Гц у вигляді окремого пристрою не випускається. Він йде у комплекті з трансформатором ТДК-315У2 та установкою спеціального типу УДС-251У2.

Стабілізатор СД-2 (рис. 2.9) складається із зарядного пристрою *G*, конденсатора *C*, трансформатора струму *T2*, контактора *K* і блока керування *БК*. Конденсатор заряджається від зарядного пристрою, і в час переходу зварювального струму через нульове значення розряджається на дуговий проміжок, стабілізуючи дуговий розряд.

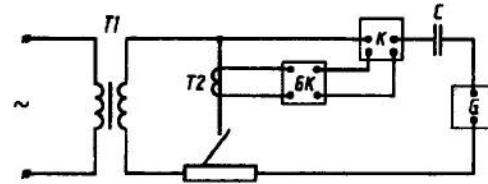


Рис. 2.9. Схема вмикання трансформатора та стабілізатора СД-2

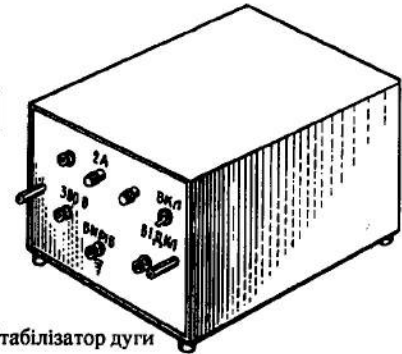


Рис. 2.10. Стабілізатор дуги

Стабілізатори мають вигляд окремого блока (рис. 2.10). Їх можна підключати до будь-якого серійного трансформатора для ручного дугового зварювання (*T1* на рис. 2.9). Вони полегшують початкове й повторне запалювання дуги та забезпечують можливість зварювання на змінному струмі електродами, призначеними для зварювання на постійному струмі.

Для зварювання на змінному струмі електродами з низькими стабілізуючими властивостями (наприклад, багатьма електродами для зварювання нержавіючих сталей) слід подавати на дуговий проміжок імпульси частотою 100 та 200 Гц.

Застосовуються джерела змінного струму з вбудованими імпульсними пристроями стабілізації горіння дуги на струми 160, 250 та 315 А.

Джерело живлення "Розряд-250" складається із трансформатора, за будовою аналогічного до трансформатора марки ТСМ-250, та стабілізатора на 100 Гц, подібного до стабілізатора СД-2.

Джерело має кругоспадаючу зовнішню характеристику. Ступінчасте регулювання струму здійснюється перемикачем. Плавне регулювання зварювального струму в діапазоні між ступенями виконується за допомогою зварювального кабелю, що навивається на кожух у той чи інший бік. Схема стабілізатора дуги живиться від витків, розташованих на магнітопроводі силового трансформатора. При цьому забезпечується автоматичне вимкнення стабілізатора дуги на неробочому ході зварювального трансформатора.

Джерело живлення "Розряд-160" також укомплектовано стабілізатором дуги на 100 Гц. Його трансформатор забезпечує ступінчасте регулювання зварювального струму за допомогою перемикача, який має сім позицій. На перших чотирьох ступенях зварювальний трансформатор може працювати від побутової мережі.

Джерело ТДК-315У2 "Розряд-315" із стабілізатором СД-3 забезпечує стійке горіння дуги з напругою неробочого ходу $U_0 = 45$ В.

Джерело живлення УДС-251У2 із вбудованим стабілізатором СД-3 забезпечує зварювання плавким і неплавким електродом, плавне та дистанційне регулювання зварювального струму, модуляцію струму.

Джерела живлення "Розряд-250" та "Розряд-160" можуть використовуватися для ручного зварювання звичайних та нержавіючих сталей електродами, призначеними як для зварювання на змінному, так і на постійному струмі. Технічні дані джерел наведено в табл. 2.5.

2.5. Технічні характеристики трансформаторів з імпульсними стабілізаторами горіння дуги

Параметри	"Розряд-160"	"Розряд-250"	ТДК-315У2 "Розряд-315"	УДС-251У2
Первинна напруга, В	220	380	380	380
Номинальний зварювальний струм, А	160	250	315	250
Номинальний режим роботи ТН, %	20	20	20	20
Діапазон регулювання зварювального струму, А	60—160	90—250	100—340	50—275
Напруга неробочого ходу, В	60	60	45	45
ККД	0,69	0,69	0,75	0,75
Коефіцієнт потужності	0,55	0,55	0,70	0,70
Габаритні розміри, мм:				
довжина	350	350	420	350
ширина	310	310	350	350
висота	480	480	480	480
Маса, кг	42	50	55	45

2.4. ТРАНСФОРМАТОРИ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗВАРЮВАННЯ

Трансформатори типу ТДФ призначені для автоматичного зварювання під флюсом. Трансформатор типу ТДФ-1001 складається з таких вузлів: корпусу з кришками та стінками, саме трансформатора (3, 4, 5), контактора 7, блока керування 1, блока вентилів 2 і вентилятора 6 (рис. 2.11).

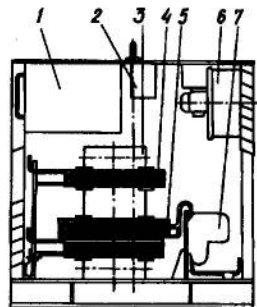


Рис. 2.11. Зовнішній вигляд трансформатора ТДФ-1001 для автоматичного зварювання під флюсом

Трансформатор має магнітопровід 3 із двома стрижневими осерддями, менше з них (магнітний шунт) встановлено у більше (основний магнітопровід) перпендикулярно до нього. Вторинна обмотка 5 складається з двох частин: основна частина розташована над нижнім ярмом основного магнітопроводу, додаткова разом з первинною обмоткою 4 — під верхнім ярмом. Завдяки наявності магнітного шунта й розміщенню первинної та основної обмотки на значній відстані трансформатор має розвинену магнітну систему і крутоспадаючі зовнішні характеристики. На магнітному шунті розташовані чотири котки обмотки керування.

Трансформатор забезпечує ступінчасте та плавне регулювання зварювального струму. Щоб перейти зі ступеня менших струмів на ступінь більших струмів, зварювальні проводи знімаються з клем 3 та 2 і кріпляться на клемі 1 та 2 (рис. 2.12). Разом з цим вимикається частина витків основної вторинної обмотки і вмикається додаткова частина вторинної обмотки. Плавне регулювання здійснюється підмагнічуванням магнітного шунта. Із збільшенням струму в обмотці керування збільшується насичення магнітопроводу шунта та його магнітний опір. А тому зменшується потік розсіювання та індуктивний опір трансформатора, завдяки чому зростає зварювальний струм.

Обмотка керування шунта живиться від допоміжного трансформатора Т2 через тиристри V1 та V3 (рис. 2.12). На керуючий електрод тиристорів з транзисторного логічного елемента М-403 у кожний період змінного струму подаються відключаючі імпульси. За допомогою резистора регулюється момент подавання цих імпульсів, а значить і величина струму, що подається через тиристри V1 та V3 на обмотку керування магнітного шунта (більш детально принцип регулювання струму за допомогою тиристорів висвітлено в розділі 5).

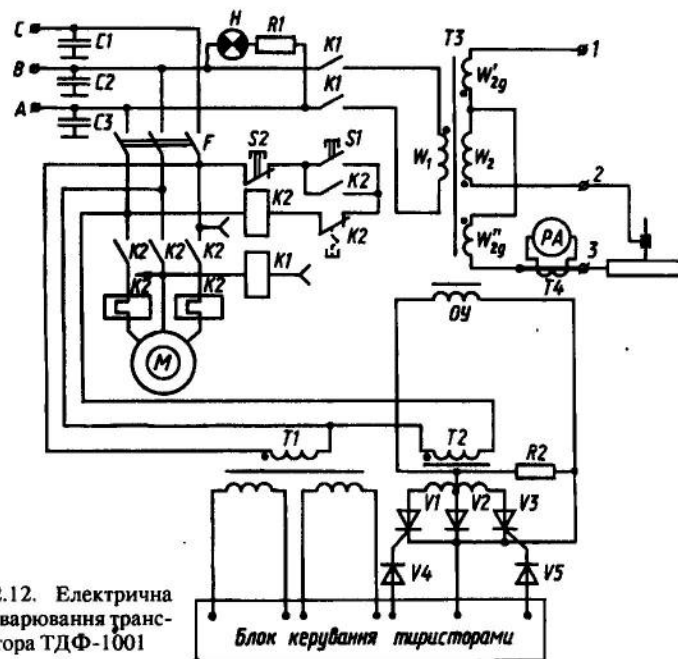


Рис. 2.12. Електрична схема зварювання трансформатора ТДФ-1001

Схема блока керування забезпечує також стабілізацію зварювального режиму та можливість дистанційного регулювання струму з пульта, винесеного на зварювальний автомат.

Трансформатор ТДФ-1601 має подібну будову.

Порядок вмикання трансформаторів такий. Підключають зварювальні дроти відповідно до необхідного діапазону струмів, установлюють перемикач 10 на місце або дистанційне регулювання. Замикають мережний рубильник, і загоряється сигнальна лампа "Мережа" 11. Включають автоматичний вимикач, а потім за допомогою кнопки "Пуск" та пускача запускають двигун вентилятора і підготовлюють до вмикання силовий контактор K1. Вмикання контактора здійснюють з пульта зварювального автомата, разом з цим збуджується зварювальна дуга і трансформатор включається під навантаження. Плавне регулювання здійснюють регулятором струму або виносним регулятором з пульта автомата. Для контролю за величиною зварювального струму на панелі керування є амперметр.

Вимикають трансформатор кнопкою "Стоп" 13.

Технічні дані трансформаторів типу ТДФ для механізованого зварювання наведено в табл. 2.6.

2.6. Технічні характеристики трансформаторів для автоматичного зварювання під флюсом

Параметри	Тип трансформатора			
	ТДФ-1001	ТДФЖ-1002	ТДФ-1601	ТДФЖ-2002
Первинна напруга, В	220 або 380	380	380	380
Номінальний зварювальний струм, А	1000	1000	1600	2000
Номінальна робоча напруга, В	44	56	60	76
Номінальний режим роботи ТН, %	100	100	100	100
Діапазон регулювання зварювального струму, А	400—1200	300—1200	600—1800	600—2200
Напруга неробочого ходу, В	68—71	112	95—105	120
ККД, не менше	0,87	0,86	0,88	0,88
Габаритні розміри, мм:				
довжина	1200	1370	1200	1370
ширина	830	760	830	760
висота	1200	1220	1200	1220
Маса, кг, не більше	720	550	1000	850

Трансформатори типу ТДФЖ призначені для живлення зварювальних апаратів з постійною швидкістю подачі електродного дроту, широко застосовуються при зварюванні під флюсом. Мають похилоспадаючу зовнішню характеристику.

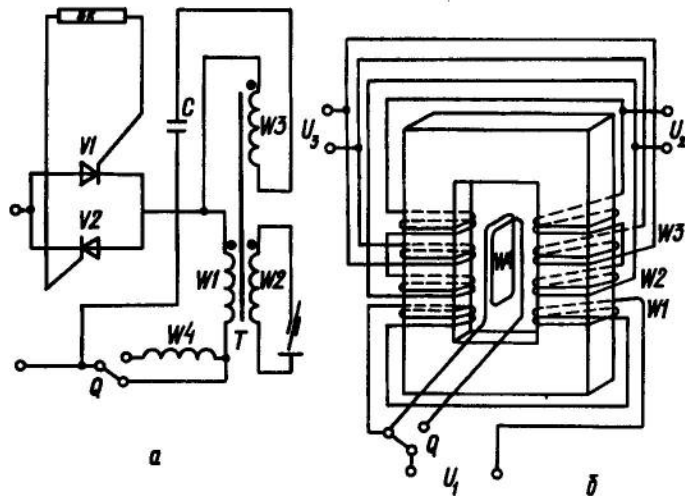


Рис. 2.13. Спрощена електрична схема (а) та конструкція (б) тиристорного трансформатора ТДФЖ-1002

Формування похилоспадаючої зовнішньої характеристики та плавне регулювання режиму зварювання здійснюється за допомогою двох зустрічно-паралельно з'єднаних тиристорів V1 та V2 і системи керування фазою їхнього ввімкнення. Трансформатор (рис. 2.13) складається з магнітопроводу з обмотками W1—W4. Первинна W1 та вторинна W2 обмотки розташовані на відстані

2...4 см одна від другої, тому трансформатор має підвищене магнітне розсіювання. Для настройки на діапазон малих струмів використовують дискову обмотку розсіювання W4, встановлену в площині вікна трансформатора, яка паралельна його стрижням. Для одержання діапазону великих струмів обмотка W4 відключається перемикачем Q.

У трансформаторі ТДФЖ-2002 весь діапазон регулювання розбито на три ступеня. У діапазоні середніх струмів котки реакторної обмотки вмикаються паралельно.

Для надійного повторного збудження дуги трансформатор має коло імпульсної стабілізації, складене з послідовно з'єднаних конденсатора C та імпульсної обмотки W3, що має магнітний зв'язок із обмоткою W2. Разом з ввімкненням будь-якого з тиристорів фазорегулятора (V1 або V2) конденсатор C заряджається до поточного значення напруги в мережі. Зарядний струм конденсатора проходить по обмотці W3, трансформується у вторинне коло та створює на дуговому проміжку імпульс напруги, достатній для повторного збудження дуги. Після закінчення періоду провідності тиристора дуга гасне і конденсатор розряджається на первинну обмотку трансформатора. У наступний півперіод мережної напруги вмикається другий тиристор і процес імпульсної стабілізації дуги повторюється.

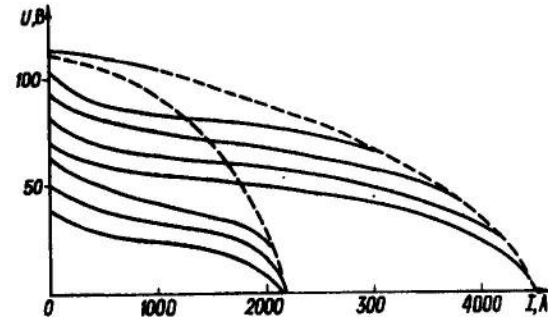


Рис. 2.14. Зовнішні характеристики трансформатора ТДФЖ-2002 (штриховими лініями позначено зовнішні характеристики для великих струмів, суцільними — для малих)

На рис. 2.14 наведено зовнішні характеристики трансформатора ТДФЖ-2002 для діапазонів великих і малих струмів. Штриховими лініями позначені природні крутоспадаючі зовнішні характеристики трансформатора. Похилоспадаючі зовнішні характеристики на робочій ділянці забезпечують надійне саморегулювання дуги при автоматичному зварюванні під флюсом та постійність напруги на дузі.

Формування зовнішніх характеристик, регулювання та стабілізація режиму зварювання у тиристорних трансформаторах забезпечуються внутрішньою замкнутою системою автоматичного регулювання.

2.5. ВІМКНЕННЯ, НАЛАГОДЖУВАННЯ ТА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Трансформатори для ручного зварювання. Перед пуском нового трансформатора або такого, що довгий час не експлуатувався, потрібно:

розконсервувати його, очистити від мастила, продути стисненим повітрям, перевірити, чи немає видимих пошкоджень і чи не послаблені кріплення після транспортування;

перевірити мегомметром на 500 В опір ізоляції між первинною обмоткою та корпусом (попередньо вимкнувши фільтр для усунення радіоперешкод від кор-

пусу), між вторинною обмоткою та корпусом, первинною та вторинною обмотками. Опір ізоляції повинен бути не менше ніж 10 МОм. У разі зниження опору ізоляції трансформатор слід просушити, обдути теплим повітрям (температура обмоток має не перевищувати 100 °С); усі з'єднання виконати кабелем відповідного перерізу (табл. 2.7) і старанно затягти усі контактні затискачі;

заземлити зварювальний стіл і корпус трансформатора болтом із написом "Земля". Забороняється: вмикати трансформатор без заземлення, використовувати заземлення одного трансформатора для заземлення іншого, використовувати для заземлення болти, гвинти, шпильки, що виконують роль кріпильних деталей;

впевнитися, що кінці робочого кабелю не торкаються один до другого, електродотримач та кінець зворотного провoda не торкаються одночасно металевій поверхні;

встановити перемикач діапазону струмів відповідно до обраного режиму зварювання (рукоятку перемикача слід переводити з одного крайнього положення в інше ривком до упору при вимкненому з мережі трансформаторі);

перевірити відповідність напруги мережі напрузі, наведеній у табл. 2.7;

ввімкнути трансформатор у мережу через рубильник та запобіжники.

2.7. Переріз кабелів для вмикання зварювальних трансформаторів у мережу.

Трансформатори	Напруга в мережі, В	Сила первинного струму, А	Номінальна площа перерізу провoda, мм ²				
			первинного кола	вторинного кола при зварювальному струмі, А			
				500	400	300	125
ТДМ-317	220	97	16	—	50	25	
ТДМ-317-1	380	56	10	—	50	25	
ТДМ-401	220	124	16	—	70	25	
ТДМ-401-1	380	73	10	—	—	—	
ТДМ-503	220	155	25	95	70	50	
ТДМ-503-1	380	90	10	95	70	50	
ТДМ-503-2	380	65	10	95	70	50	
ТДМ-503-3	380	65	10	95	70	50	

Для забезпечення безперервної тривалої роботи трансформатора слід виконувати його технічне обслуговування, щоденні та періодичні огляди.

Перед початком роботи кожного дня потрібні зовнішній огляд трансформатора для виявлення випадкових пошкоджень окремих зовнішніх частин та усунення їх; перевірка заземлення трансформатора.

При періодичному обслуговуванні необхідно:

раз у місяць — очищати трансформатор від пилу й бруду, продувати його стисненим повітрям та протирати м'яким ганчір'ям; перевіряти стан електричних контактів;

раз у три місяці — перевіряти стан конденсаторів фільтра захисту від радіоперешкод (у разі потреби замінити зіпсовані конденсатори); перевірити опір ізоляції;

раз у шість місяців — очищати контакти та ізоляційні поверхні перемикача діапазону сили струму від мідного пилу та нальоту; змащувати тугоплавким мастилом ЦИАТИМ-201 контакти поверхні перемикача, а частини, що труться (ходовий гвинт, під'ятники перемикача, поверхні магнітопровodu в місцях ковзання плоских пластин рухомих котків, посадочні поверхні осей коліс) — тугоплавким універсальним мастилом УТ-1.

При зварюванні на відкритому повітрі в особливо небезпечних умовах (середи́ні металевих споруд тощо), а також у незручній позі (лежачи) для гарантії безпеки зварювальника під час заміни електродів трансформатор повинен мати обмежувачі напруги неробочого ходу УСНТ-06У2 або БСНТ-08У2, які знижують напругу неробочого ходу трансформатора до безпечної (12 В) не пізніше ніж через 1 с після затухання зварювальної дуги. На рис. 2.15 показано схему підключення обмежувача УСНТ-06У2 до зварювального трансформатора.

Після усунення несправностей слід підготувати трансформатор до роботи та перевірити: вторинну напругу неробочого ходу на обох діапазонах регулювання сили зварювального струму; границі регулювання сили зварювального струму; відсутність нагрівання в контактних з'єднаннях та в інших частинах.

Трансформатори для автоматичного зварювання. Після розконсервування трансформатора, очищення його від пилу й бруду, перевірки опору ізоляції, заземлення трансформатора та ввімкнення його в мережу в тому ж порядку, що й трансформаторів для ручного зварювання, необхідно:

для трансформаторів типу ТДФ — підключити зварювальні провodi з урахуванням потрібних діапазонів струму, встановити перемикач "Місцеве дистанційне керування" у необхідне положення. Підключати зварювальні провodi слід до спеціальних шин, закріплених на виводах вторинних котків силового трансформатора, для чого зняти торцеву стінку кожуха з лицьової панелі трансформатора. Марка й переріз провodiв, якими підключають трансформатор до автомата, а також схема підключення вказані в інструкції з експлуатації зварювального трансформатора. Мінімальний переріз мідних ізольованих провodiв підключення мережі трансформатора ТДФ-1001У3 на 380 В має бути 70 мм², для ТДФ-1601У4 — 185 мм²;

ввімкнути автоматичний вимикач, а також двигун вентилятора кнопкою "Пуск". Охолоджуюче повітря має всмоктуватися з боку лицьової панелі. Якщо цього не відбувається, необхідно змінити напрямок обертання вентилятора, помінявши місцями два основних живильних провodi;

трансформатор вимкнути кнопкою "Стоп" і автоматичним вимикачем;

для трансформаторів типу ТДФЖ — переключенням перемичок на панелі перемикачів діапазонів сили зварювального струму встановити потрібний діапазон і ввімкнути трансформатор у мережу. При цьому в трансформаторі ТДФЖ-2002 сигнальна лампа "Мережа" має засвітитися відразу ж після подачі напруги з мережі, а в трансформаторі ТДФЖ-1002 — після включення автоматичного вимикача. Мінімальний переріз мідних ізольованих провodiв для ввімкнення в мережу трансформатора ТДФЖ-1002 — 120 мм², ТДФЖ-2002 — 240 мм². Для живлення двигуна вентилятора необхідно підключити третій мало-струмовий живильний провід перерізом 2...4 мм²;

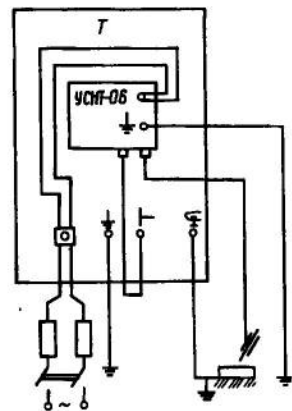


Рис. 2.15. Схема підключення обмежувача неробочого ходу УСНТ-06 до зварювального трансформатора

вимкнути автоматичний вимикач кіл керування трансформатора та вимикач “Вімкнено. Пуск” (охолоджує повітря має всмоктуватися з боку лицьової панелі);

перемикачем “Зварювання ввімкнено” ввімкнути трансформатор. Обертаючи за годинниковою стрілкою ручку потенціометра плавного регулювання напруги, встановленою на лицьовій панелі трансформатора, впевнитися у плавному зростанні напруги неробочого ходу до максимального значення (110...120 В).

Рівне несильне гудіння трансформатора починається з напруги неробочого ходу (80...90 В) і свідчить про його нормальну роботу. За відсутності напруги неробочого ходу або при підвищеному гудінні трансформатора слід вимкнути його з мережі, зняти слабкострумовий провід живлення вентилятора, вимкнути його двигун, підключити трансформатор до мережі двома силовими проводами. Вімкнуті автоматичні вимикачі. Якщо відсутня напруга неробочого ходу, проконтролювати напругу на вторинних обмотках допоміжного трансформатора, на потенціометрі-регуляторі й резисторах кіл керування силовими тиристорами. Плавність регулювання напруги на резисторах кіл керування свідчить про нормальну роботу схеми фазового керування. Для усунення несправності слід поміняти місцями проводи, підключені до первинної обмотки допоміжного трансформатора T2 (див. рис. 2.13).

Підвищене гудіння трансформатора свідчить про те, що працює лише один із силових тиристорів. Необхідно визначити, який з тиристорів не вмикається, по черзі розриваючи кола керування тиристорами V1 та V2. Якщо в колі керування непрацюючого тиристора обриву не виявлено, треба змінити фазу обмотки живлення кола керування даного тиристора, помінявши місцями проводи, підключені до обмотки, або змінити полярність керуючого імпульса на силовому тиристорі.

Порядок подальшого налагодження трансформатора:

- 1) вимкнути трансформатор з мережі;
- 2) ввімкнути двигун вентилятора;
- 3) подати напругу на трансформатор;
- 4) перевірити напругу неробочого ходу;
- 5) вимкнути трансформатор автоматичним вимикачем, замкнути накоротко його вихідні затискачі проводом великого перерізу (120...185 мм²);
- 6) ввімкнути трансформатор при мінімальній робочій нарузі. Перевірити регулювання сили зварювального струму, не допускаючи перегріву короткозамикаючого проводу, амперметром на лицьовій панелі трансформатора;
- 7) вимкнути трансформатор з мережі, замкнути накоротко тиристори V1 та V2 проводом, переріз якого не менше ніж 10 мм², поставивши вимикач “Зварювання” в положення “Вімкнено”. Ввімкнути трансформатор у мережу. Разом з цим при подачі напруги живлення автоматичний вимикач має вимкнути трансформатор з мережі.

Справний трансформатор можна підключати до зварювального автомата.

Настроювання автомата слід виконувати з вимкненою кнопкою “Зварювання” на зварювальному автоматі або вимкненому перемикачі “Зварювання” на лицьовій панелі трансформатора. Вибираючи діапазон сили зварювального струму, слід надати перевагу найменшому, якщо він забезпечує заданий режим зварювання.

Технічне обслуговування трансформаторів для автоматичного зварювання загалом аналогічне технічному обслуговуванню трансформаторів для ручного зварювання. Але, крім того, в трансформаторах автоматичного зварювання раз у місяць перевіряють затяжку кріплення силових котків та інших гвинтових з'єднань, раз у три місяці — стан блока керування, проводять ревізію контактора мережі (для трансформаторів типу ТДФ), один раз у шість місяців перевіряють технічний стан автоматичного вимикача, раз у рік розбирають електродвигун вентилятора, очищають його всередині, змінюють мастило в підшипниках. Для підшипників електродвигуна рекомендується жирове змащування.

Характерні несправності зварювальних трансформаторів та способи їх усунення наведено в табл. 2.8 та 2.9.

2.8. Несправності трансформаторів для ручного зварювання та способи їх усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Сильне нагрівання частин обмоток трансформатора	Виткове замикання в обмотках	Розібрати трансформатор, усунути замикання
Підвищене гудіння трансформатора, велика сила струму неробочого ходу	Виткове замикання у первинній обмотці	При необхідності замінити обмотку
Надмірне нагрівання осердя та скріплюючих його шпильок	Пошкодження ізоляції листів осердя або шпильок	Відновити ізоляцію
Підвищене нагрівання контактів	Пошкодження або послаблення контактів у з'єднанні	Розібрати з'єднання, що гріється, зачистити, щільно підігнати контакти поверхні, до кінця затягнути затискачі
Підвищене нагрівання контактів вимикача	Слабкий контакт струмоведучих шин з робочими перемичками барабана, розтріскування або послаблення пружини струмоведучих шин	Зачистити поверхні контактів, замінити пружини

2.9. Несправності трансформаторів для автоматичного зварювання типу ТДФЖ та способи їх усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Не світиться сигнальна лампа “Мережа” на лицьовій панелі	Перегоріла сигнальна лампа	Змінити лампу
Вентилятор працює нормально, але немає блокування вимикача “Вімкнено. Пуск”; вентилятор працює лише при натисненому вимикачеві	Не працює вітрове реле	Ліквідувати несправність вітрового реле
Підвищене гудіння трансформатора, надмірна сила струму неробочого ходу	Не працює один із тиристорів. Виткове замикання в обмотці	Перевірити коло керування тиристорами. Ліквідувати виткове замикання
При вимкненому автоматичному вимикачеві на вихідних затискачах є напруга неробочого ходу, спрацьовує автоматичний вимикач	Пробій силового тиристора	Виявити пробитий тиристор та замінити його

Несправність	Причина	Спосіб усунення
На вихідних затискачах трансформатора відсутня напруга	Несправна схема керування тиристорами	Перевірити наявність напруги на елементах схеми
Під час роботи вимикається магнітний пускач кіл керування	Нестабільна робота вітрового реле	Ліквідувати несправність вітрового реле
При натисненні вимикачі "Ввімкнено. Пуск" не обертається вентилятор	Не працює магнітний пускач кіл керування	Розібрати й прочистити магнітну систему пуску
Підвищене нагрівання контактів у з'єднаннях	Пошкодження або послаблення контактів, спричинені послабленням затяжки болтового затискача	Розібрати з'єднання й зачистити контактні поверхні, до кінця затягти болтовий затискач

Контрольні питання

1. Опишіть принцип дії трансформатора.
2. Як отримують крутоспадаючі зовнішні характеристики трансформаторів?
3. Яку зовнішню характеристику повинен мати трансформатор для ручного дугового зварювання?
4. Сформулюйте принцип плавного регулювання в трансформаторах з рухомими котками.
5. Як здійснюється ступінчасте регулювання струму трансформаторів з рухомими котками?
6. Як працюють пристрої стабілізації дугового розряду?
7. У чому полягає технічне обслуговування зварювальних трансформаторів для ручного зварювання?
8. У яких випадках рекомендують підключити до зварювального трансформатора пристрій зниження напруги неробочого ходу трансформатора?
9. Як правильно заземлити зварювальний трансформатор?
10. Якою має бути мінімальна напруга неробочого ходу, безпечна для зварювальника?

Розділ 3. ВИПРЯМЛЯЧІ ДЛЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

3.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ВИПРЯМЛЯЧІВ

Зварювальні випрямлячі є статичними перетворювачами змінного струму у випрямлений, який використовується в процесі зварювання.

Зварювальні випрямлячі мають значні переваги порівняно зі зварювальними генераторами: вони забезпечують високий ККД та менші втрати неробочого ходу, менші масу та габарити, відсутність вузлів, що обертаються, та безшумність у роботі.

Випрямлячі бувають одно- та багатопостовими.

Зварювальний випрямляч складається з таких основних елементів: трансформатора, регулюючого пристрою та напівпровідникових вентилів.

Часто до комплексу випрямляча входить дросель, який включають у коло постійного струму для згладжування пульсацій та зменшення розбризкування електродного металу.

Випрямлячі класифікують за такими ознаками: числом фаз живлення (однофазні та трифазні); схемою випрямлення; типом вентилів (з діодами або тиристорами); способом регулювання струмом або напругою.

За призначенням однопостові випрямлячі можуть бути: зі спадаючими зовнішніми характеристиками для ручного зварювання та механізованого зварювання під флюсом; з похилоспадаючими зовнішніми характеристиками для механізованого зварювання у вуглекислому газі; з крутоспадаючими та похилоспадаючими характеристиками (їх називають універсальними) для всіх видів дугового зварювання.

Багатопостові випрямлячі також випускають для ручного зварювання та зварювання під флюсом, для зварювання в захисних газах та універсальні.

3.2. ПРИНЦИП ДІЇ

Випрямляч — це пристрій, призначений для перетворення змінного струму в постійний. Основні елементи випрямляча (рис. 3.1): силовий трансформатор 1 для зниження сіткової напруги до необхідної при зварюванні; блок вентилів 2 для випрямлення змінного струму; стабілізуючий дросель 3 для зменшення пульсацій випрямленого струму дуги 4. Якщо випрямляч керований, то до схеми входить додатковий вузол 5, який містить систему керування вентилями. Для захисту випрямляча від пошкоджень в аварійних режимах його система містить блок 6 захисту та сигналізації.

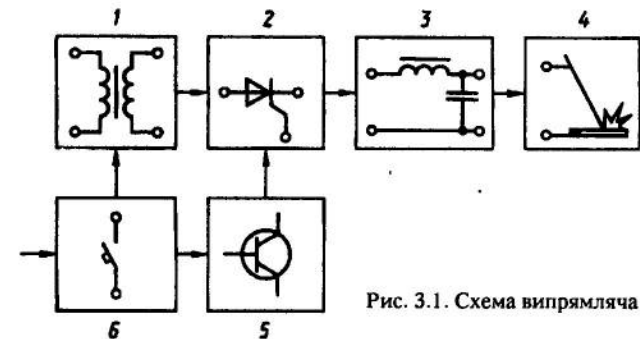


Рис. 3.1. Схема випрямляча

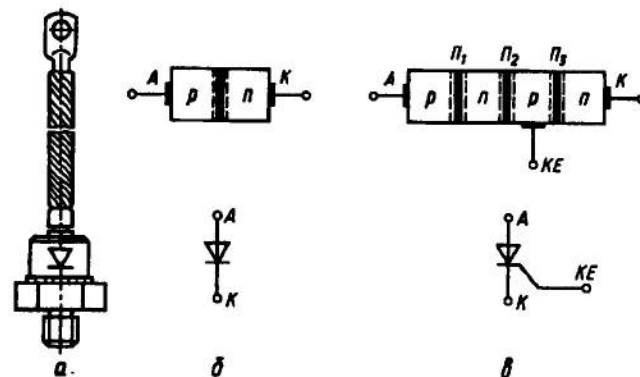


Рис. 3.2. Будова та принцип роботи кремнієвого діода (а, б) і тиристора (в)

Діоди виготовляють з тонкої кремнієвої пластинки, на один бік якої нанесено шар алюмінію. У разі безпосереднього контактування двох напівпровідників, один з яких має електронну n , а інший — діркову p -провідність, створюється електронно-дірковий перехід. Цей перехід легко пропускає електричний струм в одному напрямку (від анода A до катода K) і майже не пропускає струм у зворотному напрямку.

Кремніевий диск з $p-n$ -переходом впаяно у нерозбірний геометричний корпус, який запобігає зовнішньому впливу. Нижня частина корпусу виконана у вигляді шестигранної гайки, закінчується шпилькою з різьбою для вгвинчування вентиля в охолоджувач та приєднання катода до електричного кола. Зовнішнім виводом анода є мідний провід з наконечником, ізольованим від корпусу. Катодом називають електрод, приєднаний до диску з боку кремнію, анодом — електрод, приєднаний до алюмінієвої пластини.

Кремніевий тиристор (рис. 3.2, в) має чотири шари (p, n, p, n) та переходи (Π_1, Π_2, Π_3). Навіть якщо прикласти зовнішню напругу від анода до катода, середній перехід Π_2 включається у зворотному напрямку, тому тиристор не пропускає струм. Тиристор можна відперти, якщо подати на його керуючий електрод KE позитивний потенціал. У такому разі перехід Π_2 пробивається, й струм йде через тиристор від анода до катода. Тому тиристор називають *керуваним вентиляем*. Конструктивно він виконаний як кремнієвий діод, але має ще третій (керуючий) електрод.

Роботу випрамної схеми розглянемо на прикладі найпростішого однофазного випрамляча (рис. 3.3). Струм по навантаженому колу проходить лише тоді (рис. 3.3, а, б), коли точка a вторинної обмотки трансформатора, до якої приєднано анод вентиля, має позитивний потенціал відносно точки b (в інтервалах часу $t_0 - t_1$ та $t_2 - t_3$). В інтервалі часу $t_1 - t_2$ до вентиля прикладається зворотна напруга, і він не пропускає струм.

Напруга U_d , що подається на навантаження, буде збігатися з додатними півхвилями напруги U_2 вторинної обмотки трансформатора. Струм у навантаженні i_d проходить в одному напрямку, тобто є випрамленим струмом. Випрамлені напруга й струм прийнято характеризувати їхніми середніми значеннями U_d та I_d .

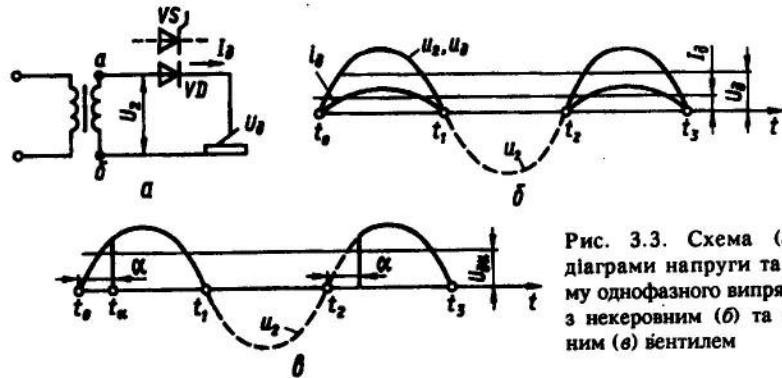


Рис. 3.3. Схема (а) та діаграми напруги та струму однофазного випрамляча з некеруваним (б) та керуваним (в) вентиляем

У разі заміни діода тиристором (див. рис. 3.3, а, штрихова лінія) струм пропускається за двох умов: на анод подано позитивну відносно катода напругу і на керуючий електрод тиристора подано відпираючий імпульс. У момент t_0 буде виконана лише перша умова, відпирання ж тиристора відбудеться тільки в момент t_a подачі імпульсу (рис. 3.3, в). Тому середнє значення випрамленої напруги U_d буде менше, ніж у схемі з діодом. Керуючи моментом подачі імпульсу або електричним кутом керування α , регулюють випрамлені напругу та струм. Окрім цього, за допомогою тиристорів легко сформувати зовнішні характеристики потрібного типу, стабілізувати струм і напругу.

Однонапівперіодна схема випрамлення має певні недоліки: неефективне використання трансформатора, великі пульсації випрамленої напруги й струму, переривчастий струм.

Цих недоліків не має трифазна мостова схема випрамлення. Випрамляч складається з трифазного трансформатора та шести вентилів, з'єднаних за мостовою схемою. Вентилі $V1, V3, V5$ утворюють катодну групу, їхній спільний вивід є позитивним полюсом для зовнішнього кола. Вентилі $V2, V4, V6$ утворюють анодну групу, спільна точка з'єднання їхніх анодів править за негативний полюс для зовнішнього кола.

У катодній групі протягом кожної третини періоду працює вентиль з найбільш високим потенціалом анода (рис. 3.4, б). В анодній групі в дану частину періоду працює той вентиль, катод якого має найбільш негативний потенціал по відношенню до спільної точки анодів. Вентилі катодної групи відкриваються в момент перетину додатних ділянок синусоїд (точки $a-z$ на рис. 3.4, б), а вентилі анодної групи — в момент перетину від'ємних ділянок синусоїд (точки $k-n$). Ко-

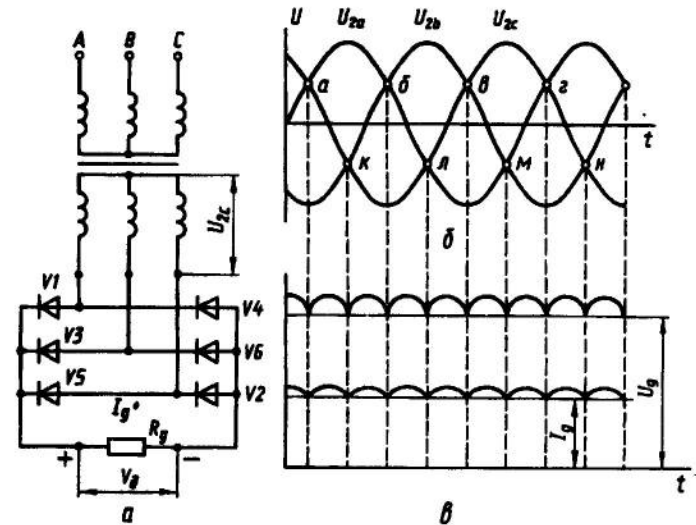


Рис. 3.4. Схема (а), вторинні напруга (б) та випрамлені струм та напруга (в) трифазного мостового випрамляча

жен з вентилів працює протягом третини періоду. Струм в будь-який час проводить два вентилі — один із катодної, інший з анодної групи. Так, від початкового моменту до точки a струм буде проходити від фази A трансформатора крізь вентиль $V1$, навантаження R_d , вентиль $V6$ до фази B . Від точки a до точки k працюють вентилі $V1$ та $V2$, від точки k до точки b — $V2$ та $V3$ і т. д. Струм у навантаженні весь час проходить в одному напрямку. Випрамлена напруга U_d і струм I_d відрізняються малими пульсаціями (рис. 3.4, в). Такий випрамляч забезпечує рівномірне навантаження фаз мережі живлення, ефективне використання трансформатора та вентилів. Трифазна мостова схема широко використовується у зварювальних випрамлячах.

Випрямлячі розрізняють за способом регулювання сили струму або напруги та за конструктивним виконанням.

У ручному зварюванні найбільш поширені випрямлячі з механічним регулюванням, силовий трансформатор яких виконаний за схемою з рухомими котками (типу ВД). Для механізованого зварювання у вуглекислому газі випускають випрямлячі, які регулюються зміною коефіцієнта трансформації силового трансформатора (типу ВС), методом магнітної комутації (типу ВСЖ), а також за допомогою дроселя насичення (типу ВДГ) або тиристорами. Універсальні випрямлячі мають тиристорне регулювання.

Випрямлячі слабких та середніх струмів (до 315 А) виконують за трифазною мостовою схемою, середніх струмів (до 500 А) — за шестифазною схемою із зрівняльним реактором, більших струмів (понад 1000 А) — за шестифазною кільцевою схемою випрямлення. Напівпровідниковими вентилями є кремнієві діоди та тиристори.

За видом приміщень випрямлячі мають третю або четверту категорії розміщення. Випрямлячі третьої категорії розміщення призначені для роботи у сирих неопалюваних приміщеннях з температурою $-40...+40$ °С, випрямлячі четвертої категорії розміщення — в опалюваних приміщеннях з коливаннями температури $+1...+45$ °С.

3.3. ВИПРЯМЛЯЧІ ДЛЯ РУЧНОГО ЗВАРЮВАННЯ

Для ручного зварювання призначені випрямлячі типу ВД-201, ВД-202, ВД-401, ВД-306, ВД-502-2.

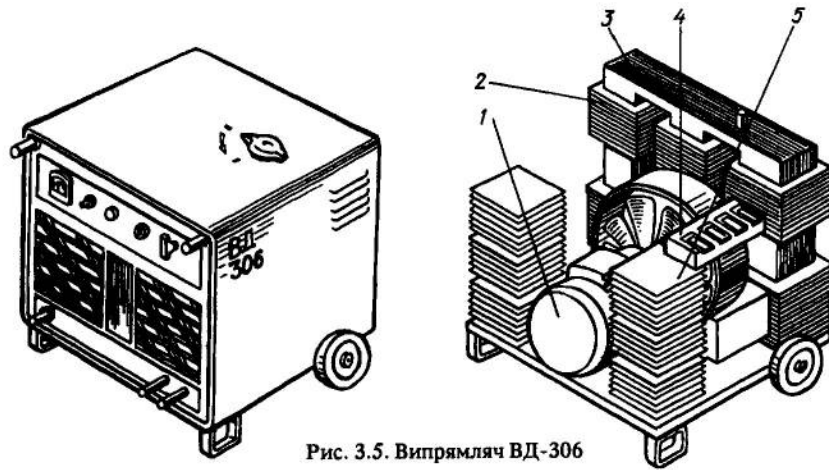


Рис. 3.5. Випрямляч ВД-306

Випрямляч типу ВД-306 (рис. 3.5) має знижуючий трифазний трансформатор 3 з підвищеною індуктивністю розсіювання та рухомими котками 2, що забезпечує необхідну для ручного зварювання крутоспадаючу зовнішню характеристику. Змінний струм перетворюється у постійний за допомогою випрямного блока з кремнієвих вентилів 5, з'єднаних за трифазною мостовою схемою випрямлення. Ступінчасте регулювання зварювального струму здійснюється з'єднанням обмо-

ток знижуючого трансформатора зіркою або трикутником, що дає два діапазони регулювання: діапазон слабких струмів — при з'єднанні первинних та вторинних обмоток трансформатора зіркою; діапазон великих струмів — при з'єднанні трикутником.

Перемикання діапазонів зварювального струму здійснюється перемикачем діапазонів барабанного типу 4. Двигуном 1 приводиться до руху вентилятор.

Плавне регулювання зварювального струму в межах кожного діапазону забезпечується зміною відстані між первинними та вторинними обмотками. Первинні обмотки — рухомі, а вторинні нерухомо закріплені під верхнім ярмом. Первинні обмотки рухаються за допомогою гайок та ходового гвинта, який обертається за допомогою рукоятки. При зближенні обмоток індуктивність розсіювання зменшується, зварювальний струм збільшується. Із збільшенням відстані між обмотками зварювальний струм зменшується.

Випрямляч включається у роботу таким чином. Ввімкненням пакетного вимикача б напруга мережі через запобіжники подається на електродвигун 1 вентилятора. Якщо вентилятор працює нормально, спрацьовує реле контрольної вентиляції і магнітний пускач підключає в мережу знижуючий трансформатор зварювального випрямляча.

Якщо вентилятор з якоїсь причини не працюватиме, контакт реле контролю вентиляції розімкнеться і випрямляч вимкнеться з мережі.

Знижуючий трансформатор, випрямний блок з вентилятором і блок апаратури змонтовані на візку. Амперметр, перемикач діапазону струмів і пакетний вимикач розташовані на лицьовій панелі блока апаратури. Рукоятка плавного регулювання струму знаходиться на верхній кришці випрямляча. Для підключення до мережі живлення є спеціальна клемна дошка змінного струму з трьома затискачами. Для підключення зварювального кабелю на лицьовому боці панелі блока апаратури є два затискачі, позначені знаками "+" та "-".

Зовні зварювальний випрямляч захищено кожухом. Для зручності пересування зварювальні випрямлячі обладнані двома колесами та ручками, для підйому — двома рим-болтами.

Зовнішні характеристики випрямляча показані на рис. 3.6.

Подібну будову та принцип дії мають випрямлячі ВД-201, ВД-202, ВД-306, ВД-402. Технічні дані випрямлячів наведено в табл. 3.1.

Випрямляч ВД-502 призначений для ручного дугового зварювання струмом до 500 А і може використовуватися для механізованого зварювання під флюсом.

Випрямляч ВД-502 складається із силового трансформатора із секційованою первинною обмоткою та перемикачем для одержання двох ступенів регулювання зварювального струму, дроселя насичення, випрямного блока, стабілізуючого дроселя, ввімкнутого послідовно зі зварювальною дугою, магнітного підсилювача, блока керування, електродвигуна з вентилятором та виносного пульта керування.



Рис. 3.6. Зовнішні характеристики випрямляча ВД-306:
1-1' — діапазон великих струмів;
2-2' — діапазон слабких струмів

3.1. Технічні характеристики випрямлячів для ручного зварювання

Параметри	ВД-201. ВД-202	ВД-306	ВД-401. ВД-402	ВД-502-2
Номинальний зварювальний струм, А	200	315	400	500
Номинальна робоча напруга, В	28	32	36	40
Номинальний режим роботи ТН, %	60	60	60	60
Діапазон регулювання зварювального струму, А	30—200	45—315	50—450	50—500
Напруга неробочого ходу, В, не більше	70	70	80	80
Первинна потужність, кВА	15	21	28	42
ККД, %	60	72	69	78
Габаритні розміри, мм:				
довжина	716	785	772	810
ширина	622	780	770	560
висота	775	795	785	1062
Маса, кг, не більше	120	164	200	330

Примітка. Кліматичне виконання УЗ.

Крутоспадаюча зовнішня характеристика випрямляча та регулювання зварювального струму забезпечуються за допомогою дроселя насичення, увімкненого між трансформатором та випрямним блоком. Зварювальний струм регулюють, змінюючи струм намагнічування дроселя насичення за допомогою потенціометра на виносному пульті: більшому струмові намагнічування відповідає більший зварювальний струм та навпаки.

Керувати випрямлячем можна як з панелі керування, розташованої на передній стінці кожуха, так і з виносного пульта дистанційно. На лицьовій панелі знаходяться амперметр, кнопки "Пуск" — "Стоп", сигнальна лампа, яка показує наявність напруги мережі живлення на випрямлячеві. На пульті дистанційного керування є вимикач зварювальної напруги та рукоятка регулятора зварювального струму.

Випрямляч обладнано системою захисту, яка вимикає його з мережі при аварійному режимі роботи або непрацюючому вентиляторі, а також пристроєм стабілізації, що забезпечує стабільність зварювального режиму в межах +5...—10%.

3.4. ВИПРЯМЛЯЧІ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗВАРЮВАННЯ У ВУГЛЕКИСЛОМУ ГАЗІ

Для зварювання у вуглекислому газі застосовують випрямлячі з похилоспадаючими зовнішніми характеристиками.

Найбільш проста будова випрямлячів для механізованого зварювання у вуглекислому газі типу ВС-300А та ВС-600М.

Випрямляч ВС-300А (рис. 3.7) складається з трифазного знижуючого трансформатора T з нормальним магнітним розсіюванням та секційованою первинною обмоткою, випрямних блоків $VD1$ та $VD2$, зібраних з кремнієвих вентилів за трифазною схемою, перемикачів $S1$, $S2$ для регулювання напруги в дузі, стабілізуючого дроселя L у колі випрямленого струму, двигуна вентилятора, магнітного пускача та реле вентиляції (не показаних на схемі).

Дросель L служить для зменшення розбризкування розплавленого металу. Щоб розширити діапазон допустимих режимів зварювання, дросель випрямляча секційують. При зварюванні тонким електродним дротом $\varnothing 0,8...1,2$ мм у зварювальне коло включається частина витків дроселя (клема "I"), при зварюванні дротом більшого діаметра — вся дросельна обмотка (клема "II").

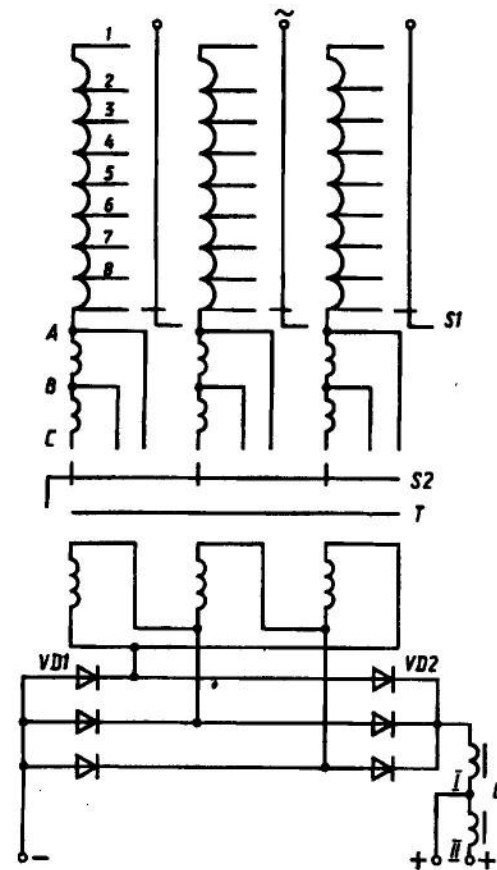


Рис. 3.7. Електрична схема випрямляча ВС-300А

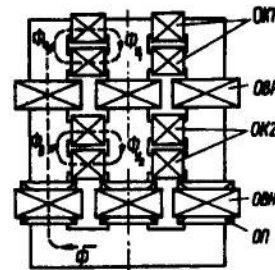


Рис. 3.8. Силовий трансформатор випрямляча ВСЖ-303

Випрямляч встановлено на металеву раму з чотирма колесами для пересування та закрито кожухом з листової сталі. Спереду випрямляча має дверцята, за якими знаходяться контактні зачіпки для підключення мережі та зварювальних проводів, ручки пакетних перемикачів, вольтметр і таблиця регулювання випрямленої напруги. Ввімкнення випрямляча в мережу здійснюється за допомогою кнопок "Пуск" — "Стоп" і магнітного пускача.

Випрямляч ВСЖ-303 має трансформатор з магнітною комутацією (рис. 3.8). Вторинна обмотка трансформатора складається з двох частин — нерегульованої $W2_a$ (рис. 3.9), яка розміщується разом з первинною

обмоткою над нижнім ярмом, та регульованої $W2_b$, розташованої між середнім і верхнім ярмами. Середнє та верхнє ярма підмагнічуються за допомогою обмоток керування $OK2$ та $OK1$ (рис. 3.9), що живляться постійним струмом.

Якщо підмагнітити верхнє ярмо, змінний магнітний потік Φ замкнеться через середнє ярмо, і ЕРС буде утворюватися лише основною вторинною обмоткою трансформатора. Напруга на виході трансформатора буде мінімальною — $U2_a$ (рис. 3.9). При підмагнічуванні середнього ярма змінний магнітний потік буде

замикатися через верхнє яро, ЕРС наводиться в обох частинах вторинної обмотки. Напруга випрямляча в цьому разі максимальна. При підмагнічуванні обох ярів отримують будь-яке проміжне значення напруги у межах діапазону плавного регулювання від U_{2a} до $U_{2a} + U_{2p}$. Плавне регулювання напруги здійснюється за допомогою резистора $R2$, рукоятку якого винесено на панель керування, та спеціальної схеми керування (рис. 3.9).

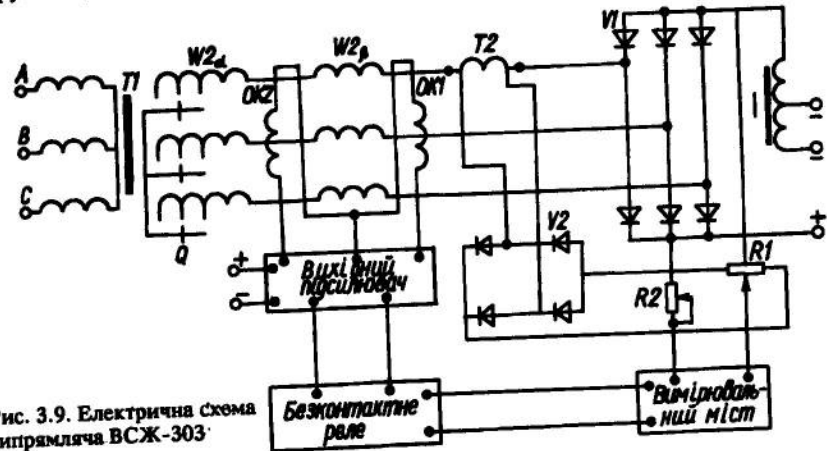


Рис. 3.9. Електрична схема випрямляча ВСЖ-303

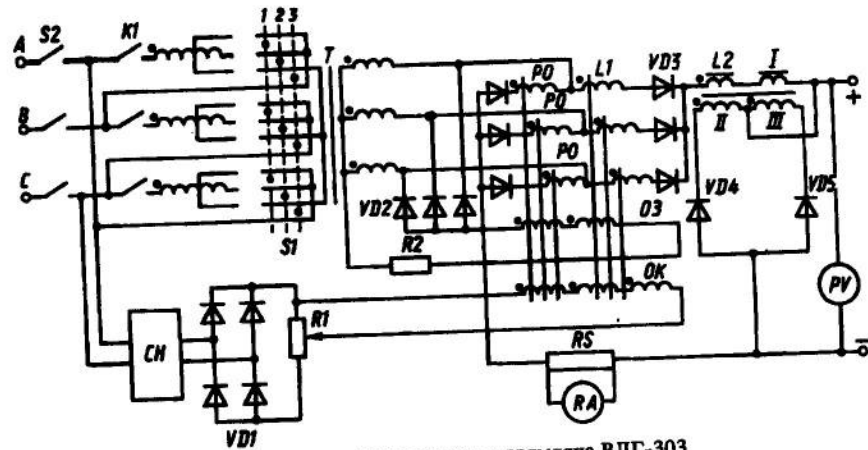


Рис. 3.10. Спрощена електрична схема випрямляча ВДГ-303

Для розширення діапазону напруг у випрямлячі передбачено ступінчасте регулювання (три ступеня) за рахунок зміни числа витків основної вторинної обмотки трансформатора T . Перемикання відпайок вторинних обмоток здійснюється поворотним перемикачем, встановленим на панелі керування, розташованій на передній стінці кожуха.

Випрямний блок складається з шести кремнієвих вентилів, включених за трифазною мостовою схемою. Він не має спеціального захисту, крім контролю вентиляції.

Зовнішні характеристики випрямляча похилоспадаючі, стабілізовані від коливань напруги мережі. Резистором $R1$ можна у невеликих межах регулювати нахил зовнішніх характеристик, щоб зменшити розбризкування металу. Завдяки цьому стабілізуючий дросель випрямляча має невеликі індуктивність і габарити.

Усі вузли випрямляча змонтовані на каркасі і закриті кожухом. Клеми для приєднання проводів мережі живлення розташовані на передній стінці шафи й закриті захисною кришкою. Клеми для приєднання зварювального кабелю знаходяться на задній стінці.

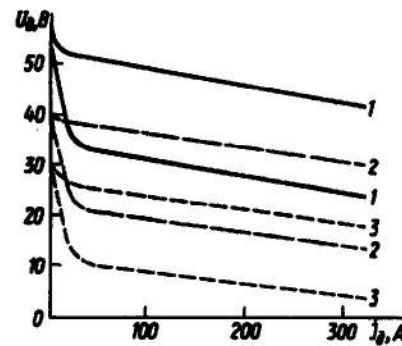


Рис. 3.11. Зовнішні характеристики випрямляча ВДГ-303:
1...3 — ступені регулювання

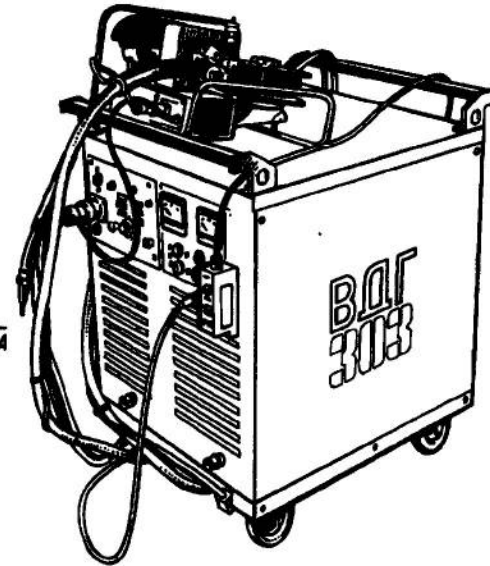


Рис. 3.12. Зовнішній вигляд випрямляча ВДГ-303 у комплекті зі зварювальним напівавтоматом ПДГ-312

Випрямляч ВДГ-303 виконаний за схемою з дроселем насичення (рис. 3.10). Дросель насичення ввімкнений між силовим трансформатором та випрямним блоком. Призначення дроселя — плавне регулювання напруги випрямляча.

Випрямляч має три діапазони регулювання робочої напруги, які одержують перемиканням первинної обмотки трансформатора у зірку, трикутник або трикутник з відпайками. Перемикання ступенів забезпечується приєднанням відводів первинної обмотки за допомогою пакетно-кулачкового перемикача. Плавне регулювання напруги здійснюється шляхом зміни струму намагнічування в обмотці керування дроселя насичення потенціометром. Обмотка зміщення, що живиться від допоміжного випрямляча, служить для розширення меж регулювання напруги. Випрямний блок ВДГ-303 виконано за трифазною мостовою схемою з шести кремнієвих вентилів. Для поліпшення динамічних властивостей у зварювальне коло випрямляча ввімкнено стабілізуючий дросель із змінною індуктивністю.

Випрямляч обладнано системою захисту від перевантажень, реле контролю вентиляції, фільтром радіоперешкод.

Напругу можна вмикати, вимикати, плавно регулювати з місця або дистанційно з виносного пульта. Зовнішні характеристики випрямляча — похилоспадаючі (рис. 3.11).

Усі вузли випрямляча змонтовані на рамі з двома погумованими колесами та закритим кожухом (рис. 3.12). На передній стінці кожуха розташовані пуско-регулююча апаратура, кнопки "Пуск" і "Стоп", регулятор напруги, вимірні прилади (амперметр, вольтметр) і затискачі для підключення зварювальних проводів. На задній стінці кожуха — перемикач ступінчастого регулювання робочої напруги, автоматичний вимикач, затискачі для підключення сіткової напруги. У випрямлячеві є ніша для розміщення блока керування, консоль для кріплення газового балона.

Випрямляч ВДГ-601 випускають у вигляді пересувного джерела на колесах. Зовнішні характеристики його — похилоспадаючі.

Регулювання й стабілізація випрямленої напруги у ВДГ-601 здійснюється за допомогою блока фазового керування шляхом зміни кута керування тиристорів. Більш детально принцип дії випрямляча описано у розділі "Універсальні випрямлячі".

Випрямляч ВДГ-601 дозволяє настроювати на місці та дистанційно робочу напругу для двох режимів зварювання за допомогою двох окремих резисторів.

При зварюванні в різних просторових положеннях випрямляч забезпечує миттєве перемикання з одного режиму в інший (без зміни діаметра електродного дроту).

Стабілізуючий дросель випрямляча ВДГ-601 має два ступеня індуктивності, які попередньо встановлюються та дистанційно перемикаються у процесі зварювання.

Технічні дані випрямлячів для механізованого зварювання наведено в табл. 3.2.

3.2. Технічні характеристики випрямлячів для механізованого зварювання

Параметри	ВС-300А	ВС-600М	ВДГ-302, ВДГ-303	ВСЖ-303	ВДГ-601
Номинальний зварювальний струм, А	315	630	315	315	630
Номинальна робоча напруга, В	34	50	40	34	66
Номинальний режим роботи ТВ, %	60	50	60	60	60
Діапазон регулювання зварювального струму, А	50—315	100—630	50—315	50—315	100—70
Діапазон регулювання напруги, В	16—34	20—50	16—40	16—52	18—66
Первинна потужність, кВА	16	35	21	20	69
ККД, %, не менше	75	83	76	76	82
Габаритні розміри, мм:					
довжина	650	1000	723	600	900
ширина	600	700	593	650	1140
висота	900	1400	938	900	920
Маса, кг, не більше	180	550	220	200	550

Примітка. Кліматичне виконання УЗ.

3.5. ПРИНЦИП ДІЇ УНІВЕРСАЛЬНИХ ВИПРЯМЛЯЧІВ З ТИРИСТОРНИМ ВИРІВНЮЮЧИМ БЛОКОМ

Універсальні випрямлячі забезпечують стійке горіння дуги при ручному та механізованому зварюванні. Зовнішні характеристики універсальних випрямлячів при ручному зварюванні і під флюсом мають спадаючу форму, при механізованому зварюванні в захисних газах — жорстку форму з невеликим нахилом.

Створювання зовнішніх характеристик (рис. 3.13) і регулювання режиму зварювання здійснюють за допомогою тиристорного вирівнюючого блоку і системи імпульсно-фазового керування тиристорами.

Принцип дії тиристорних випрямлячів і спосіб регулювання режиму зварювання розглянемо на прикладі випрямляча ВДУ-504 (рис. 3.14).

Завдяки силовому трансформатору з нормальним магнітним розсіюванням випрямляч має похилоспадаючі зовнішні характеристики.

Для створення крутоспадаючих зовнішніх характеристик у схему керування тиристорами вводять зворотний зв'язок по струму дуги. Напруга зворотного зв'язку по струму дуги $U_{ост}$ від датчика струму ДТ, яка пропорційна зварювальному струму, порівнюється в елементі порівняння БП з заданою напругою U_3 , і розбіжний сигнал у вигляді напруги керування U_k надходить у блок фазового керування тиристорами БФК, де порівнюється з вхідною напругою $U_{вх}$, яка надходить з входу. В момент, коли $U_k = U_{вх}$, блок фазового керування виробляє імпульс напруги, яка надходить до керуючих електродів силових тиристорів.

Тиристор з позитивною напругою на аноді починає пропускати струм дуги.

При неробочому ході випрямляча напруга $U_{ост}$ відсутня, силові тиристори повністю відкриті і напруга на вихідних клеммах випрямляча найбільша — $U_{н.к.}$

При запалюванні дуги і збільшенні зварювального струму напруга $U_{ост}$ зростає, кут відкриття тиристорів збільшується, а напруга на вихідних клеммах випрямляча зменшується. Зовнішня характеристика має спадаючу форму.

При роботі на жорстких зовнішніх характеристиках вводять зворотний зв'язок від напруги $U_{ост}$. Одночасно діє на великий зворотний зв'язок по струму дуги, що дає можливість одержати необхідний нахил зовнішніх характеристик для зварювання в захисних газах.

Зворотний зв'язок по напрузі забезпечує стабілізацію режиму зварювання при коливаннях напруги мережі і навантаження.

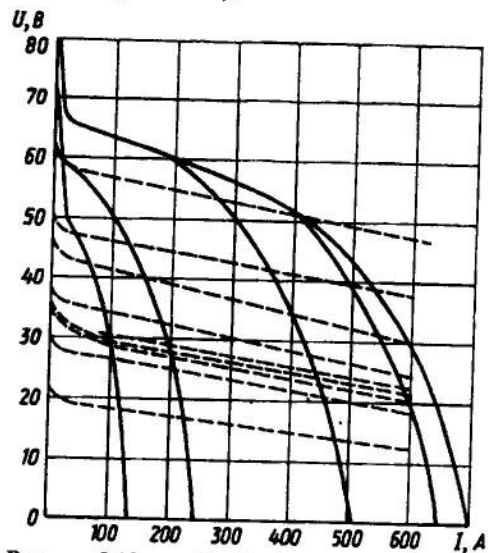


Рис. 3.13. Зовнішні характеристики універсального випрямляча

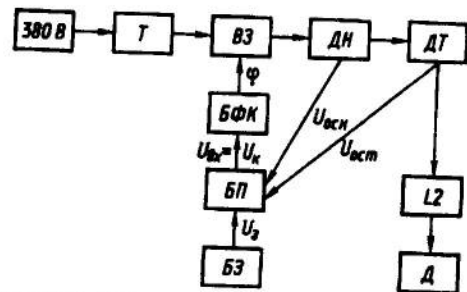


Рис. 3.14. Блок-схема тиристорного випрямляча

Регулювання струму і напруги дуги здійснюють за допомогою блока завдання режиму зварювання БЗ.

Технічні характеристики універсальних тиристорних випрямлячів наведені в табл. 3.3.

3.3. Технічні характеристики універсальних тиристорних випрямлячів

Параметри	ВДУ-504	ВДУ-505	ВДУ-506	ВДУ-601	ВДУ-1201
Номинальний зварювальний струм, А	500	500	500	630	1250
Номинальна робоча напруга, В, при характеристиках:					
жорстких	50	50	50	56	56
спадаючих	46	46	46	52	56
Номинальний режим роботи ТВ, %	60	60	60	60	100
Діапазон регулювання зварювального струму, А	60—500	50—500	50—500	50—630	300—1250
Діапазон регулювання напруги, В, при характеристиках:					
жорстких	18—50	18—50	18—50	18—56	24—56
спадаючих	23—46	22—46	22—46	22—52	26—56
Напруга неробочого ходу, В	80	80	80	90	85
Первинна потужність, кВА	40	40	40	60	118
ККД, %	82	82	79	75	83
Маса, кг	370	300	300	320	730

Випрямляч ВДУ-504 змонтований на візку та захищений кожухом. Затискач для заземлення 1 знаходиться на візку (рис. 3.15).

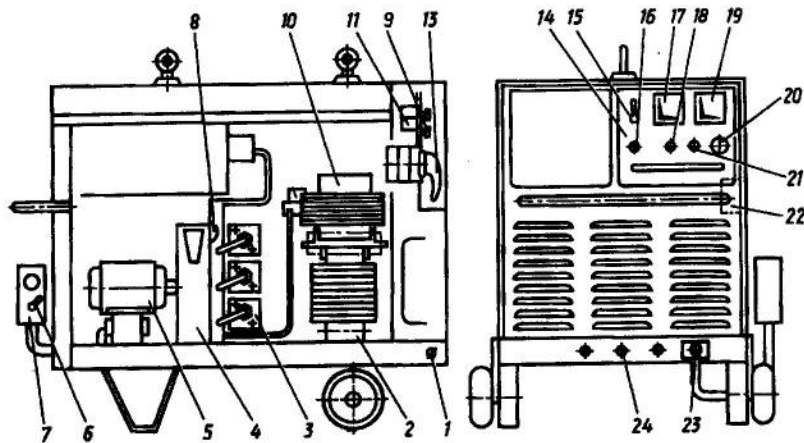


Рис. 3.15. Зовнішній вигляд випрямляча ВДУ-504

До складу випрямляча входять: силовий трансформатор 2, блок тиристорів 3, вентилятор 4 з електродвигуном 5 і вітровим реле 8, врівнюючий дросель 10, стабілізуючий дросель 11, автоматичний вимикач 9, штепсельний рознімач для вмикання в мережу, перемикач ступінчастого регулювання режиму 13, блок керування 14, блок апаратури 22.

На панелі блока керування знаходяться: перемикач зовнішніх характеристик 15, сигнальна лампа 16, вольтметр 17 і амперметр зварювального струму 19, кнопки "Пуск" 18, "Стоп" 20 та аварійна "Стоп" 21.

На пульті дистанційного керування розміщені перемикач 6 і резистор 7 плавного регулювання струму і напруги зварювального кола.

Рознімач 23 призначений для дистанційного пульта, а рознімач 24 — для вмикання зварювального кола.

3.6. БАГАТОПОСТОВІ ВИПРЯМЛЯЧІ

Багатопостовим називають таке джерело, від якого можна жити кілька зварювальних дуг одночасно. Багатопостові джерела використовують там, де на невеликій відстані один від одного розташовано групу зварювальних постів. За цих умов багатопостове джерело є більш вигідним, ніж однопостові джерела. Багатопостове живлення дає економію капітальних та експлуатаційних затрат, підвищує коефіцієнт використання джерела, знижує витрати електроенергії, зменшує площі під обладнання. Як багатопостові джерела найбільш застосовують зварювальні випрямлячі.

Для ручного дугового зварювання, а також живлення автоматичних установок при зварюванні під флюсом розроблені багатопостові зварювальні випрямлячі ВДМ-1001 та ВДМ-1601.

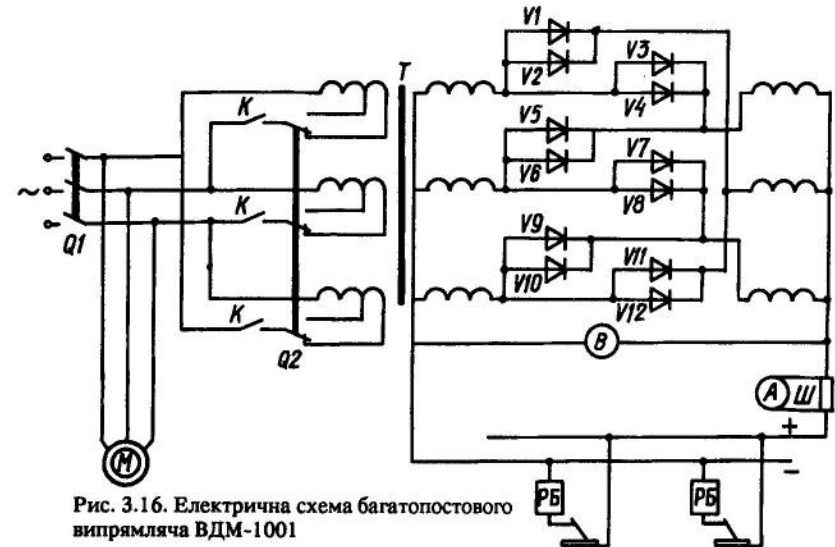


Рис. 3.16. Електрична схема багатопостового випрямляча ВДМ-1001

Випрямляч ВДМ-1001 (рис 3.16) виготовляється на базі трифазного знижувального трансформатора Т з нормальним магнітним розсіюванням, тому його зовнішня характеристика має жорстку форму, необхідну для багатопостового живлення. У первинній обмотці трансформатора є відпайки, завдяки яким можна на 5% підвищити вторинну напругу при спаді напруги мережі. Схема випрямлення — шестифазна кільцева. У кожній фазі паралельно з'єднано два кремнієві

вентилі ВК-2-200. У шестифазній схемі кожний вентиль працює лише 1/6 періоду, або удвічі менше ніж у трифазній мостовій схемі. Тому шестифазна схема разом з її різновидами — шестифазною із зрівняльним реактором і шести-фазною кільцевою — використовується в потужних, у тому числі багатопостових випрямлячах. Блок вентилів VI — V12 з'єднується з трансформатором шинами.

Усі вузли випрямляча змонтовані у шафі, що має двоє дверей з електричним блокуванням, які зачиняються ключем. Блок керування знаходиться на передній стінці у верхній частині кожуха випрямляча. На блоці керування розташовано амперметр і вольтметр для контролю за випрямленим струмом і напругою, кнопки "Пуск" та "Стоп" і сигнальна лампа, світіння якої вказує на наявність напруги у випрямлячеві.

Перед пуском випрямляча слід встановити перемикач Q2 у положення I "Напруга номінальна" або положення II "Напруга знижена", після чого зачинити двері.

Випрямляч вмикають у такій послідовності: замикають сітковий рубильник, потім вмикають автоматичний вимикач, розташований на бічній стінці випрямляча, при цьому засвічується сигнальна лампа. Пуск має виконуватися вхолосту при вимкненому навантаженні кнопкою "Пуск". При цьому магнітний пускач вмикає електродвигун вентилятора, потік повітря замикає реле контролю вентиляції, після чого магнітний пускач підключає трансформатор випрямляча до силової живильної мережі. Зупиняють випрямляч (без розімкнення автоматичного вимикача) кнопкою "Стоп".

Випрямляч ВДМ-1001 забезпечує живлення семи зварювальних постів, а ВДМ-1601 — дев'яти постів струмом 315 А.

Підключають зварювальні пости паралельно від шинопроводів, приєднаних до випрямляча через баластні реостати.

Баластний реостат — це набір опірників. При включенні зварювальної дуги послідовно з баластним реостатом з'являється можливість незалежно регулювати зварювальний струм кожного окремого поста.

Водночас зварювальний пост набуває необхідну при ручному зварюванні крутоспадаючу зовнішню характеристику.

Промисловістю випускається баластні реостати РБ-202, РБ-301, РБ-302 і РБ-502 на струм 200, 315, 500 А. Реостати дають можливість ступінчасто регулювати зварювальний струм через

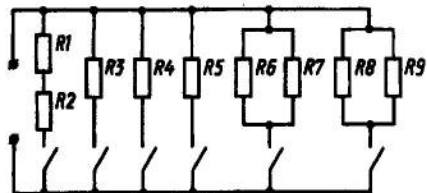


Рис. 3.17. Схема баластного реостата

кожні 6—10 А. Регулювання здійснюється за допомогою рубильників, якими включають опірники R1—R9 у різних наборах (рис. 3.17).

Якщо для живлення автоматичної установки потрібен зварювальний струм більший ніж може забезпечити баластний реостат, слід включити спочатку паралельно два або більше баластних реостати, а після ввімкнуті їх послідовно із зварювальною дугою.

Для багатопостового зварювання у вуглекислому газі розроблено спеціальні випрямлячі ВДУМ-4 × 401 та ВМГ-5000. На відміну від багатопостових джерел для ручного зварювання вони мають регульовану напругу неробочого ходу, а іноді ще й дають змогу стабілізувати випрямлену напругу з точністю ±1,5—2 В.

Випрямляч ВДУМ-4 × 401 виконано за схемою універсальних тиристорних випрямлячів. Він призначений для живлення чотирьох зварювальних постів. Кожний зварювальний пост живиться від окремого тиристорного випрямного блока. Тому випрямляч ВДУМ-4 × 401 можна використовувати одночасно як для ручного зварювання, так і для механізованого у вуглекислому газі.

Випрямляч ВМГ-5000 виконано за схемою багатопостових випрямлячів на кремнієвих вентилях (діодах); він має природну жорстку зовнішню характеристику за рахунок низького внутрішнього опору. Випрямляч розраховано на три-валу роботу при примусовому водяному охолодженні.

Вся пускорегулююча апаратура та контрольно-вимірні прилади розташовані на пульті керування, що є на передній стінці кожуха випрямляча. Випрямляч має систему захисту від перенавантажень, короткого замикання, відсутності охолоджуючої води та виходу з ладу кремнієвих діодів. Для зручності пересування випрямляча передбачено чотири колеса та рим-болти.

Випрямляч підключають до магістральних алюмінієвих шинопроводів, розведених по цеху. Шинопровід може мати два плеча до 75 м завдовжки, до кожного з яких підключається по 15 зварювальних постів струмом до 315 А. Живлення зварювальних постів від шинопроводів здійснюється через однополюсні рубильники за допомогою кабелів марки ПРГД перерізом 70 мм².

Напруга на дузі зварювального поста при механізованому зварюванні у вуглекислому газі регулюється баластними реостатами РБГ-302 і РБГ-301, увімкнутими послідовно з дугою. Реостат РБГ-301 дає можливість отримати 20 ступенів напруги при збереженні похилоспадаючої зовнішньої характеристики, необхідної для саморегулювання та стійкого горіння дуги при зварюванні напівавтоматами з постійною швидкістю подачі дроту.

Окрім того, при зварюванні на вертикальних та похилих площинах для поліпшення динамічних властивостей і зменшення розбризкування розплавленого металу в коло кожного поста послідовно з баластним реостатом слід включити дросель, наприклад ДР-301, який має два ступені індуктивності (0,76 мГн та 0,2 мГн), або інший дросель такого типу.

Випрямляч ВМГ-5000 може використовуватися також для ручного зварювання і зварювання під флюсом. У цьому разі зварювальні пости вмикають через баластні реостати РБ-301 і РБ-501.

Технічні дані багатопостових випрямлячів наведено в табл. 3.4.

3.4. Технічні характеристики багатопостових випрямлячів

Параметри	ВДМ-1001	ВДМ-1601	ВМГ-5000	ВДУМ-4 × 401
Номінальний зварювальний струм при $T_H = 100\%$, А	1000	1600	5000	4×400
Номінальна робоча напруга, В	60	60	30—60	36—45
Номінальний режим роботи T_H , %	100	100	100	100
Напруга неробочого ходу, В	70	70	30—60	75
Номінальний струм поста при $T_H = 60\%$	315	315	315	400
Кількість постів	7	9	30	4
Первинна потужність, кВт	74	120	317	100
ККД, %	90	90	92	75
Габаритні розміри, мм:				
довжина	1100	1050	1500	1350
ширина	70	850	1150	850
висота	90	1650	1685	1200
Маса, кг, не більше	420	770	2490	790

3.7. ІНВЕРТОРНІ ВИПРЯМЛЯЧІ

Інверторні джерела струму дають можливість у 4–5 разів зменшити масу, у 7–8 разів — розміри устаткування, на 7–10 % — збільшити ККД, значно підвищити зварювальні показники та динамічні властивості порівняно із звичними джерелами струму. Прикладом інверторних випрямлячів є універсальні випрямлячі ВДУЧ-160, ВДУЧ-250.

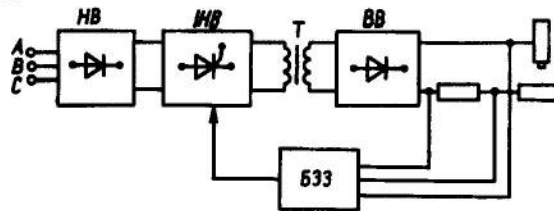


Рис. 3.18. Схема інверторного випрямляча

Розглянемо принцип дії інверторного випрямляча (рис. 3.18). Змінна напруга живильної мережі надходить на низькочастотний випрямляч *НВ* і після випрямлення перетворюється інвертором *ІНВ* у змінну напругу підвищеної частоти 1–20 кГц. Напруга 380 В за допомогою високочастотного трансформатора *Т* знижується до зварювальної напруги. Після цього високочастотна напруга випрямляється високочастотним випрямлячем *ВВ* і подається на зварювальну дугу.

Змінюючи частоту інвертора, формують зовнішні характеристики та регулюють зварювальний режим за допомогою блока зворотних зв'язків БЗЗ. На рис. 3.19 показано зовнішні характеристики інверторного універсального випрямляча. Як бачимо, інверторний випрямляч забезпечує високі статичні властивості та стабілізацію режиму зварювання на заданому рівні. Інверторне джерело дає змогу гнучко керувати процесом зварювання. Наприклад, у процесі ручного зварювання для виключення "примержання" електрода при короткому замиканні різко збільшується зварювальний струм. При зварюванні у вуглекислому газі враховується необхідність зміни струму при короткому замиканні таким чином, щоб зменшити розбризкування розплавленого металу та покращити формування шва.

Основною відмінною інверторних джерел є те, що трансформація мережної напруги в напругу, яка використовується при зварюванні, здійснюється на підвищеній частоті. Це дає можливість значно знизити масу та габарити силового трансформатора.

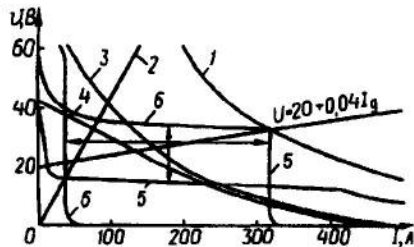


Рис. 3.19. Зовнішні характеристики інверторного джерела живлення:

1 — гранична; 2 — гранична навантажувальна пряма; 3 — при частоті f_1 ; 4 — при частоті f_2 ; 5 — у режимі стабілізації струму; 6 — у режимі стабілізації напруги. Стрілками показано межі регулювання та сили струму

3.8. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Технічне обслуговування випрямлячів має виконуватися після ретельного вивчення паспорта, що входить до комплексу поставки.

Підготовка виробів для роботи. Перед пуском нового випрямляча або перед пуском випрямляча, який довгий час не експлуатувався, слід: очистити випрям-

ляч від пилу; перевірити мегомметром на 1000 В опір ізоляції між первинним та вторинним колами, а також між цими колами і корпусом (опір ізоляції повинен бути не менш 0,5 мОм); заземлити корпус і затиснути вторинного кола випрямляча, до якого підключається ведучий до виробу провід, і зварювальний стіл; перевірити стан електричного приладдя, контактів, пайок; випрямляч має вмикатися у трифазну мережу через триполюсний рубильник, трубчасті запобіжники або інший ввідний пристрій.

Порядок роботи та регулювання режиму зварювання випрямляча залежать від типу, призначення й будови його і мають відповідати інструкції з експлуатації та паспорту.

Нижче наведено порядок роботи з універсальним випрямлячем ВДУ-506 (деякі положення є загальними й для інших типів випрямлячів):

- 1) кінці зварювальних кабелів з'єднати з випрямлячем;
- 2) установити перемикачем потрібний вид зовнішніх характеристик;
- 3) установити в потрібне положення перемикач регулювання режиму — місцеве або дистанційне;
- 4) ввімкнути рубильник для подачі напруги на випрямляч;
- 5) ввімкнути автоматичний вимикач. При цьому має засвітитися сигнальна лампа на лицьовій панелі вимикача;
- 6) натискуванням пускової кнопки здійснити пуск вентилятора. Впевнитися у правильному вході охолоджуючого повітря (з боку лицьової панелі);
- 7) ввімкнути у разі потреби трансформатор живлення кіл керування напівавтомата;
- 8) при місцевому регулюванні ввімкнути випрямляч вимикачем "Ввімкнення зварення", попередньо встановити регулятор струму — напруги у середнє положення. Пускач ввімкне випрямляч у мережу, на виході має з'явитися напруга неробочого ходу 65–80 В;
- 9) виконати попередню настройку режиму зварювання та корекцію режиму в процесі зварювання;
- 10) після закінчення зварювання перевести вимикач зварювання у положення "Вимкнено";

11) під час роботи кнопку "Стоп" не натискати, а у перервах кнопкою "Стоп" і автоматичним вимикачем вимкнути випрямляч з мережі.

Технічне обслуговування. При щоденному обслуговуванні слід: до початку роботи оглянути випрямляч для виявлення випадкових пошкоджень і ліквідувати несправності відповідно до інструкцій з експлуатації; перевірити заземлення випрямляча, надійність кріплення контактів зварювальних проводів.

При *періодичному* обслуговуванні — діяти згідно з інструкцією експлуатації.

При *періодичному* обслуговуванні випрямлячів типу ВДУ-506: раз у місяць очистити випрямляч від пилу, перевірити стан електричних контактів і пайок; раз у три місяці перевірити стан блока керування та елементів електричної схеми, фільтра захисту від радіоперешкод; раз у шість місяців змащувати тугоплавким мастилом усі тертьові частини.

Несправності зварювальних випрямлячів і способи їх усунення наведено в табл. 3.5.

3.5. Несправності зварювальних випрямлячів і способи усунення їх

Несправність	Причина	Спосіб усунення
<i>Випрямлячі на діодах</i>		
Випрямляч дає знижену напругу неробочого ходу. Зварювальний струм знизився майже вдвічі	Вийшов з ладу діод Відсутнє живлення однієї з фаз	Замінити діод Відновити нормальну роботу всіх трьох фаз
На виході випрямляча немає напруги	Не працює вентилятор: охолоджуюче повітря всмоктується не з боку лицьової панелі Заїдання вітрового реле	Перевірити роботу вентилятора. Поміняти місцями два проводи живлення випрямляча мережною напругою Перевірити роботу вітрового реле
Підвищення гудіння силового трансформатора, велика сила струму неробочого ходу	Вийшов з ладу діод Пробій на корпусі вторинної обмотки трансформатора. Спрацював захист	Замінити діод Перевірити схему з'єднань трансформатора
Випрямляч автоматично вимикається з мережі	Виткове замикання у первинній обмотці трансформатора	Усунути замикання, при необхідності перемотати обмотку
На виході випрямляча немає напруги	Пробито силовий тиристор При роботі на жорстких характеристиках відбулося коротке замикання у вторинному колі Пробій на корпусі вторинної обмотки силового трансформатора	Перевірити всі тиристри Оглянути вторинне коло, перевірити тиристри Перевірити опір ізоляції випрямляча, ліквідувати пробій
	Не працює вентилятор, несправне вітрове реле	Перевірити роботу вентилятора та вітрового реле, усунути несправності
	Вийшли з ладу тиристри Обрив кола зворотного зв'язку по струму Відсутня напруга керування	Перевірити тиристри Перевірити коло зворотного зв'язку по струму Перевірити роботу схеми

Контрольні питання

1. Які основні силові блоки входять до складу зварювального випрямляча?
2. Призначення силового трансформатора зварювального випрямляча.
3. Призначення випрямного блока, складеного з некеровних вентилів-діодів.
4. Призначення випрямного блока, складеного з керовних вентилів-тиристорів.
5. Призначення стабілізуючого дроселя.
6. Призначення дроселя насичення у випрямлячах ВДГ-303, ВДГ-302.
7. Яку зовнішню характеристику повинен мати випрямляч для ручного зварювання?
8. Яку зовнішню характеристику повинен мати випрямляч механізованого зварювання у вуглекислому газі?
9. Чому випрямлячі ВДУ-505 і ВДУ-506 називають універсальними?
10. Яким чином в універсальних випрямлячах формується потрібна зовнішня характеристика?

11. Як регулюється зварювальний струм випрямлячів типу ВД-401?
12. Як регулюється напруга на дузі при зварюванні від випрямлячів ВСЖ-303, ВДГ-303, ВС-600М?
13. Які випрямлячі використовуються для багатопостового зварювання?
14. Як формується необхідна для зварювання зовнішня характеристика та як регулюється режим зварювання окремого зварювального поста при багатопостовому зварюванні?
15. У чому полягає основна різниця інверторного джерела від звичайного випрямляча?

Розділ 4. ЗВАРЮВАЛЬНІ ГЕНЕРАТОРИ ТА ПЕРЕТВОРЮВАЧІ

4.1. ПРИНЦИП ДІЇ КОЛЕКТОРНОГО ТА ВЕНТИЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРІВ

Принцип перетворення в генераторі механічної енергії приводного двигуна в електричну базується на законі електромагнітної індукції. У рамці, що обертається у постійному магнітному полі, виникає ЕРС. Ця ЕРС синусоїдна, тому струм у навантаженні буде змінним.

Синусоїдну ЕРС можна випрямити за допомогою колекторного пристрою (рис. 4.1). Для цього кінці рамки з'єднують з двома половинками розрізного

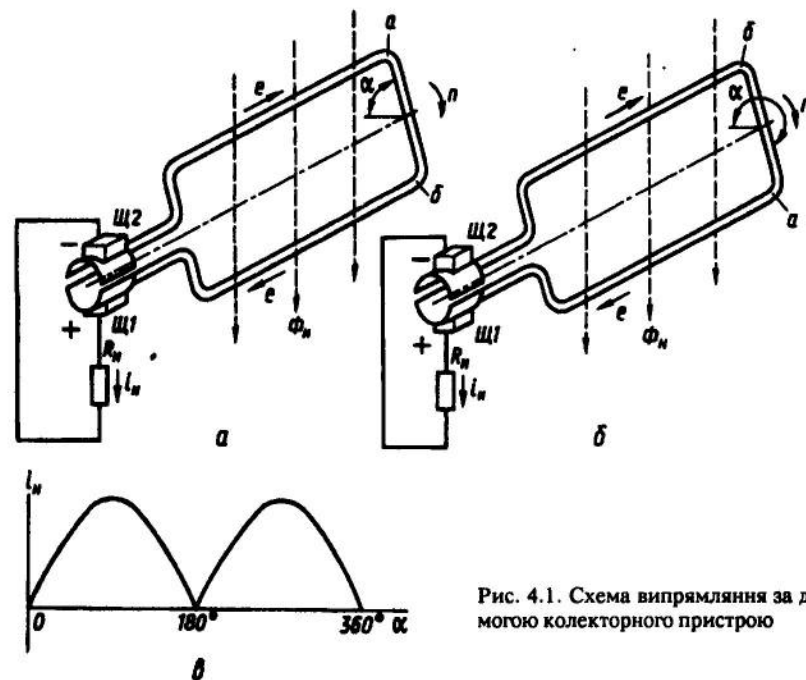


Рис. 4.1. Схема випрямлення за допомогою колекторного пристрою

кільця, яке обертається разом з рамкою. На кільце спираються дві нерухомі щітки, що знімають ЕРС генератора та подають їх на навантаження R_N . Поки рамка робить півоберт в інтервалі $\alpha = 0 \dots 180^\circ$ (рис. 4.1, а), щітка Щ1 ковзає по півкільцю, яке в даному інтервалі має позитивний потенціал і тому e позитивною вихідною клемою генератора. В інтервалі $\alpha = 180 \dots 360^\circ$ (рис. 4.1, б) напрям ЕРС

в активних провідниках a та b зміниться, але щітка III буде з'єднана вже з півкільцем a , яке в даному інтервалі змінило свій потенціал на позитивний. Тому щітка III і в цьому інтервалі залишається позитивною клеюмо генератора. Отже, по навантаженню йде струм i_n одного напрямку. Проте струм у найпростішому генераторі — пульсуючий, характеристика генератора — жорстка, а величина струму нерегульована. Тому реальний зварювальний генератор має більш складну конструкцію.

Колекторний зварювальний генератор показано на рис. 4.2. Тут ЕРС наводиться в обмотці b , намотаній на сталевий циліндр — якорь 7. Для зменшення пульсацій струму число витків обмотки призначають достатньо великим, відповідно зростає й кількість пластин колектора 4, до яких припаяні виводи витків обмотки. Частина магнітного потоку генератора створюється намагнічувальною обмоткою 2, намотаною на полюсі 8, яка живиться постійним струмом. Інша частина потоку створюється послідовною обмоткою 3, по якій йде такий самий струм, що й по навантаженню. Магнітний потік генератора проходить по полюсах та якорю і замикається по корпусу 1 генератора. Зварювальний струм знімається з колектора щітками 5.

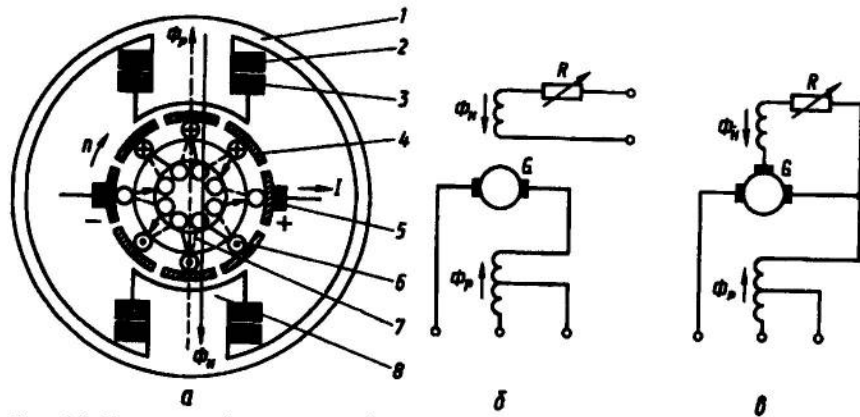


Рис. 4.2. Колекторний зварювальний генератор:
а — будова; б — принципова схема генератора з незалежним збудженням; в — те саме з паралельним

Режим неробочого ходу генератора спостерігається при розімкнених вихідних клеммах генератора. У генераторі з незалежним збудженням намагнічувальна обмотка живиться від стороннього джерела (рис. 4.2, б). У генераторі із самозбудженням вона одержує живлення від обмотки якоря паралельно навантаженню і називається паралельною обмоткою (рис. 4.2, в). При пропусканні струму по намагнічувальній обмотці створюється намагнічуючий потік Φ_n . Цей потік пронизує обертову обмотку якоря та наводить там ЕРС, яка дорівнює напрузі неробочого ходу і пропорційна сталій C генератора:

$$U_o = C\Phi_n \quad (4.1)$$

Режим навантаження встановлюється при підключенні дуги до вихідних клем генератора. З'ясуємо, як саме в зварювальному генераторі формується спадаюча зовнішня характеристика. При навантаженні послідовною обмоткою проходить

зварювальний струм I_d , і та обмотка створює потік Φ_p . У генераторах із спадаючою зовнішньою характеристикою потік послідовної обмотки напрямлений протилежно потоку намагнічувальної обмотки, тобто є розмагнічуючим. Тому ЕРС, що наводиться в обмотці якоря й дорівнює на виході генератора U_r , пропорційна різниці потоків намагнічувальної та розмагнічуючої обмоток:

$$U_r = C(\Phi_n - \Phi_p) = U_o - C\Phi_p \quad (4.2)$$

тобто менша, ніж напруга неробочого ходу U_o .

Чим більший зварювальний струм I_d , тим більший потік Φ_p і менша напруга генератора U_r . Таким чином, рівняння спадаючої зовнішньої характеристики генератора має вигляд

$$U_r = U_o - I_d R_c \quad (4.3)$$

де R_c — опір, еквівалентний розмагнічуючій дії послідовної обмотки.

Способи регулювання струму можна розглянути, якщо, прийнявши напругу дуги U_d рівною напрузі генератора U_r , визначити силу струму з рівняння (4.3).

$$I_d = (U_o - U_d) / R_c \quad (4.4)$$

Грубе регулювання здійснюється зміною числа витків секційованої обмотки (рис. 4.2, б, в). Із зростанням числа витків послідовної обмотки підсилюється її розмагнічуюча дія, тобто зростає потік Φ_p , що еквівалентно збільшенню опору R_c . При цьому струм зменшується.

Струм плавно регулюють реостатом R у колі намагнічувальної обмотки (рис. 4.2, б, в). Із збільшенням струму намагнічувальної обмотки збільшується її потік Φ_n , а тому й напруга неробочого ходу U_o . Як витікає з рівняння (4.4), це спричинює зростання струму.

Генератор з жорсткою зовнішньою характеристикою також має намагнічувальну (незалежну або паралельну) та послідовну обмотки. Але на відміну від раніше розглянутої конструкції послідовна обмотка тут ввімкнута так, що є підмагнічувальною — напрям її потоку збігається з напрямом потоку намагнічувальної обмотки. Отже, сумарний потік із зростанням струму дещо збільшується. Цей надлишок потоку використовується для компенсації спаду напруги всередині генератора, який із зростанням струму збільшується. Тому на вихідних клеммах генератора напруга підтримується постійною незалежно від струму навантаження, тобто зовнішня характеристика генератора виходить жорсткою. Робоча напруга генератора регулюється реостатом у колі намагнічувальної обмотки.

Приблизно таку ж будову мають і універсальні генератори. Із включанням їхньої послідовної обмотки на розмагнічення зовнішні характеристики спадаючі, із включанням на підмагнічування — характеристики жорсткі.

Вентильний зварювальний генератор принципово відрізняється від колекторного. Він є комбінацією генератора змінного струму та випрямного блока (рис. 4.3, а). Частіше за все використовується так званий індукторний генератор змінного струму (рис. 4.3, б). Його обмотка збудження 3, так само, як і робочі обмотки 2, розташовані на нерухомому зубчастому статорі 1. Обертовий зубчастий ротор-індуктор 4 не має обмоток. Обмоткою збудження проходить постійний струм, проте утворюваний нею намагнічуючий потік Φ має синусоїдальний характер. Він максимальний, якщо збігаються зубці ротора і статора, коли магнітний опір на шляху потоку найменший, і мінімальний, якщо

збігаються зубці ротора і западина статора. Отже, ЕРС, яка наводиться цим потоком у робочих обмотках, також синусоїдальна.

Три робочі обмотки розташовані на статорі із зсувом на 120° , тому на виході індукторного генератора маємо трифазну змінну напругу. Ця напруга подається до випрямного блока, складеного, наприклад, за трифазною мостовою схемою.

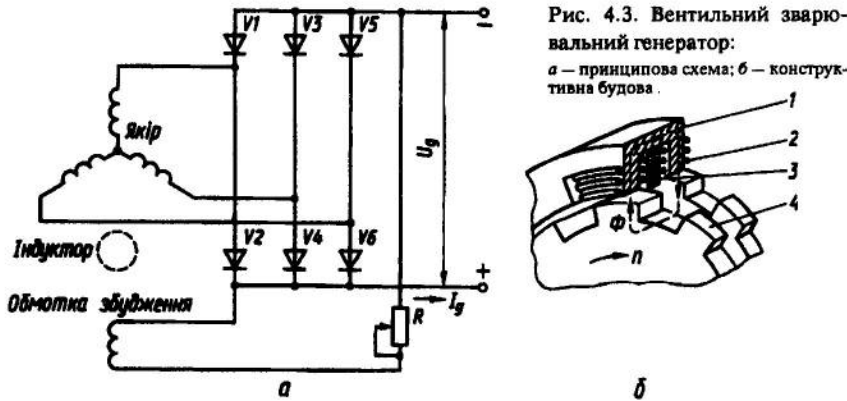


Рис. 4.3. Вентильний зварювальний генератор:
а — принципова схема; б — конструктивна будова.

Звичайно вентильний генератор має спадаючі зовнішні характеристики. Вони формуються завдяки більшому індуктивному опору генератора змінного струму або введенню через обмотку збудження негативного зворотного зв'язку за струмом. Плавне регулювання струму виконується реостатом у колі обмотки збудження.

На відміну від колекторного генератора у вентильного немає ковзних контактів невисокої стійкості. Тому вентильний генератор більш надійний, має менші масу та габарити.

4.2. ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ДЛЯ РУЧНОГО ЗВАРЮВАННЯ

Для ручного зварювання призначені перетворювачі типу ПСО-300-2, ПСО-315М і ПД-501 з колекторними генераторами та перетворювач типу ПД-305 з вентильним генератором.

Перетворювач ПД-501 (ПД-502) складається з колекторного генератора 2, 4 незалежного збудження ГСО-500 із спадаючими зовнішніми характеристиками, осьового вентилятора 5 та асинхронного короткозамкненого двигуна 6 типу АВ2-71-2В, виконаних в одному корпусі 7 на колесах (рис. 4.4). На корпусі перетворювача у розподільному пристрої 1 розміщена вся апаратура керування: пакетний вимикач, стабілізатор напруги, випрямляч, затискачі для підключення зварювальних кабелів 3, амперметр для контролю за величиною зварювального струму. На розподільному пристрої кріпиться реостат для плавного регулювання зварювального струму. Реостат легко знімається, і за допомогою додаткового кабеля зварник може вносити реостат і регулювати зварювальний струм на відстані до 20 м.

Генератор має чотири головних полюси і два додаткових. Обмотки полюсів виготовлено з алюмінію.

Незалежна обмотка живиться від однієї з фаз двигуна через ферорезонансний стабілізатор напруги та селеновий випрямляч V (рис. 4.5). Одночасно з пуском двигуна M ввімкнуться коло незалежного збудження.

Завдяки наявності розмагнічувальної послідовної обмотки перетворювач має спадаючу зовнішню характеристику. Для ступінчастого регулювання режиму послідовну обмотку секційовано. При включенні частини або всіх її витків отримують діапазони великих або слабких струмів відповідно.

Перед пуском перетворювача слід установити перемичку на дошці затискачів у положення "300" або "500" у залежності від обраного режиму зварювання. Пуск перетворювача здійснюється ввімкненням двигуна за допомогою пакетного вимикача Q.

При першому пуску слід перевірити обертання якоря. Якір має обертатися проти годинникової стрілки, якщо дивитися з боку колектора. У разі неправильного напрямку обертання треба поміняти місцями проводи двох будь-яких фаз у місці підключення до живильної мережі.

Після пуску можна починати зварювання, встановивши потрібний струм регулювальним реостатом.

Перетворювачі ПСО-315М і ПСО-300-2 мають колекторні генератори із самозбудженням та асинхронні трифазні двигуни. Підготовка та включення їх здійснюються так само, як і перетворювача ПД-501.

Перетворювач ПД-305 складається з вентильного генератора ГД-311 та асинхронного короткозамкненого двигуна АВ2-51-2-В. Будова перетворювача показана на рис. 4.6. Затискачі для підключення зварювальних проводів розміщені на торці коробки керування. Там же знаходиться й рукоятка для ступінчастого регулювання зварювального струму (два ступеня 40—180 А і 160—350 А). Плавне регулювання зварювального струму здійснюється дистанційно реостатом, який підключається до коробки керування за допомогою кабелю.

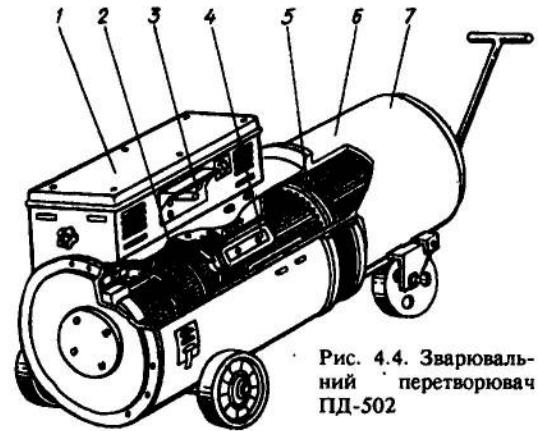


Рис. 4.4. Зварювальний перетворювач ПД-502

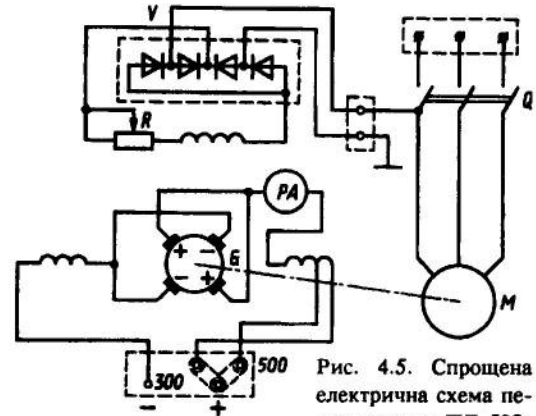


Рис. 4.5. Спрощена електрична схема перетворювача ПД-502

Пуск перетворювача відбувається ввімкненням двигуна у мережу пакетним вимикачем. Якщо після пуску перетворювача на затискачах зварювального генератора нема напруги, треба закортити кілька разів електродом зварювальне коло на 1-3 с. Генератор має збудитися. За відсутності збудження слід поставити ручку перемикача діапазонів у праве граничне положення, встановити макси-

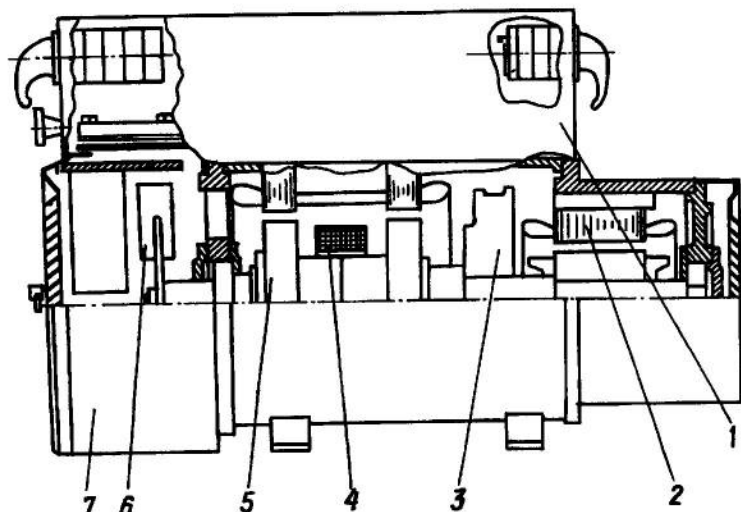


Рис. 4.6. Зварювальний перетворювач ПД-305:

1 — коробка керування; 2 — електродвигун; 3 — відцентровий вентилятор; 4 — обмотка збудження; 5 — індукторний генератор; 6 — вентилятор; 7 — вентиляційний блок

мальний струм за допомогою реостата та повторити закортчування зварювального кола електродом. Якщо й на цей раз генератор не збудиться, слід підключити до обмотки збудження стороннє джерело постійного струму напругою, не вищою за 12 В.

Технічні дані перетворювачів для ручного зварювання наведено в табл. 4.1.

4.1. Технічні характеристики зварювальних перетворювачів

Параметри	ПСО-300-2У2	ПСО-315М	ПД-502-1У2	ПД-305-У2	ПСГ-500-1У3
Генератор	ГСО-300-2	ГСО-300М	ГД-502	ГД-317	ГСГ-500-1
Номинальний зварювальний струм, А	315	315	500	315	500
Номинальна робоча напруга, В	30	32	42	32	40
Номинальний режим роботи ТН, %	60	60	60	60	60
Діапазон регулювання зварювального струму, А	115—315	100—315	75—500	45—350	60—500
Напруга неробочого ходу, В	90	90	90	85	40
Двигун	АВ160А4У2	АВ2-62-2СХУ1	АВ2-71-2СУ2	АВ2-51-2В	АВ2-71-2С

Продовження табл. 4.1

Параметри	ПСО-300-2У2	ПСО-315М	ПД-502-1У2	ПД-305-У2	ПСГ-500-1У3
Частота обертання, с ⁻¹	25	50	50	50	50
Напруга живильної мережі, В	220, 380	380	220, 380	220, 380	220, 380
Потужність, кВт	15	17	30	10,4	30
Розміри, мм:					
довжина	1030	1225	1010	1200	1050
ширина	590	485	650	537	620
висота	830	780	935	845	890
Маса, кг	435	393	480	280	500

Примітка. Перетворювачі ПСО-300-2У2, ПСО-315М, ПД-502-1У2 і ПД-305-2 мають крутоспадаючу зовнішню характеристику, перетворювач ПСГ-500-1У3 — жорстку.

4.3. ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ДЛЯ МЕХАНІЗОВАНОГО ЗВАРЮВАННЯ

Перетворювач ПСГ-500-1 призначений для зварювання у захисних газах плавким електродним дротом. За будовою та електричною схемою перетворювач ПСГ-500 аналогічний перетворювачам для ручного зварювання з колекторними генераторами.

Проте для механізованого зварювання плавкими електродами у вуглекислому газі потрібно джерело живлення з жорсткою зовнішньою характеристикою через те, що вольт-амперна характеристика дуги в такому разі зростаюча. Для цього способу зварювання призначений перетворювач ПСГ-500-1 з колекторним генератором постійного струму ГСГ-500-1 із системою самозбудження і

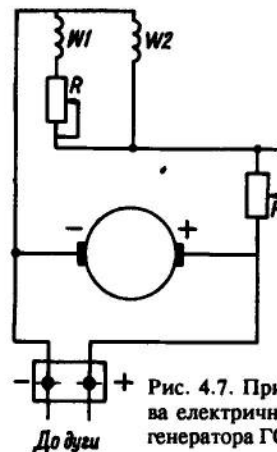


Рис. 4.7. Принципова електрична схема генератора ГСГ-500

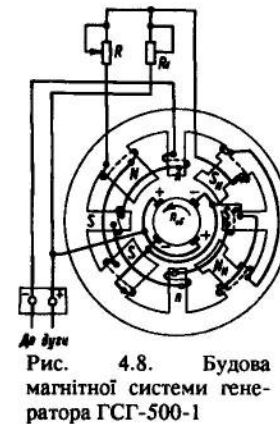


Рис. 4.8. Будова магнітної системи генератора ГСГ-500-1

вбудованим трифазним асинхронним двигуном з короткозамкненим ротором. Генератор має жорсткі зовнішні характеристики, створювані спеціальною схемою самозбудження та особливою конструкцією магнітної системи.

На рис. 4.7 наведено принципову електричну схему генератора ГСГ-500, а на рис. 4.8 — будову магнітної системи та розташування обмоток генератора ГСГ-500-1. Магнітна система генератора має чотири основні полюси N , S , N , S ,

Сі чотири додаткові n , s , l , s , які забезпечують безіскрову роботу щіток. Чергування полярності основних полюсів звичайне. Жорсткі зовнішні характеристики генератора забезпечуються тим, що одна пара основних полюсів N_n і S_n має в осердях вирізи, внаслідок чого ці полюси під час роботи генератора насичені. Котки обмоток збудження, розташовані на ненасичених полюсах, з'єднані паралельно. Вихідна напруга генератора регулюється резистором R , включеним у коло обмотки збудження, розташованої на ненасичених полюсах. Із зменшенням опору напруга генератора збільшується; діапазон регулювання вихідної напруги — 16—40 В при силі струму 60—500 А. Як видно з рис. 4.7 і 4.8, паралельні витки обмотки збудження з'єднуються з щіткою "плюс" через резистор $R1$. Резистор $R1$ служить для регулювання напруги неробочого ходу перетворювача.

На корпусі перетворювача розташовано коробку з дошкою затискачів, пакетним вимикачем, реостатом для плавного регулювання та вольтметром для контролю напруги на дузі.

Зварювальні кабелі підключаються до двох затискачів "+" і "-". Пуск перетворювача здійснюється ввімкненням двигуна в мережу пакетним вимикачем. Напруга генератора регулюється реостатом, включеним у коло паралельної обмотки. Для налаштування зварювального струму змінюють швидкість подачі дробу напівавтоматом.

Технічні дані перетворювача ПСГ-500-1УЗ наведено в табл. 4.1.

4.4. УНІВЕРСАЛЬНІ ГЕНЕРАТОРИ

Універсальні зварювальні генератори ГД-304 і ГД-502 випускаються без двигунів (табл. 4.2). Вони призначені для однопостового ручного зварювання та зварювання під флюсом на крутоспадаючих зовнішніх характеристиках і для напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі на жорстких характеристиках.

4.2. Технічні характеристики універсальних генераторів

Параметри	Зовнішня характеристика генератора					
	ГД-304		ГД-502		ГСУМ-400	
	спадаюча	жорстка	спадаюча	жорстка	спадаюча	жорстка
Номинальний зварювальний струм, А	315	300	500	500	400	400
Номинальна робоча напруга, В	32	30	40	40	70	70
Номинальний режим роботи TN , %	60	60	60	60	65	65
Діапазон регулювання зварювального струму, А	15—350	80—300	15—500	15—500	100—400	100—400
Діапазон регулювання напруги, В	—	16—45	—	15—50	—	25—70
Швидкість обертання генератора, $xв^{-1}$	2000		3000		2925	
Габаритні розміри, мм:						
довжина	680		950		1660	
ширина	624		500		560	
висота	700		750		920	
Маса, кг	260		400		850	

До складу генератора ГД-304 входять індуктори з головними та додатковими полюсами, якір, корпус з підшипниковими щитами та струмознімач (рис. 4.9). На корпусі змонтовано баластні реостати та пристрій керування. На головних полюсах розміщено котки незалежної та послідовної обмоток збудження.

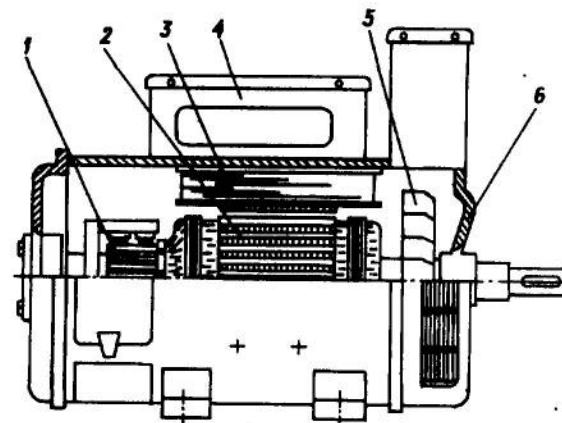


Рис. 4.9. Генератор ГД-304:

1 — колектор із струмознімачем; 2 — якір; 3 — полюс з обмоткою збудження; 4 — пристрій керування; 5 — вентилятор; 6 — корпус з підшипниковими щитами

Незалежна обмотка живиться від малопотужного генератора змінного струму через знижуючий трансформатор, випрямний міст та регулювальний реостат. У вторинному колі трансформатора встановлено перемикач діапазонів напруги генератора. При зварюванні у вуглекислому газі він забезпечує знижену напругу неробочого ходу. Регулювальний реостат може бути закріплений на корпусі генератора або винесений у місце зварювання на відстань до 20 м.

Крутоспадаючі характеристики дістають у разі ввімкнення послідовної обмотки на розмагнічення, жорсткі — на підмагнічення. Зміна виду характеристики, а також установа необхідного діапазону струмів (грубе регулювання) виконуються повторним з'єднанням зварювальних кабелів на дошці затискачів генератора. При грубому регулюванні, крім зміни числа підключених витків розмагнічувальної обмотки, використовують ще й послідовне з'єднання в коло дуги баластних реостатів, що спричинює спад струму.

Плавне регулювання струму при ручному дуговому зварюванні та напруги при напівавтоматичному зварюванні у вуглекислому газі здійснюють реостатом у колі незалежної обмотки.

Генератор призначено для роботи у закритих приміщеннях. Він приводиться в обертання двигуном через вал відбору потужності та редуктор.

Перед пуском залежно від потрібного типу зовнішньої характеристики до відповідних затискачів підключаються зварювальні кабелі, а перемикач напруги встановлюється у відповідне положення. Після пуску двигуна реостатом плавно регулюють струм або напругу.

Генератор ГД-502 має аналогічну будову й принцип роботи.

Крутоспадаючі зовнішні характеристики одержують при ввімкненні послідовної обмотки так, щоб магнітний потік, утворюваний нею, був напрямлений назустріч потоку незалежного збудження. Тому чим більший зварювальний струм при роботі під навантаженням, тим сильніша дія послідовної обмотки. Результуючий магнітний потік, ЕРС та напруга генератора (рис. 4.10) внаслідок цього зменшуються.

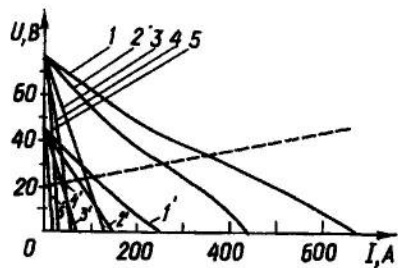


Рис. 4.10. Зовнішні крутоспадаючі характеристики зварювального генератора ГД-304 при виведеному (1-5) та введеному (1'-5') опорі в діапазонах струму, А:
1, 1' — 200...350; 2, 2' — 95...240; 3, 3' — 45...100; 4, 4' — 25...45; 5, 5' — 15...25 (штрихова — лінія режимів роботи)

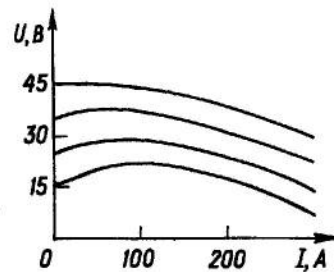


Рис. 4.11. Зовнішні жорсткі характеристики зварювального генератора ГД-304 у різних положеннях регулятора напруги

Жорсткі зовнішні характеристики генератора (рис. 4.11) одержують при ввімкненні послідовної обмотки так, щоб напрямки її магнітного потоку і обмотки незалежного збудження збігалися.

4.5. ВЕНТИЛЬНІ ГЕНЕРАТОРИ

Випрямний блок вентильних генераторів складається з кремнієвих вентилів. Він випрямляє змінний струм підвищеної частоти, що наводиться в статорних обмотках, у постійний зварювальний струм. Вентильні генератори забезпечують високу стабільність горіння та еластичність дуги. Коефіцієнт корисної дії вентильних генераторів у середньому на 10 % більший за ККД генераторів самозбудження типу ГСО і ГД, а маса їх значно менша. Використання вентильних генераторів дозволяє у 2-3 рази зменшити розбризування металу, поліпшити якість зварних швів, забезпечити високу надійність в експлуатації.

Вентильний генератор ГД-311 — двопакетний індукторний генератор підвищеної частоти з випрямним блоком (рис. 4.12). На статорі генератора розташована трифазна силова обмотка. Обмотку збудження, прикріплену до станини, розміщено між двома пакетами ротора, обмотка нерухома під час роботи.

Вентильні генератори не мають обмоток на роторі. Всі обмотки — якоря та збудження — закріплено на статорі, при роботі генератора вони нерухомі, тому в генераторах повністю відсутні ковзні силові контакти.

Ротор — індуктор генератора — це два пакети з електротехнічної сталі, розташовані на валу, з полюсами. Вісім зубців кожного пакета ротора при обертанні забезпечують наведення в обмотці статора ЕРС підвищеної частоти. Зубці пакетів ротора зміщені один від другого на кут 180°.

Трифазна обмотка статора з'єднана з випрямним блоком із кремнієвих вентилів В-200, складених за трифазною мостовою схемою. Між блоком вентилів і корпусом установлено вентилятор.

Магнітний потік утворюється обмоткою збудження. Він розподіляється так, що один пакет ротора створює лише північні полюси, а інший — південні. При обертанні ротора кожний виток обмотки статора пронизується пульсуючим магнітним потоком зубців якоря. Внаслідок цього у кожній з трьох фаз обмотки статора виникає змінна ЕРС, яка випрямним блоком перетворюється у постійну.

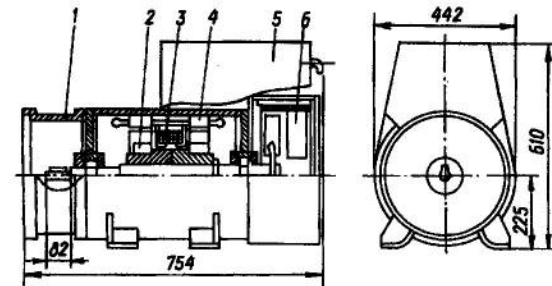


Рис. 4.12. Вентильний генератор ГД-311:
1 — фланець; 2 — ротор; 3 — обмотка збудження; 4 — статор; 5 — апаратура керування; 6 — випрямний блок

Аналогічна будова вентильних генераторів ГД-312, ГД-314, ГД-316 та ін. Найширше вентильні генератори застосовуються у зварювальних агрегатах.

4.6. ВВІМКНЕННЯ, НАЛАГОДЖУВАННЯ ТА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Підготовка перетворювача до роботи. Перед пуском нового перетворювача або такого, що тривалий час не експлуатувався, а також у зв'язку зі зміною місця його установки слід:

розконсервувати, перевірити і у разі потреби підтягнути кріпильні з'єднання; корпус перетворювача заземлити; без заземлення ввімкнення перетворювача неприпустиме;

перевірити надійність контактів у колі внутрішніх з'єднань зварювального перетворювача, у зовнішньому зварювальному колі та колі високої напруги;

перевірити мегомметром опір ізоляції всіх обмоток перетворювача, який не повинен бути нижчим за 0,5 МОм. При нижчому опорі ізоляції обмотки або неможливості виміряти його перетворювач треба просушити в сухому теплому приміщенні зі зниженою (половиною) напругою та дати йому попрацювати вхолосту дві-три години. Водночас слід стежити, щоб перетворювач не перегрівався; упевнитися, що кінці робочих кабелів не торкаються один одного, а приєднаний електродотримач і кінець другого робочого кабелю не торкаються одночасно металевої поверхні;

повернути маховик реостата проти годинникової стрілки до упору;

перевірити відповідність напруги напрузі мережі, наведеної на заводському щитку перетворювача;

перевірити вручну обертання ротора (ротор має легко прокручуватися);

ввімкнути двигун у мережу, при цьому в колі двигуна має бути встановлена апаратура, що забезпечує максимальний захист від перенапруг по струму з урахуванням того, що пусковий струм при номінальній напрузі дорівнює приблизно п'ятикратному значенню номінального, а час пуску становить 2—3 с. Захисна апаратура до комплексу поставки перетворювача не входить. Підключення

двигуна до мережі повинно виконуватися проводами, площа перерізу яких не менша за 10 м². Проводи мають бути обладнані наконечниками.

Порядок ввімкнення. Пуск перетворювача здійснюється ввімкненням двигуна (пакетним вимикачем)

При першому пускові слід перевірити напрямок обертання якоря. У разі неправильного напрямку обертання треба поміняти місцями проводи двох будь-яких фаз у місці підключення до живильної мережі.

Після закінчення пускового періоду можна починати зварювання, встановивши потрібну силу струму на напругу за допомогою реостата, керуючись показами амперметра чи вольтметра.

Технічне обслуговування. Для забезпечення безперебійної та тривалої роботи перетворювача необхідно виконувати щоденне і періодичне (через 100—200 годин роботи, але не рідше ніж один раз на місяць) технічне обслуговування.

При щоденному обслуговуванні:

до початку роботи оглянути перетворювач зовні для виявлення випадкових пошкоджень окремих зовнішніх частин. Помічені несправності усунути;

перевірити заземлення перетворювача, надійність кріплення контактів у проводах і напрям обертання генератора.

При періодичному обслуговуванні:

очистити перетворювач від пилу та бруду, продувши його струмом стисненого повітря, а в доступних місцях протерти чистим м'яким ганчір'ям;

перевірити стан електричних контактів схеми і в разі потреби забезпечити надійний електричний контакт, перевірити стан та наявність мастила в камерах шарикопідшипників. Мастило шарикопідшипників з часом розкладається, тому через 500-600 годин роботи, але не рідше ніж один раз на півроку, його слід змінити, для чого зняти кришки підшипників на щитах перетворювача. Видаливши забруднене мастило, треба ретельно промити бензином підшипники, після чого наповнити гнізда підшипників свіжим мастилом від 1/2 до 2/3 їх вільного об'єму. Рекомендується консистенція мастила марки 1—13. У разі потреби зміни шарикопідшипників розібрати перетворювач, перевірити опір ізоляції.

Контрольні питання

1. Принцип дії колекторного генератора.
2. Принцип дії вентильного генератора.
3. Чим генератор незалежного збудження відрізняється від генератора самозбудження?
4. Призначення послідовної намагнічувальної обмотки.
5. Яким чином регулюють зварювальний струм колекторних генераторів?
6. Які вузли входять до складу перетворювача?

Розділ 5. ЗВАРЮВАЛЬНІ АГРЕГАТИ

5.1. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Зварювальні агрегати складаються з генератора постійного струму та приводного бензинового або дизельного (іноді електричного) двигуна.

Зварювальні агрегати можна розподіляти:

- за типом генератора — з колекторним або вентильним генератором;
- за видом приводу — з бензиновим, дизельним або електричним двигуном;
- за способом установлення — пересувні, стаціонарні.

Обираючи зварювальний агрегат, слід мати на увазі, що агрегат з бензиновим двигуном дешевший, але потребує дорожчого палива; агрегат з дизельним приводом має більшу вартість, але працює на дешевому паливі, простіший та надійніший в експлуатації при низьких температурах.

5.2. ЗВАРЮВАЛЬНІ АГРЕГАТИ З КОЛЕКТОРНИМИ ГЕНЕРАТОРАМИ ТА БЕНЗИНОВИМИ ДВИГУНАМИ

До складу кожного агрегата входять колекторний генератор з реостатом регулювання зварювального струму, бензиновий двигун, сполучна муфта, пульт керування, акумуляторні батареї, капот з покриттям та шторками, паливний бак (табл. 5.1). Генератор і двигун змонтовані на одній рамі.

Агрегат АСБ-300М призначений для ручного дугового електричного зварювання в польових умовах, розрахований на струм до 315 А. Він складається із зварювального генератора постійного струму ГСО-300М, з'єднаного еластичною муфтою з двигуном внутрішнього згоряння АБ8М "Москвич-408". Генератор та двигун змонтовані на рамі й захищені залізним покриттям та металевими шторками.

Колекторний генератор самозбудження ГСО-300М має два ступеня регулювання зварювального струму: "Малі струми", коли вмикається повне число витків послідовної розмагнічувальної обмотки, та "Великі струми" — вмикається лише частина витків розмагнічувальної обмотки. На дошці затискачів розміщені три вихідні затискачі: "Спільний", "+ 180" і "+ 315". З'єднуючи кабель то з одним затискачем, то з іншим, змінюють діапазон регулювання зварювального струму. Реостатом, включеним в коло паралельної намагнічувальної обмотки, плавно регулюють струм у межах діапазону. Реостат змонтовано безпосередньо на корпусі генератора.

Двигун АБ8М "Москвич-408" — бензиновий чотиритактний карбюраторний з водяним охолодженням, переобладнаний для стаціонарної роботи. Апаратура керування та контрольні-вимірні прилади знаходяться на спеціальному пульті, встановленому під покриттям агрегату.

Агрегат АСБ-300-7 складається з генератора постійного струму ГСО-300-5 та двигуна внутрішнього згоряння ЗМЗ-320-01, змонтованих на одній рамі й з'єднаних еластичною муфтою. Агрегат захищено металевим покриттям та шторками.

Колекторний генератор ГСО-300-5 — чотириполюсний із обмоткою самозбудження і послідовною розмагнічувальною обмоткою. Регулювання зварювального струму таке саме, як у генератора ГСО-300М.

Агрегат АДБ-309 складається з генератора постійного струму ГД-303 та бензинового двигуна моделі ЗМЗ 320-01, з'єднаних фланцем. Блок-двигун — генератор, встановлений на металевій рамі на чотирьох амортизаторах. Обертаючий момент від двигуна до генератора передається через пальцеву еластичну муфту. Півмуфта з пальцями насаджена на вал генератора; еластичний диск з гніздами закріплений на маховику двигуна.

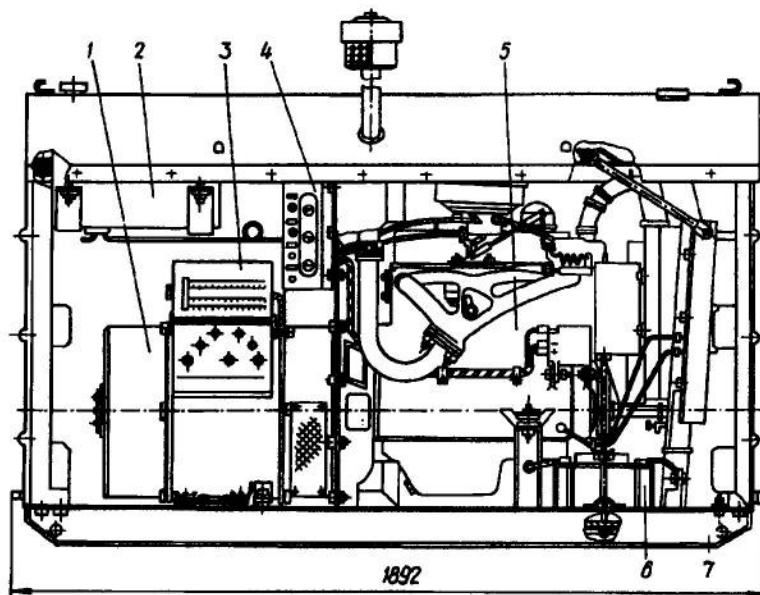
Агрегат захищено металевим кожухом з відкидними шторками та піддоном. Під покриттям агрегата розташований бензиновий бак місткістю 66 л, що забезпечує безперервну роботу протягом 7—8 год.

Колекторний генератор ГД-303 — чотириполюсний з самозбудженням та послідовною розмагнічувальною обмоткою. Він має п'ять діапазонів регулювання зварювального струму. Ступінчасте регулювання здійснюється включанням частини або повного числа витків послідовної розмагнічувальної обмотки, а також включанням у коло якоря додаткових баластних опірників, розташованих на корпусі генератора.

5.1. Технічні характеристики зварювальних агрегатів з колекторними генераторами

Параметри	АСБ-300-7	АДБ-309
Номинальний режим роботи TN , %	60 (315 А);	35 (350 А); 60 (315 А); 100 (240 А)
Діапазон регулювання зварювального струму, А	45—315	15—350
Робоча напруга при номінальному зварювальному струмі, В	32	32
Зварювальний генератор	ГСО-300-5	ГД-303
Двигун	ЗМЗ-320-01	ЗМЗ-320-01
Частота обертів, с ⁻¹	33	33
Місткість паливного бака, л	60	66
Витрата палива при номінальному режимі роботи, кг/год	5,1	5,1
Розміри, мм:		
довжина	1130	1892
ширина	850	880
висота	1165	1200
Маса незаправленого агрегата (без комплектуючих), кг	635	750

Примітки: 1. Кліматичне виконання та категорія розміщення агрегатів У1.
2. У дужках наведено номінальний зварювальний струм.



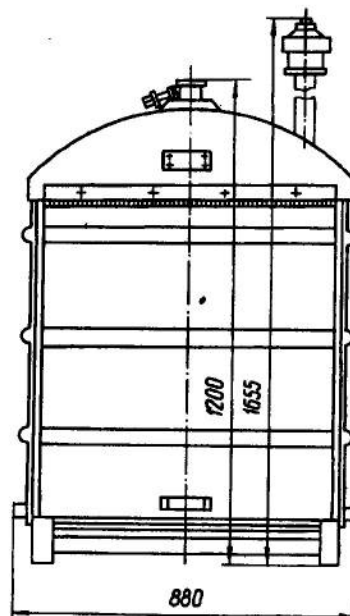
На дошці затискачів генератора крім вивідних затискачів “+” і “-”, до яких приєднуються зварювальні кабелі, є додаткові затискачі з позначенням граничних значень струму кожного діапазону та перехідна перемикачка. Перемикаючи перемикачки на затискачах, установлюють необхідний діапазон регулювання зварювального струму.

та бензиновими двигунами

АДБ-311	АСБ-300М	АДБ-318	АДБ-3120	ПАС-400-VI, ПАС-400-VIII
60 (315 А); 100 (240 А)	35 (300 А); 60 (250 А)	35 (350 А) 60 (315 А); 100 (240 А)	35 (350 А); 60 (315 А); 100 (240 А)	60
15—315 32	45—300 30	60 (315 А); 100 (240 А) 45—350 32	15—350 32	120—500 40
ГД-305 ЗМЗ-320-51	ГСО-300М АВ8М ("Москвич-408")	ГД-312 ЗМЗ-320-01	ГД-314 ЗМЗ-320-01	СГП-3-VI ЗИЛ-164
25 66 4,3	50 35 5,5	33 66 4,4	33 66 4,4	27 50 11,0
1890 880 1200 800	1680 870 1080 550	1890 880 1200 710	1900 900 1200 690	2700 900 1500 1990

Рис. 5.1. Зварювальний агрегат АДБ-311:

1 — зварювальний генератор ГД-305; 2 — паливний бак; 3 — реостат і дошка затискачів; 4 — пульт керування; 5 — двигун; 6 — акумулятор; 7 — зварна рама



Двигун моделі ЗМЗ-320-01 — бензиновий чотиритактний з водяним охолодженням. На двигуні розміщено зарядний генератор, стартер, розподільник запалювання, коток запалювання, свічки та електричні датчики. Пуск двигуна здійснюють акумуляторною батареєю 6СТ-60ЭМ, розташованою на рамі агрегата.

Апаратура керування та контрольно-вимірювальні прилади агрегата знаходяться на спеціальному пульті, встановленому під покриттям агрегата на вертикальній перегородці з боку генератора. На панелі пульта разом з вимірювальними приладами розташовані вимикачі запалювання, вимірювальних приладів, стартера, розетка для ввімкнення переносної лампи, тяги дросельної та повітряної заслінки, ліхтар для освітлення приладів.

Реостат для головного регулювання зварювального струму змонтований в окремому кожусі і може бути закріплений на корпусі генератора або розташований на місці зварювання. В останньому випадку реостат підключають до генератора кабелем.

Агрегат АДБ-311 (рис. 5.1) відрізняється від агрегата АДБ-309 тільки типом зварювального генератора (ГД-305) і моделлю двигуна (ЗМЗ-320-51).

Колекторний генератор самозбудження ГД-305 має п'ять діапазонів регулювання зварювального струму: 180—315 А (вмикається частина витків послідовної розмагнічувальної обмотки), 95—220 А (вмикається повне число витків); 45—100, 25—45, 15—25 А (підключаються баластні опірники, встановлені на корпусі генератора). Перемичкою на дошці затискачів генератора переключують діапазони струму, зварювальні кабелі підключають до затискачів “+” і “-”.

Реостатом плавно регулюють струм. Для зручності він має окремий кожух і може бути винесений до місця зварювання на відстані до 20 м від агрегата. Опір реостата 4,5 Ом, максимальний струм 15 А.

Агрегати ПАС-400-VI і ПАС-400-VIII призначені для ручного зварювання та різання при струмі 120—500 А на повітрі та під водою.

Агрегат ПАС-400-VIII складається з двигуна ЗИЛ-164А і генератора постійного струму СГП-3-VI, з'єднаних між собою еластичною муфтою та змонтованих на пересувній металевій рамі. Агрегат має металеве покриття та відкидні бічні й торцеві шторки. Система водяного охолодження двигуна складається з двох паралельно з'єднаних радіаторів і вентиляторів. Апаратура керування та контрольно-вимірвальні прилади розташовані на щиті керування двигуна.

Ступінчасто регулюють зварювальний струм за допомогою спеціальної планки, яка має вирізи на дошці затискачів генератора.

Плавно струм регулюють реостатом. На лицьовому боці корпусу реостата є покажчики “Менше”, “Більше”. Загальний опір реостата 5 Ом, максимальний струм 21 А. Крім регульованої частини, реостат має постійну частину опору, яка залишається ввімкненою в коло збудження при граничному правому положенні штурвала. До двох затискачів реостата підключають кінці обмотки паралельного збудження, а до третього — коло автомата АСН-55 для автоматичного зниження напруги неробочого ходу.

Для захисту від бризок води кришки оглядових отворів генератора оснащені гумовими прокладками та гвинтовими затискачами. Ізоляцію обмоток генератора виготовлено з вологостійких матеріалів.

Автомобільний бензиновий двигун ЗИЛ-164А переобладнано для тривалої стаціонарної роботи. Він має автоматичний відцентровий регулятор обертів, який підтримує частоту обертання в межах 26...30 с⁻¹, та автоматичне вимкнення запалювання при раптовому зростанні частоти обертання понад 35 с⁻¹.

Агрегати ПАС-400-VI і ПАС-400-VIII різняться лише комплектом поставки й тривалістю обкатки двигуна на заводі. Агрегат ПАС-400-VI в процесі випробувань проходить обкатку на заводі, додаткової обкатки перед пуском в роботу не потребує. Перед введенням в експлуатацію двигун агрегата ПАС-400-VIII слід перевірити протягом 20 год на неробочому ході: перші 10 год при частоті обертання 16,5 с⁻¹ та ручному регулюванні, наступні 10 год при частоті обертання 27 с⁻¹ та регулюванні відцентровим регулятором.

5.3. ЗВАРЮВАЛЬНІ АГРЕГАТИ З ДИЗЕЛЬНИМИ ДВИГУНАМИ

До складу кожного агрегата входять: зварювальний генератор постійного струму, реостат для регулювання зварювального струму, дизельний двигун, сполучна муфта, пульт керування, акумуляторні батареї, капот з кришкою та шторками, паливний бак.

Агрегати схожі за конструкцією, але відрізняються типами генераторів і двигунів (табл. 5.2).

Зварювальні агрегати з дизельними двигунами АСД-300М, АДД-303, АДД-305, АДД-3112 призначені для зварювання в польових умовах при постійному струмі до 300—350 А.

Агрегат АДД-303 складається із зварювального генератора ГСО-300-12 та дизельного двигуна Д-144, які з'єднані в один блок фланцем і закріплені на металевій рамі гумовими амортизаторами. Сполучна муфта передає обертаючий момент від дизеля до генератора.

Принцип дії генератора ГСО-300-12 аналогічний принципу дії інших генераторів типу ГСО, від яких він відрізняється частотою обертання (27 с⁻¹), а також деякими конструктивними особливостями

Ступінчасто регулюють струм, змінюючи число витків розмагнічувальної обмотки. Для цього на дошці затискачів зварювального генератора є три вивідні затискачі (один “-” і два “+”). Залежно від потрібного зварювального струму зварювальні проводи підключають до затискачів “-” і “+ 200” (“малі струми”) або до затискачів “-” і “+ 300” (“великі струми”).

Плавно регулюють зварювальний струм реостатом, змінюючи струм намагнічування в паралельній обмотці збудження. З поворотом маховичка реостата за годинниковою стрілкою опір реостата зменшується, струм в обмотці збудження збільшується, зростає напруга неробочого ходу та зварювальний струм генератора. З поворотом маховичка проти годинникової стрілки опір реостата збільшується, намагнічувальний струм зменшується і відповідно зменшуються напруга неробочого ходу генератора й зварювальний струм. Для зручності регулювання реостат установлено в окремому захисному кожусі, він може бути винесений до місця зварювання. Опір реостата 4,5 Ом, максимальний струм 15 А. Генератор виконано в захисному варіанті з самовентиляцією, на шарико-підшипниках.

Апаратура керування агрегата (реле-регулятор, реле стартера, запобіжник, розетка для вмикання переносної лампи, ліхтар для освітлення приладів, органи керування — ручка керування подачею палива, ручка керування декомпресором, вмикач стартера та електрофакельного пристрою) та контрольно-вимірвальні прилади (амперметр для контролю струму підзаряду та розряду акумуляторних батарей, датчик температури масла та манометр для вимірювання тиску масла в системі змащування двигуна; контрольні лампочки перегріву циліндрів та обриву ремня, контрольний елемент свічки розжарювання) розташовані на пульті, який встановлюється кронштейном на картері маховика двигуна. На двигуні встановлені зарядний генератор, стартер, свічка розжарювання та електричні датчики.

Агрегат може бути встановленим на причепі, в кузові автомобіля або на рівному майданчику та експлуатуватися і як стаціонарний, і як пересувний.

Агрегат АДД-305 складається з дизеля Д-144 та однопостового зварювального генератора ГД-310 з номінальним струмом 315 А, агрегат АДД-3112 — з дизеля Д-144 та генератора ГД-3120. Генератори ГД-310 і ГД-3120 мають три діапазони регулювання струму. Діапазон малих струмів одержуємо при ввімкненні в коло якоря баластних опірників.

Агрегати АСД-3-1 та АСДП-500 призначені для живлення одного зварювального поста струмом 120...500 А.

5.2. Технічна характеристика зварювальних агрегатів

Параметри	АДД-303	АДД-305	АДД-3112
Номинальний зварювальний струм, А	315	315	315
Номинальний режим роботи ТН, % (при силі струму, А)	60 (315); 100 (240)	35 (350); 60 (315); 100 (240)	35 (350); 60 (315); 100 (240)
Діапазон регулювання зварювального струму, А	45—315	45—350	30—350
Робоча напруга при номінальному зварювальному струмі, В	32	32	32
Генератор:			
тип	ГСО-300-12	ГД-310	ГД-3120
місткість паливного бака, л	35	35	54
витрата палива при номінальному режимі, кг/год	4,35	4,35	4,35
Двигун	Д144	Д144	Д144
Розміри, мм:			
довжина	1915		1900
ширина	895		900
висота	1250		1200
Маса незаправленого агрегата без комплектуючих, кг	900		895

- Примітки: 1. Напруга неробочого ходу, відрегульована на номінальний режим, не 2. Кліматичне виконання та категорія розміщення агрегатів У1.
3. У знаменнику наведено характеристики агрегатів з причепом.
4. Однією зірочкою помічено характеристику для однопостового використання, двома

Агрегат АСД-3-1 складається з генератора СГП-3-VIII і дизельного двигуна ЯАЗ-М204Г, з'єднаних еластичною муфтою, змонтованих на спільній рамі. Агрегат захищено покриттям та відкидними бічними й торцевими шторами.

Генератор СГП-3-VIII має два діапазони регулювання струму. Діапазони перемикають перемикачем на дощі затискачів. Плавню регулюють зварювальний струм реостатом у колі паралельної намагнічувальної обмотки генератора. На лицьовому боці корпусу реостата є покажчик "більше" і "менше".

Вся апаратура керування та контрольні прилади двигуна, амперметр і вольтметр генератора, дошка затискачів для підімкнення зварювальних проводів змонтовані на щиті.

Дизельний двигун ЯАЗ-М204Г є стаціонарним і відрізняється від автомобільного варіанта:

компоновкою трубопроводів паливної системи — між паливним насосом і паливним баком встановлено роз'єднувальний кран;

наявністю ручного регулювання подачі палива насос-форсунками. Ручка регулювання подачі палива зв'язана тягами та важелями з важелем керування, розташованим на кришці регулятора числа обертів дизеля. Постійна частота обертів колінчастого вала на заданому швидкісному режимі підтримується одно-режимним відцентровим регулятором;

водяним охолодженням двигуна, здійснюваним по замкненому контуру радіатором і вентилятором. Змінено конструкцію крильчатки вентилятора, що змінило напрям потоку охолоджуючого повітря — воно всмоктується з боку дизеля й видаляється через радіатор;

з дизельними двигунами

АСД-300М	АСД-300Т	АДД-304	АСД-3-1, АСДП-500	АСДП-500Г	АДД-502
315 60 (315); 100 (240)	315 60 (315); 100 (240)	250 60 (250); 35 (300)	500 60 (500); 100 (400)	500 60 (600); 100 (500)	2x315/500 35 (2x330); 60 (2x315); 80 (500) 2x(60—330)* (250—500)** 2x32/40
45—315	45—315	45—300	120—500	До 600	
32	32	32	40	55	
ГСО-300	ГД-309	ГД-307	СГП-3-VIII	ГСМ-500	—
40 3,6	40 3,6	40 2,9	25 11,8	150 9,5	100 5,7/6,4
4ч8,5/11	4ч8,5/11	4ч8,5/11	ЯАЗ-М204Г	ЯАЗ-М204Г	Д144
1915 1100 895 920	1980 900 1350 1100	1820 930 1450 850	2820/6250* 2115/2350* 1115/2785* 2500/4400*	6350 2350 2785 4550	2550/6240 1200/2350 1270/2040 1600/3500

перевищує 100 В.

зірочками — для двопостового.

поворотом випускного колектора вихлопними отворами вгору для зручності відведення газів;

підігрівальним пристроєм (лапкою підігріву з дуттям), передбаченим для пуску дизеля при температурі +5...—40 °С.

На щиті керування змонтовано апаратуру керування агрегата та контрольні-вимірвальні прилади, амперметр та вольтметр генератора і дошка затискачів для підімкнення зварювальних проводів.

Пересувний агрегат АСДП-500 за принципом роботи та будовою аналогічний до агрегата АСД-3-1. Відмінність полягає в тому, що агрегат АСДП-500 випускають у вигляді автомобільного причепа в заводському виконанні.

Пересувний агрегат АСДП-500Г (рис. 5.2) застосовується для живлення постійним струмом двох зварювальних постів ручного дугового зварювання. Він складається з двигуна ЯАЗ-М204Г і генератора ГСМ-500, з'єднаних еластичною муфтою та змонтованих на рамі автомобільного причепа. Від інших агрегатів з дизельним двигуном агре-

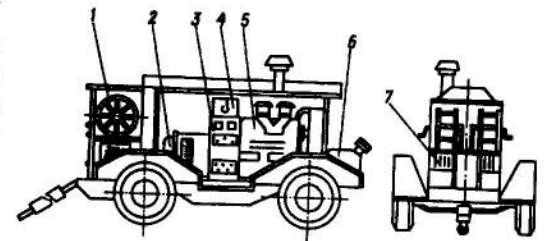


Рис. 5.2. Зварювальний агрегат АСДП-500Г:
1 — коток; 2 — генератор; 3 — розподільний щит; 4 — реостат; 5 — двигун; 6 — бак для води; 7 — паливний бак

гат АСП-500Г відрізняється будовою й принципом роботи зварювального генератора ГСМ-500, який має жорстку зовнішню характеристику.

Напруга генератора регулюється вручну поворотом маховичка реостата 4 у колі паралельної обмотки збудження. Повний опір реостата — 3,7 Ом, найбільший струм — 9 А.

Струм зварювальних постів регулюється двома баластними реостатами, які вмикаються послідовно з дуюю для отримання крутоспадаючої зовнішньої характеристики окремого зварювального поста. Це дає змогу ступінчасто регулювати силу зварювального струму в межах 15—350 А. Кожний реостат складається з п'яти ступенів опорів, які п'ятьма рубильниками вмикаються в зварювальне коло незалежно один від одного. Кожний ступінь вмикає один або декілька елементів опору у вигляді рамок, обмотаних константановою стрічкою розміром 0,2 × 10 мм та з'єднаних паралельно. Із зростанням числа ступенів, що вмикаються, зменшується введений до кола дуги опір і струм зростає.

Зварювальний струм поста залежить не тільки від опору баластного реостата, але й від напруги на дузі, на клеммах генератора та спаду напруги на проводах.

Агрегат АСП-500Г призначено для зварювання магістральних трубопроводів двома зварниками одночасно. Він може працювати в польових умовах на висоті над рівнем моря до 1200 м при температурі оточуючого повітря від —35 до +40 °С та відносній вологості повітря до 95 % при температурі +20 °С.

5.4. ЗВАРЮВАЛЬНІ АГРЕГАТИ З ВЕНТИЛЬНИМИ ГЕНЕРАТОРАМИ

Агрегати АДБ-318 і АДБ-3120 складаються з вентильних генераторів ГД-312 та ГД-314, які приводяться в обертання бензиновим двигуном ЗМЗ-320-01. Двигун і зварювальний генератор з'єднано фланцем і закріплено на рамі гумовими амортизаторами.

Вентильний генератор ГД-312 розраховано на номінальну швидкість обертання індуктора 33 с^{-1} , він забезпечує живлення дуги постійним струмом до 350 А (рис. 5.3 і 5.4).

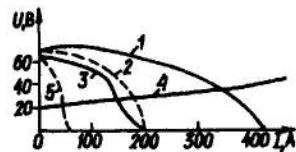
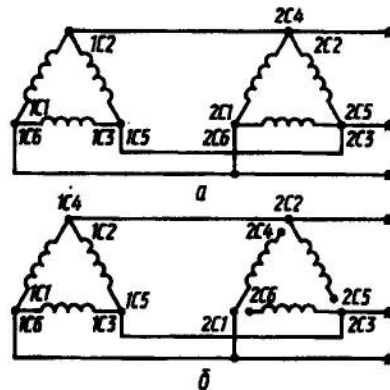


Рис. 5.3. Зовнішні характеристики вентиального генератора ГД-312:

1, 3 — великі струми; 2, 5 — малі струми; 4 — режим зварювання

Рис. 5.4. Схеми з'єднання обмоток якоря генератора ГД-312:

а — паралельне двох обмоток, з'єднаних трикутником (діапазон великих струмів); б — половина обмоток вимкнена (діапазон малих струмів); С1-С6 — точки з'єднання кінців котків



Грубе регулювання зварювального струму здійснюють, змінюючи індуктивний опір обмотки статора, яка складається з двох самостійних трифазних обмоток (рис. 5.4), шляхом перемикавання схеми з'єднання за допомогою перемикача.

Змінюючи опір реостата, ввімкненого в коло обмотки збудження, плавно змінюють крутість нахилу зовнішньої характеристики генератора, таким чином регулюючи зварювальний струм.

Зварювальний генератор ГД-314 порівняно з генератором ГД-312 має розширені межі регулювання зварювального струму.

Конструкція капота агрегатів, пульт керування та електрична схема двигуна такі самі, як і агрегата АДБ-311.

Обертаючий момент через сполучну муфту передається від двигуна до зварювального генератора. Зварювальні кабелі приєднуються до затискачів “+” і “-”, розташованих на торці коробки керування.

Перемикаючи статорні обмотки пакетним вимикачем, рукоятку якого розміщено на дошці затискачів генератора, ступінчасто регулюють силу струму. Плавно — виносним реостатом, увімкненим у коло збудження генератора.

Паливна система агрегата складається з бака, фільтра-відстійника, запірної арматури та трубопроводів. Бак місткістю 60 л забезпечує безперервну роботу агрегата при номінальному навантаженні протягом 8-9 год.

Для захисту від дії атмосферних опадів і механічних пошкоджень агрегата служить капот з листової сталі, який складається з покриття, стояків і штор.

На панелі агрегата, розташованій під капотом на вертикальній перегородці з боку генератора, розміщено апаратуру керування (вимикачі системи запалювання та стартера) і контрольно-вимірвальні прилади (термометр контролю температури масла в системі змащування двигуна, ліхтарі контролю роботи зарядного генератора та аварійного тиску масла).

Пуск двигуна здійснюється від акумуляторної батареї, що встановлена на рамі агрегата.

Агрегат призначено для роботи на відкритому повітрі при температурі від +40 до —45 °С на висоті над рівнем моря до 1000 м при відносній вологості повітря до 80 % і температурі —20 °С.

Розроблено нову серію одно- та багатопостових зварювальних агрегатів з вентильними генераторами (АДБ-3122, АДБ-3123; АДБ-3125). Вони мають поліпшені техніко-економічні показники (табл. 5.3).

Агрегати АДД-501 і АДД-502 застосовуються для ручного дугового зварювання та різання металів постійним струмом на двох постах струмом до 315 А, а також для однопостового зварювання та різання металів постійним струмом до 500 А. До складу агрегата АДД-501 належать двопостовий вентильний зварювальний генератор і дизельний двигун Д144, до складу агрегата АДД-502 — агрегат АДД-501 та причіп 2ПН-4.

Зварювальний генератор агрегатів складається з двох самостійних вентильних генераторів, змонтованих в одному корпусі на одному валу. При роботі двох зварювальних постів кожний пост живиться від окремого генератора.

При живленні одного зварювального поста та необхідності отримання більшого струму генератори вмикаються паралельно. Перемикається зварювальний генератор з двопостового режиму на однопостовий переставлянням переминок на контактному затискачеві, розташованому в генераторному відсіку.

Для захисту від атмосферних опадів і механічних пошкоджень агрегат оснащено капотом, середня стінка якого ділить агрегат на два відсіки: генераторний та двигунний. На передній стінці капота розміщено пульт керування агрегата.

5.3. Технічна характеристика одно- та багатопостових агрегатів з вентильними

Параметри	АДБ-3120	АДД-502	
		Пости окремо	Пости паралельно
Номинальний зварювальний струм, А	315	2×315	500
Номинальна тривалість циклу зварювання, хв	5	5	10
Номинальний режим роботи ТН, %	60	60	80
Діапазон регулювання струму, А	15—350	60—330	120—550
Двигун:			
тип	320-01	Д144	320-01
потужність, кВт	29,4	36,7	29,4
частота обертання, с ⁻¹	33	30	30
Система пуску двигуна	Електростартер	Пусковий двигун	Пусковий двигун
Генератор вентильний	ГД-304	Двопостовий	
Витрата палива в номінальному режимі, кг/год	4,4	6,4	5,7
Маса, кг	690	3500*	3500*

Примітки: 1. Система регулювання струму агрегата АДД-4×2501 плавна, місцева, збудження.

2. Для агрегатів АДД-502 і АДД-4×2501 вказана маса з причепом та іншим технологічним

Перемикач діапазонів ступінчасто регулює струм. Він має три фіксованих положення: ліве, середнє й праве. Ліве та праве положення відповідають діапазону великих, середнє — малих струмів. Плавність регулювання зварювального струму забезпечують дистанційні реостати, ввімкнені в коло обмоток збудження генератора.

Агрегат АДД-4001 складається з вентильного генератора та дизельного двигуна Д144.

Агрегат може бути змонтований на рамі, на автомобільному причепі (АДД-4002), на причепі з допоміжним джерелом електроенергії потужністю 2 кВт (АДД-4003).

Агрегат АДД-3114 складається з вентильного генератора та дизельного двоциліндрового двигуна Д21А1 (Д120) з повітряним охолодженням. Агрегат монтується на рамі, на автомобільному одновісному причепі (АДД-3115), на причепі з допоміжним джерелом електроенергії (АДД-3116).

Чотирипостовий агрегат АДД-4×2501 складається з дизельного двигуна рідинного охолодження марки Д240Л та однокорпусного вентиального чотирипостового генератора.

Агрегат обладнано двома виносними печами для сушіння електродів, двома паливними баками загальною місткістю 400 л, спеціальним пристроєм для намотування зварювальних кабелів, загальна довжина яких не перевищує 300 м. Вся установка змонтована на двовісному автомобільному причепі 2ПН-4.

Передбачено регулювання режиму зварювання (напруги неробочого ходу та сили зварювального струму окремого поста) як на панелі керування, так і дистанційними пультами. Технічні дані зварювальних агрегатів з вентильними генераторами наведено в табл. 5.3.

генераторами

АДБ-3122, АББ-3123	АДБ-3125	АДД-4001, АДД-4002, АДД-4003	АДД-3114, АДД-3115, АДД-3116	АДД-4×2501	
				Пости окремо	Пости паралельно
315	315	400	315	4×250	800
5	5	5	5	5	10
60	60	60	60	60	60
15—350	45—350	60—450	15—350	70—800	70—800
320-01	320-01	Д144	Д214А	Д240Л	Д240Л
29,4	29,4	36,7	18,4	56,7	56,7
33	33	30	30	36	36
Пусковий двигун ГД-3121	Пусковий двигун ГД-316	Електро-стартер ГД-4002	Електро-стартер ГД-3122	Пусковий двигун	
				Чотирипостовий	
4,0	4,0	5,2	3,2	11,8	11,8
670	670	855	730	5000	5000*

дистанційна, безреостатним регулятором, інших — плавна, дистанційна, реостатом у колі устаткуванням.

5.5. ЗВАРЮВАЛЬНІ АГРЕГАТИ З ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ

Для зварювання та різання під водою разом зі зварювальними агрегатами ПАС-400 застосовують агрегати з електроприводом САМ-300, САМ-400, АСУМ-400 та ін. (табл. 5.4).

5.4. Технічні характеристики зварювальних агрегатів з електроприводом (ТН = 65 %)

Параметри	САМ-300	САМ-400	САМ-400-1	АСУМ-400
Номинальний зварювальний струм, А	300	500	500	400
Номинальна робоча напруга, В	30	40	40	70
Діапазон регулювання зварювального струму, А	75—300	120—600	120—600	120—500
Напруга неробочого ходу, В	80	60—90	60—90	105
Генератор	ГСО-300М	СГПІ-3-V	СГПІ-3-V	ГСУМ-400
Двигун:				
тип	П-62М	МАФ-82-73/4	ПН-209	МАФ-82-73/2
потужність, кВт	16	32	32	42
Частота обертання, с ⁻¹	25	24	25	49
Габарити, мм:				
довжина	1435	1770	1980	1660
ширина	600	650	650	620
висота	832	920	940	890
Маса, кг	685	1450	1600	875

Агрегат САМ-300 (рис. 5.5) використовується для живлення одного зварювального поста. Складається із зварювального генератора ГСО-300М та приводного двигуна постійного струму П-62М, змонтованих на спільній рамі та з'єднаних еластичною муфтою.

Конструкцію, принцип дії та регулювання струму генератора ГСО-300М розглянуто раніше.

Агрегати САМ-400 та САМ-400-1 складаються з однопостового зварювального генератора СГП-3-V та електродвигуна (відповідно двигуна постійного струму ПН-290 та трифазного асинхронного двигуна типу МАФ-82-73/4), з'єднаних еластичною муфтою і змонтованих на зварній металевій рамі.

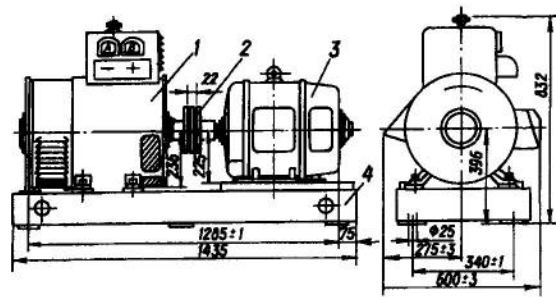


Рис. 5.5. Зварювальний агрегат САМ-300:

1 — зварювальний генератор; 2 — сполучна муфта; 3 — приводний електродвигун; 4 — зварна рама

ГСУМ-400 та електродвигуна змінного струму типу МАФ-82-73/2, змонтованих на спільній рамі.

Генератор забезпечує живлення зварювального поста при ручному або механізованому зварюванні на двох діапазонах струму (250 та 400 А) і напруги (22—45 та 45—70 В) як на спадаючих, так і на жорстких зовнішніх характеристиках.

5.6. ВВІМКНЕННЯ, НАЛАГОДЖУВАННЯ ТА ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Підготовка агрегатів до роботи. Агрегат встановлюють на рівній горизонтальній площадці, виключивши можливість пересування. Перевіряють стан щіток і колектора генератора, у разі потреби підтягують кріпильні з'єднання, потім перевіряють справність натягу ременів та регулятора обертів.

Натяг ременів має бути таким, щоб при натискуванні пальцями на ремінь між шківками генератора та вентилятора прогин становив не більш за 10—15 мм, а між шківками вентилятора та регулятора обертів — не більш за 10—12 мм. Перевіряють з'єднання тяги регулятора обертів з важелем та дросельною заслінкою, справність кронштейна регулятора обертів, кріплення маточини вентилятора на валику водяного насоса.

Зварювальний агрегат заземлюють болтом “Земля” на корпусі генератора, після чого підключають зварювальні кабелі.

Впевнившись у справності паливної системи, заправляють бак паливом. Рівень палива перевіряють мірною лінійкою, закріпленою на пробці бака. Мاستи зливають через лійку до верхньої позначки мастиломірного щупа.

Систему водяного охолодження заливають водою. Якщо агрегат працює за мінусових температур з нахилом або з диферентом понад 5°, у системі охолодження двигуна застосовують антифриз.

Перед пуском нового або такого, що тривалий час не працював, агрегата перевіряють надійність контактів у колі внутрішніх і зовнішніх з'єднань генератора, а мегомметром — опір ізоляції обмоток зварювального генератора, який не повинен бути меншим, ніж 0,5 МОм (для СГП-3-V1 — не менш за 1 МОм). При нижчому опорі ізоляції обмоток генератор у режимі короткого замикання слід просушити в сухому теплому приміщенні. З цією метою перемичку на дошці затискачів встановлюють у положення “95—240 А” для генераторів типу ГСО і “+400 А” — для генераторів типу СГП, маховичок регулятора повертають проти годинникової стрілки до упору, з'єднують зовнішні затискачі генератора “+” і “-” накоротко кабелем достатнього перерізу. Під час сушіння треба стежити, щоб агрегат не перегрівся.

Перед пуском слід повернути маховичок дистанційного реостата проти годинникової стрілки до упору в положення, відповідне мінімальному струму.

Після закінчення пускового періоду, тобто після збудження генератора, перемикачем і дистанційним реостатом встановлюють потрібний зварювальний струм та починають зварювання.

У зварювальному агрегаті АДБ-318-VI генератор збуджується від залишкового магнетизму. Якщо після пуску агрегата генератор не збуджується, необхідно закоротити електродом зварювальне коло на 1—3 с, а потім різко відірвати електрод. При багатократному повторенні цієї операції генератор має збудитися. За відсутності напруги таку операцію повторюють при виведеному реостаті та крайньому правому положенні ручки перемикача діапазонів. Якщо й цього разу генератор не збуджується, слід короткочасно (на 1—2 с) підключити стороннє джерело постійного струму напругою не більш за 12 В до обмотки збудження, тобто до одного затискача “+” підключити радіатор малопотужних діодів, а до іншого “-” вихідний кінець середнього діода.

Перед пуском зварювального агрегата АСДП-500Г рубильники баластних реостатів мають бути розімкненими. Треба впевнитися, що кінці зварювальних проводів не торкаються електродотримачів або металевої поверхні. У процесі роботи агрегата АСДП-500Г його напруга спадає через те, що обмотки генератора нагріваються, що погіршує стійкість горіння дуги та змінює режим зварювання. Тому слід реостатом підтримувати напругу генератора 55 В.

Перед пуском бензинового двигуна перевіряють рівень мастила в картері, наявність бензину в баці та охолоджуючої рідини в радіаторі. Двигун запускають в роботу стартером або пусковою рукояткою.

Для пуску теплої двигуна необхідно закрити ручним приводом дросельну заслінку карбюратора та ввімкнути запалювання. Потім ввімкнути стартер і тримати його ввімкненим доти, доки двигун не запрацює (але не більше ніж 5 с). Повітряна заслінка при цьому має бути повністю відкритою. Справний двигун при правильно підбраному паливі звичайно починає працювати з перших обертів якоря статора. Якщо справний двигун не починає працювати з двох-трьох спроб, слід відкрити дросельну заслінку карбюратора й знов приступити до пуску двигуна стартером. У двигуні з'являються рідкі спалахи. Потім, коли він починає працювати без перебоїв, дросельну заслінку треба прикрити, щоб знизити оберти колінчастого вала на неробочому ході. Так само слід чинити при пуску перегрітого двигуна у разі самочинної його зупинки. Якщо при пуску теп-

лого двигуна потрібно закрити повітряну заслінку, то це свідчить про засмічення жиклерів карбюратора і в першу чергу — системи неробочого ходу. Засмічені жиклери треба продути стисненим повітрям.

Пуск холодного двигуна при температурі не нижче ніж 0 °С викликає складності. Для цього потрібно: ручним приводом закрити дросельну заслінку карбюратора; ввімкнути запалювання; прикрити повітряну заслінку карбюратора на 3/4 ходу тяги (щоб не допустити перезбагачування суміші); ввімкнути стартер. Якщо після кількох обертів колінчастого вала двигун не почне працювати, слід зробити коротку перерву. При появі спалахів у циліндрах треба відкрити дросельну заслінку карбюратора. Частота обертання колінчастого вала не повинна бути зовеликою. Підтримуючи тягою керування дросельною заслінкою карбюратора частоту обертання колінчастого вала, двигун прогривають. Разом з цим поступово зменшують частоту обертання колінчастого вала та відкривають повітряну заслінку. Після того, як двигун почне стійко працювати на малих обертах неробочого ходу при повністю відкритій повітряній заслінці карбюратора, додатково прогривають двигун до температури охолоджуючої рідини +65 °С і подають номінальне електричне навантаження.

Для пуску холодного двигуна за температури не нижчої ніж -10 °С необхідно важелем ручки підкачки бензонасоса підкачати бензин у поплавець камеру карбюратора; закрити дросельну й повітряну заслінки карбюратора; прокрутити колінчастий вал пускової рукоятки на 8—10 обертів, не вмикаючи запалювання, та перевірити, обертається вентилятор чи ні. Через 1 хв ввімкнути запалювання та стартером запустити двигун. Якщо після першої спроби двигун не працюватиме, після перерви (1 хв) знов повторюють пуск. Із появою спалахів у циліндрах трохи відкривають повітряну заслінку. Якщо при пуску стартера були окремі спалахи, але двигун не запрацював, то у наступних спробах пуск має відбуватися з повністю відкритою повітряною і трохи відкритою дросельною заслінками карбюратора. Це дає змогу уникнути перезбагачування суміші.

Для пуску двигуна при температурі нижчій, ніж -10 °С, його прогривають підігрівальним пристроєм. Для цього закручують зливний краник, розташований на котлі підігрівника, та відкривають пробку наливного отвору в лійці котла, розпалюють неетильованим бензином лампу пускового підігрівника. Коли палик лампи дасть полум'я синюватого кольору з легким гудінням, його вводять у жарову трубу котла (полум'я не повинно потрапляти на гумовий шланг косинця). Потім заливають воду в котел до рівня наливного отвору в лійці та завертають пробку. Після цього полум'я збільшують. Стулка кожуха радіатора при пуску двигуна має бути зачинена. Коли головка блока циліндрів і впускна труба прогриваються до 30—40 °С, необхідно пусковою рукояткою прокрутити колінчастий вал двигуна. Якщо вал легко прокручується і на пусковій рукоятці виразно відчувається компресія в циліндрах, двигун готовий до пуску. Далі слід вивести полум'я лампи з жарової труби котла пускового підігрівника, підкачати бензин у поплавець камеру карбюратора. Запускають двигун так само, як при температурі не нижчій за 0 °С.

Коли двигун почне працювати, закривають зливний краник радіатора та заповнюють систему охолодження водою. Заливати воду треба повільно, щоб все повітря з системи охолодження могло легко вийти. Після того як двигун прогріється, перевіряють рівень води в радіаторі, у разі необхідності додають воду. При користуванні незамерзаючими сумішами (антифризами) підготовку до

пуску двигуна слід провадити так, як було вказано раніше. Перед розігрівом двигуна треба впевнитися, що антифриз не застигнув у системі охолодження, тобто знаходиться у рідкому стані. Загололий антифриз не може циркулювати через котел, оболонки головки та блока циліндрів, і тому при розігріві котел може вибухнути. В такому разі антифриз потрібно відігрівати на малому вогні, поки він не почне циркулювати у системі охолодження.

Після зупинення роботи двигуна з навантаженням слід дати йому попрацювати протягом 2—3 хв на малих обертах, притуливши дросельну заслінку карбюратора, і лише після цього вимкнути запалювання. Це потрібно для поступового охолодження двигуна. Тривала робота двигуна на неробочому ходу призводить до утворення кіптю на свічках. Тому не слід на морозі підтримувати роботу двигуна на неробочому ході понад 5—8 хв.

Температура води в радіаторі бензинового двигуна має підтримуватись в межах 70—95 °С. У разі перевищення допустимої температури слід зменшити навантаження або зупинити двигун. За нормальних температур і нормальної частоти обертання тиск у масляній системі змінюється в межах 0,2—0,4 МПа. Якщо тиск масла падає нижче за 0,05 МПа на малих обертах неробочого ходу при прогрітому двигуні, то це вказує на його несправність.

Перед пуском дизельного двигуна слід упевнитися в надходженні палива з бака до фільтра, відсутності повітря та течі у паливній системі. Ручку подачі палива потрібно встановити у положення, відповідне найбільшій подачі, для чого переміщають її у крайнє ліве положення, обертаючи проти годинникової стрілки.

Для пуску двигуна необхідно ввімкнути вимикач маси та перевести ключ вимикача стартера і свічі запалювання у перше фіксоване положення. При цьому вмикається пусковий підігрівник, про що сигналізує контрольна спіраль, розжарюючись до червоного кольору. Далі ключ переводиться у друге фіксоване положення. Реле вмикає стартер.

Якщо двигун після трьох-чотирьох спроб не запустився, наступну спробу, щоб уникнути виходу з ладу акумуляторних батарей, роблять тільки після паузи в 2,5—3 хв. Тривалість безперервної роботи стартера не повинна перевищувати 15 с. Після пуску двигуна стартер автоматично відключається від батарей акумуляторів. Ключ вимикача слід повернути, переводячи у вихідне положення.

Для полегшення пуску, особливо в зимовий час, користуються декомпресійним механізмом.

Відразу ж після пуску двигуна слід перевірити покази контрольних приладів. Стрілка амперметра має показувати підзарядку акумуляторних батарей, відхиляючись в бік "+". Тиск масла в системі змащування в прогрітому двигуні не повинен перевищувати 0,15—0,3 МПа, контрольні лампи не повинні горіти. Температура води в радіаторі має бути в межах 75—90 °С. Двигун повинен працювати без стуку та сторонніх шумів.

Для зупинення агрегата з дизельним двигуном необхідно припинити зварювання і дати двигуну попрацювати 5 хв на неробочому ході з мінімальною частотою обертання для охолодження головки блока циліндрів; вимкнути подачу палива, для чого ручку керування подачею перевести у крайнє праве положення, відключити акумуляторну батарею вимикачем маси. Не можна зупиняти дизель перекриттям крана на підвідному паливопроводі, а також ввімкненням декомпресійного пристрою.

У разі експлуатації дизеля 2ч-8,5/11 при температурі оточуючого повітря нижче за 8 °С треба злити з систем воду, паливо й масло, промити системи, потім

залити у паливну та масляну системи рекомендовані паливо й масло, в систему охолодження — незамерзаючу рідину (антифриз). Далі підзаряджають акумулятори та збільшують густину електроліту до необхідної, підключають підігрівник, утеплюють радіатор, паливний бак, фільтр, паливопроводи, акумулятори. Перед пуском дизель прогрівають. Забороняється до прогріву прокручувати колінчастий вал дизеля.

Технічне обслуговування зварювальних агрегатів необхідно проводити щоденно та періодично через кожні 100—200 год роботи, але не рідше одного разу на місяць.

Щоденно до початку роботи слід робити зовнішній огляд агрегата та ліквідувати випадкові пошкодження; перевіряти стан болтових з'єднань струмопровідних частин й підтягувати послаблені контакти, перевіряти натяг ременів привода вентилятора та регулятора обертів, кріплення наконечників проводів акумуляторних батарей до рами; заземлення агрегата; виконувати пуск, щоб впевнитися у відсутності стуку й сторонніх шумів; перевіряти покази приладів і контрольних ламп на пульті керування.

Якщо тиск масла нижче за 0,1 МПа, а температура води вища за 105 °С, треба негайно зупинити двигун, знайти та усунути причину, що викликала підвищення температури.

Періодично слід очищати агрегат від пилу та бруду, у разі потреби очищати й підфарбовувати пошкоджені місця (для фарбування агрегата використовують полівінілхлоридні, для фарбування двигуна — нітрогліфталеві емалі); перевіряти й підтягати різьбові з'єднання, особливо фланцеве зчленування двигуна й генератора, кріплення їх до рами, кріплення паливного бака; стан та наявність мастила в камерах шарикопідшипників.

Мастило з часом розкладається, тому через 500—600 год роботи, але не рідше ніж раз на рік, його слід замінити. Для цього треба зняти кришку підшипників на щитах генератора, видалити забруднене мастило, ретельно промити підшипники бензином, потім заповнити гнізда підшипників свіжим мастилом на 1/2 — 1/3 вільного об'єму. Рекомендують застосовувати консистентне мастило марки ЛИТОЛ-24 (ГОСТ 21150—75*), жирове мастило марки 1—13 і т. ін.

Періодично слід заміряти опір ізоляції генератора, який має бути не нижчим за 0,5 МОм для генераторів типу ГСО та ГД та 1 МОм для генераторів типу СГП. Дрібний металевий та вугільний пил, який осідає всередині генератора, може призвести до зниження опору окремих ділянок ізоляції. Тому генератор рекомендують періодично продувати струменем стисненого повітря та протирати ганчіркою.

У процесі експлуатації потрібно стежити за чистотою панелі пульта, перевіряти стан кріплень, контактів і контрольно-вимірювальних приладів.

Якщо зварювальний генератор працює правильно, то колектор не повинен мати слідів нагару. Коричневий з синюватим відтінком колір колектора свідчить про його нормальну роботу. Такий колектор потребує лише систематичного прибирання пилу чистою ганчіркою, змоченою в бензині. Невелике іскріння щіток, яке не залишає слідів нагару на колекторі, безпечне.

У разі появи на колекторі нагару необхідно з'ясувати та усунути причину, що викликає нагар, а колектор прошліфувати дрібнозернистою пресованою пемзою або м'яким скляним папером, натягнутим на дерев'яну колодку циліндричної форми. Шліфують рівномірно всю поверхню. Використовувати для цього наждачний папір категорично забороняється.

Якщо з часом між пластинками почне виступати слюда, викликаючи іскріння та шум щіток у процесі роботи, її слід обережно зачистити спеціальною пилкою на глибину до 1 мм. Потім м'яким тригранним напилком видалити задирки з країв пластин і прошліфувати колектор на ходу при піднятих щітках. Щітковий механізм потребує регулярного огляду. Щітки генератора мають відповідати його паспортичним даним. Використання щіток різних сортів на одній машині, особливо в одному ряду, суворо забороняється.

Пошкоджену або стерту щітку потрібно замінити новою. Під установлену нову щітку слід підкласти смужку м'якого скляного паперу склом до щітки й притирати доти, доки щітка не буде повністю облягати колектор. Притирання виконують з нормальним натиском пружини щітокотримача. Після притирання щіток колектор обдують повітрям, протирають пил і дають генератору попрацювати на неробочому ходу для остаточної прошліфовки. Всі щітки одного пальця мають бути вирівняні, вільно пересуватися в обоймі та виступати з її поверхонь на 2—3 см в напрямі колектора. Траверса повинна займати правильне положення. Забороняється повертати її, тому що це призводить до іскріння під щітками.

У зварювальних агрегатах постійного струму іноді відбувається довільна зміна полярності. Її визначають електровимірювальними приладами (вольтметр, міліамперметр). За відсутності цих приладів полярність струму можна визначити за допомогою вугільного електрода. Зварювання вугільним електродом на зворотній полярності супроводжується сильним перегрівом електрода та значним наугледцюванням металу шва.

Догляд за двигуном і акумуляторними батареями слід виконувати згідно з інструкціями з експлуатації: щоденно очищати їх від пилу та бруду, перевіряти і за потреби доливати масло в карбюратор двигуна, паливо — у паливний бак — і воду в радіатор.

Технічне обслуговування двигунів передбачає перевірку кріплення вузлів, перевірку та регулювання натягу ременя вентилятора й генератора, перевірку рівня й ступеню зарядженості акумуляторних батарей.

Кожні 100—200 год роботи агрегату двигун змащують, випускають конденсат з масляних фільтрів, промивають повітряний фільтр і замінюють там масло.

Після 500—600 год експлуатації повністю замінюють масло в двигуні, перевіряють та підтягують механізми й агрегати систем живлення, охолодження, змащування, запалювання й пуску двигуна, перевіряють компресію двигуна, зазори між поршневіми кільцями й канавками в поршні, масляні зазори між колінчастим валом та підшипниками, роботу двигуна при малих обертах неробочого ходу колінчастого вала, легкість пуску та правильність установки запалювання, пропускну здатність жиклерів та регулювання рівня палива в поплавцевій камері (карбюраторні двигуни), перевіряють і регулюють паливний насос і форсунки (дизеля), перевіряють та очищають генератор і реле-регулятор, стартер і свічки запалювання.

При експлуатації двигунів слід систематично стежити за станом усіх ущільнень, не допускати витікання масла з системи змащування, води — з системи охолодження, палива — з системи живлення. Герметичність системи живлення дизеля перевіряють під час щоденного догляду на працюючому двигуні (оберти неробочого ходу), визначаючи наявність повітря в системі, для чого слід трохи відвернути пробку на кришці фільтра тонкої очистки. Якщо з-під пробки буде витікати піна чи паливо з пухирчиками повітря, то в системі є повітря.

Підсмоктування повітря усувають, ліквідуючи нещільності в з'єднаннях трубопроводу. Слід стежити за показниками контрольних приладів двигуна та не допускати його роботи в аварійному стані.

Якщо паливний манометр показує тиск нижче за 0,04 МПа, фільтри промивають і замінюють елементи фільтра тонкої очистки.

Не можна допускати роботу двигуна з димовим вихлопом; чорний дим свідчить про перенавантаження двигуна та його несправності.

Характерні несправності колекторних і вентиляльних генераторів, бензинових і дизельних двигунів та способи їх усунення наведено в табл. 5.5—5.8.

5.5. Несправності колекторних зварювальних генераторів і способи їх усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Генератор не дає напруги	Колектор забруднений Обрив у колі збудження	Прочистити колектор Перевірити коло збудження та усунути обрив Обточити колектор
Обгорає велика група поруч лежачих пластин	Пошкодження колектора	
Іскріння щіток, супроводжуване нагаром на всіх пластинках	Щітки погано прошліфовані Щітку заїло в щіткотримачі Щітка хитається в обіймі Колектор забруднений	Прощліфувати щітки Притерти щітку більш ретельно Замінити щітку Протерти колектор ганчіркою, змоченою бензином, або прошліфувати Відремонтувати колектор
Іскріння щіток, супроводжуване нагаром на окремих пластинках	Колектор розійшовся, виступають окремі пластини	
Іскріння й значний нагар в одному місці колектора	Обрив або погане паяння в обмотці	Перевірити та відремонтувати якій
Іскріння та прогрівання окремих щіток одного ряду	Нерівномірний розподіл струму між щітками	Перевірити контакт між канатиком і щіткою
Значне іскріння додаткової щітки генератора при неробочому ході	Траверса зміщена від нормального положення	Установити траверсу по позначках
Періодично обгорають окремі пластини колектора	Те саме	Те саме

5.6. Несправності вентиляльних зварювальних генераторів і способи їх усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Підвищений шум підшипників, супроводжуваний нагаром	Відсутність мастила Підшипник вийшов з ладу	Замінити мастило Перевірити та замінити підшипник
Генератор не дає напруги	Вийшов з ладу клапан Обрив у колі збудження Немає контакту в реостаті дистанційного регулювання сили струму	Замінити клапан Усунути обрив Зачистити місця контактів
Генератор не дає напруги, але приводний ремінь працює з навантаженням	Пробито один або декілька силових вентилів Замикання накоротко фази на статорі або в коробці керування	Замінити несправні вентилялі Усунути коротке замикання фаз
	Вийшов з ладу перемикач діпазону	Перевірити роботу перемикачів

5.7. Несправності бензинових двигунів і способи їх усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Двигун не запускається	Нема подачі бензину Занадто багата пальна суміш Бідна пальна суміш Несправність в системі запалювання Стартер повільно прокручує вал двигуна	Залити в бак бензин, перевірити паливну систему Відкрити повітряну заслінку Прикрити повітряну заслінку Перевірити свічки запалювання, промити їх у бензині, перевірити магнето, відрегулювати запалювання Перевірити акумуляторну батарею
Двигун працює з перебоями, не розвиває повної потужності	У циліндрах двигуна занадто багата або занадто бідна пальна суміш Не працює один із циліндрів Перебої в роботі циліндрів	Перевірити паливну систему Промити свічки запалювання, перевірити зазор між електродами та пружини клапанів Зачистити та відрегулювати контакти, перевірити конденсатор магнето
Двигун раптово зупинився	Закінчився бензин, засмітилася паливна система, обрив у колі високої напруги	Долити бензин, продути бензопровід та жиклери карбюратора, промити фільтр-відстійник, усунути обрив у колі високої напруги

5.8. Несправності дизелів 2ч-8,5/11 і способи їх усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Двигун не запускається	У баці немає палива. Закритий кран паливного бака У паливний насос не надходить паливо (засмічені паливний фільтр, пошкоджені трубки) Наявність повітря у паливній системі Паливний насос не подає паливо (заїдання та знос поршня й клапанів) Зависання плунжерів, штовхачів або нагнітачів клапанів. Поломка пружин плунжера або клапана Заїдання голки розпилювача	Наповнити бак паливом. Відкрити кран Промити паливний фільтр та трубки Продути паливний фільтр стисненим повітрям. Пошкоджені трубки замінити Видалити повітря з системи та усунути негерметичність Промити поршень і клапани, перевірити пружинність пружин. Зношені деталі замінити Замінити плунжерну або клапанну пару та пружину Виявити непрацюючі форсунки, промити розпилювач та перевірити якість розпилення. Несправний розпилювач замінити Замінити пошкоджені трубки та підтягти гайки Усунути заїдання Замінити несправні форсунки Замінити паливо. Підтягти гайки кріплення головок циліндрів та вихлопного колектора. Замінити прокладки головок циліндрів і вихлопного колектора, перевірити наявність тріщин в блоці Прогріти дизель Усунути розрив у електричному колі свічок, промити свічки в бензині
	Пошкодження нагнітальних трубок Заїдання рейок паливного насоса Поганий розпил палива форсунками Попадання води в паливо або камеру згоряння	
	Недостатньо прогрітий дизель Не нагріваються спіралі свічок запалювання	

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Дизель працює нерівномірно, не розвиває номінальної потужності	Наявність повітря у паливній системі Нерівномірна подача палива секціями насоса Поганий розпил палива форсунками Спрацювання плунжерних і клапанних пар Сильно забруднений повітроочисник	Видалити повітря, усунути негерметичність Відрегулювати насос Замінити несправні форсунки Комплектно замінити спрацьовані пари новими Промити повітроочисник
Недостатня компресія в циліндрах	Зламались або втратили пружність пружини всмоктуючих та вихлопних клапанів Нема зазорів між коромислами та клапанами Заїдають стрижні клапанів у напрямних втулках Нещільне прилягання всмоктуючих та вихлопних клапанів до гнізд Закоксувалися поршневі кільця Велике спрацювання поршневих кілець, поршнів, втулок циліндрів	Замінити пружини Відрегулювати зазори Змастити стрижні клапанів дизельним паливом Притерти клапани Очистити від нагару та промити в гасі поршні й кільця Замінити спрацьовані деталі
Глухий стук при роботі двигуна	Великий кут випередження подачі палива Номінальне навантаження не прогрітого дизеля	Зменшити кут випередження Зменшити навантаження та прогріти дизель
Металевий стук при роботі дизеля:		
дзвінкий у верхній частині блока	Збільшений зазор між пальцем і втулкою шатуна	Замінити спрацьовані деталі
сильний у нижній частині блока	Виплавлення або велике спрацювання корінних або шатунних підшипників	Негайно зупинити дизель і замінити вкладиш підшипника
деренчливий добре прослуховуваний по всій висоті циліндра	Спрацьовані поршні та втулки циліндрів	Замінити спрацьовані деталі
Дизель димить: дим чорний	Змінився кут випередження подачі палива Дизель перенавантажений Нерівномірна подача палива по циліндрах Несправна форсунка (низький тиск вбризу, підтікання палива, зависання голки) Неправильно встановлені розподільні шестерні після ремонту	Відрегулювати кут випередження подачі палива Зменшити навантаження Відрегулювати насос на рівномірність подачі палива Відрегулювати тиск вбризу або замінити форсунку (розпилювач) Установити шестерні по позначках

Несправність	Причина	Спосіб усунення
дим синій	Попадання в камеру згоряння великої кількості масла: рівень масла в піддоні вищий за верхню позначку маслопоказчика великий зазор між поршнями та втулками циліндрів	Злити надлишок масла Замінити спрацьовані деталі
дим білий	Попадання води в паливо або камеру згоряння	Замінити паливо (див. вище)
Дизель працює в рознос	Заїдання рейки паливного насоса або поломка регулятора Заїдання плунжера насоса в положенні максимальної подачі палива	Перевірити паливний насос і регулятор. Усунути несправність Перевірити паливний насос, усунути несправність. Замінити плунжерну пару

Контрольні питання

1. Назвіть переваги зварювальних агрегатів перед іншими джерелами живлення.
2. Які вузли входять до складу агрегатів?
3. Як регулюється зварювальний струм агрегатів з вентильним генератором?
4. Як регулюється зварювальний струм при роботі з агрегатом АСДП-500Г?

Розділ 6. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ РУЧНОГО ДУГОВОГО, МЕХАНІЗОВАНОГО, АВТОМАТИЧНОГО ЗВАРЮВАННЯ

6.1. ОБЛАДНАННЯ ПОСТА РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

- Місце, спеціально обладнане для зварювальних робіт, називають *зварювальним постом*. До складу поста входять джерело живлення зварювальної дуги (трансформатор, випрямляч тощо), пускова та захисна апаратура, зварювальні кабелі, електродотримач або пальник і місце виробничої дільниці, на якому працює зварник. Постійне робоче місце називають *стаціонарним* постом, змінне — *пересувним* постом.

Електродотримачі мають забезпечувати надійне закріплення покритих електродів у одній площині не менш як у двох положеннях (перпендикулярно та під кутом не менш ніж 115° до осі електродотримача) і витримувати без ремонту 8000 затисків. Час заміни електрода не повинен перевищувати 4 с. Усі деталі електродотримачів, розташовані в області кріплення електрода, виготовлені з ізолюючих матеріалів, стійких до термічної дії дуги.

За конструктивним виконанням електродотримачі розрізняють *пасатижні* ЕП та ЕД (табл. 6.1, рис. 6.1, а, б, 2), *важільні* ЕР, *защипні* ЭДС та ЭУ (табл. 6.2, рис. 6.1, в), *гвинтові* ЭВ (табл. 6.3, рис. 6.1, в).

Для підведення струму до електродотримача та виробу від джерела живлення застосовують гнучкі кабелі марок РГД, РГДО, РГДВ за ГОСТ 6731—77*Е. Довжина гнучкого кабелю, з яким з'єднується електродотримач, звичайно дорівнює 2—3 м, інша його частина може замінюватися кабелями марок КРПГН, КРПТН, КРПСН за ГОСТ 13497—77*Е (табл. 6.4).

6.1. Технічні характеристики пасажних електродотримачів

Параметри	ЭП-2	ЭП-3	ЭД-1201	ЭД-3102	ЭД-5001
Зварювальний струм, А	250	500	125	315	500
Діаметр електрода, мм	До 5	6—8	1,6—3	2—6	4—10
Переріз приєднуваного зварювального кабелю, мм ²	50	70	25	50	70
Розміри, мм:					
довжина	250	325	250	260	265
ширина	40	37	32	36	40
висота	80	95	74	84	92
Маса, кг	0,43	0,8	0,32	0,48	0,62

6.2. Технічні характеристики важільних і защіпних електродотримачів

Параметри	ЭР-1	ЭР-2	ЭДС-1201	ЭДС-3101	ЭУ-3001	ЭУ-5001
Зварювальний струм, А	300	500	125	315	315	500
Діаметр електрода, мм	До 6	6—8	До 4	3—6	3—6	58
Переріз приєднуваного зварювального кабелю, мм ²	50	70	25	50	50	70
Розміри, мм:						
довжина	220	260	195	225	198	198
ширина	48	50	—	—	42	42
висота	80	85	—	—	80	80
Діаметр, мм	—	—	42	48	—	—
Маса, кг	0,52	0,72	0,22	0,34	0,4	0,42

6.3. Технічні характеристики пасажних електродотримачів

Параметри	ЭВ-2	ЭВ-3	ЭВ-4
Зварювальний струм, А	125	315	500
Діаметр електрода, мм	До 4	4—6	68
Переріз приєднуваного зварювального кабелю, мм ²	35	50	70
Діаметр, мм	45	47	50
Довжина, мм	230	235	270
Маса, кг	0,24	0,37	0,5

6.4. Технічні характеристики кабелів для зварювальних робіт

Марка	Елементи	Номинальний переріз основних жил, мм ²	Умови дугового зварювання
РГД	Мідна струмопровідна жила, гумова ізоляція та гумова оболонка	16—150	Монтажні
РГДО	Мідна струмопровідна жила, гумова ізоляція із захисними властивостями	16—70	Стационарні (цех, дільниця)
РГДВ	Основна мідна токопровідна жила, ізолювані мідні жили, гумова ізоляція із захисними властивостями	25—150	Стационарні; дистанційне регулювання процесу зварювання
КРПСН	Мідні токопровідні жили, гумова ізоляція з профільованим осередком у гумовій маслостійкій оболонці, яка не розповсюджує горіння	4—50	Монтажні
КРПТН, КРПГН	Мідні струмопровідні жили, гумова ізоляція, гумова маслостійка оболонка	25—120	"

В умовах будівельних і монтажних майданчиків довжина зварювальних кабелів може досягати 40—50 м. При великих довжинах кабелів спостерігається значний спад напруги, що негативно відбивається на якості зварювання. У цих випадках зварювальні кабелі перевіряють на спад напруги (ΔU) за формулою

$$\Delta U = 2I\rho l_k/S,$$

де I — зварювальний струм, А; ρ — питомий опір металу кабелів, мкОм·м; l_k — довжина кабелю, см; S — площа поперечного перерізу кабелю, мм².

Допустимим вважається спад напруги до 4 В. Якщо при розрахунку виявиться, що у зварювальних кабелях напруга спадає на величину, що перевищує допустиму, переріз зварювальних кабелів слід збільшити або наблизити до місця зварювання джерело живлення.

Кабель, який з'єднує зварювані виробу з джерелом живлення, може бути більш жорстким і дешевим, наприклад типу ПРН.

Переріз зварювальних кабелів треба вибирати залежно від струму дуги та допустимих навантажень. Так, одножильний кабель перерізом 25 мм² при температурі повітря +25° С витримує тривалий струм до 160 А, повторнокороткочасний — до 225 А, а кабель пе-

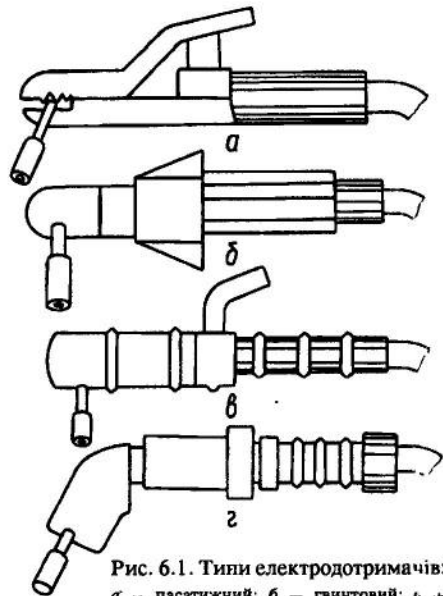


Рис. 6.1. Типи електродотримачів: а — пасажний; б — гвинтовий; в — важільний; з — защіпний.

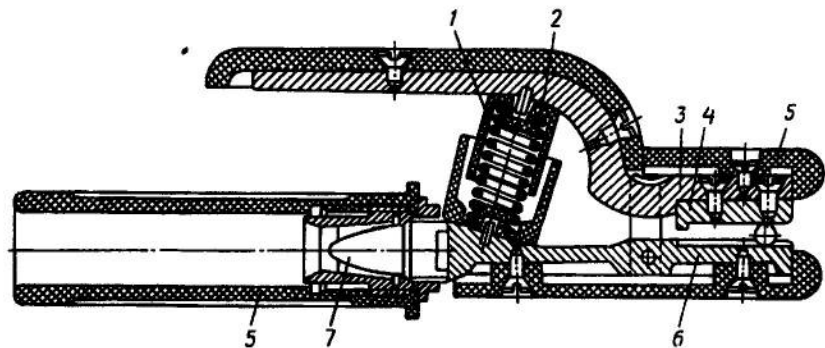


Рис. 6.2. Електродотримач ЭД пасажного типу:

1 — захисний ковпачок; 2 — пружина; 3 — рухомий важіль; 4 — верхня губка; 5 — теплоізоляція; 6 — нижня губка; 7 — конус з нарізною втулкою

рерізом 50 мм² двожильний за тих самих умов витримує тривалий струм до 370 А, повторнокороткочасний — до 514 А. Слід пам'ятати, що переріз зворотного кабелю має відповідати перерізу основного зварювального кабелю.

Для рознітного з'єднання відрізків зварювальних кабелів між собою застосовують сполучні муфти МС-2, МСБ-2, М-315, М-500 тощо.

Працювати із сполучними муфтами та з'єднувачами можна при температурі оточуючого середовища від -40 до $+50^{\circ}\text{C}$.

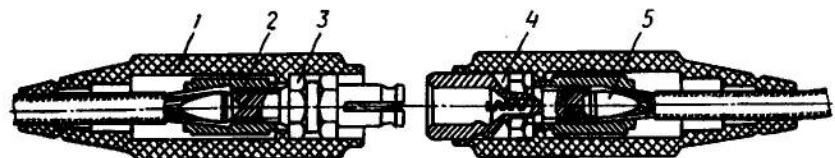


Рис. 6.3. Сполучна швидкокорознімна муфта МС-2:

1 — корпус із теплостійкого ізоляційного матеріалу; 2 — гайка; 3, 4 — півмуфти; 5 — конус

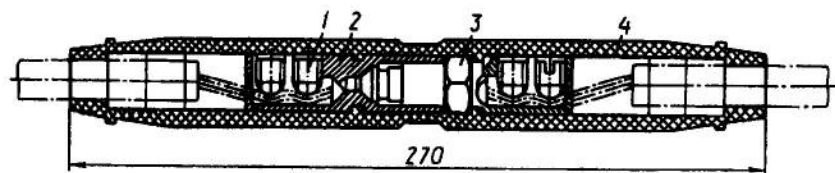


Рис. 6.4. Швидкокорознімна муфта МСБ-2:

1 — затискний гвинт; 2 — струмопідвід; 3 — гайка; 4 — корпус із теплостійкого електроізоляційного матеріалу

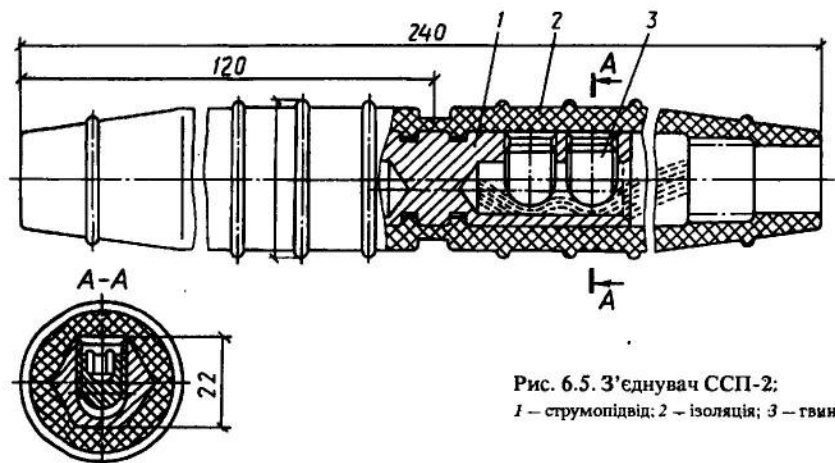


Рис. 6.5. З'єднувач ССП-2:

1 — струмопідвід; 2 — ізоляція; 3 — гвинт

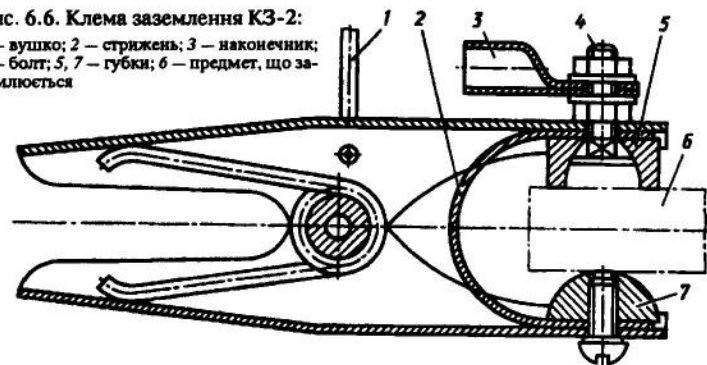
Сполучна швидкокорознімна муфта (рис. 6.3) складається з двох півмуфт, які з'єднують та роз'єднують між собою вручну обертанням однієї відносно іншої, зварювальний струм передається із струмопідводу однієї півмуфти на струмопідвід іншої. Місце контакту в муфті надійно ізольоване теплостійким та електроізоляційним матеріалом. Кінці з'єднуваних кабелів з розпушеними жилами (перерізом 35, 50 і 70 мм²) вводяться в зазор між корпусом та нарізною частиною кожної півмуфти і гайкою міцно затискаються.

Зварювальні кабелі, приєднані за допомогою муфти МСБ-2 (рис. 6.4), затискаються гвинтами із сферичною торцевою поверхнею до струмопідводу.

Нерознітні з'єднання зварювальних кабелів отримують за допомогою з'єднувачів типу ССП-2 (рис. 6.5), які складаються з струмопідводу та гвинтів, які з'єднують кабель.

Рис. 6.6. Клема заземлення КЗ-2:

1 — вушко; 2 — стрижень; 3 — наконечник; 4 — болт; 5, 7 — губки; 6 — предмет, що заземлюється



Зварювальний кабель до джерела живлення може підключатися через приєднувальну муфту МС-3, одна з півмуфт якої аналогічна півмуфті МС-2 або МСБ-2, а інша замість кінця провoda має вихідну деталь з отвором, яка одягається на контактний болт джерела живлення.

Зворотний кабель до виробу, що заземлюється, приєднують клемами заземлення типу КЗ-2 та КЗП-12 (рис. 6.6, 6.7).

Промисловість випускає три комплекти для електрозварника: КИ-125, КИ-315, КИ-500. Кожен комплект містить сполучну муфту М-315 (КИ-125 та КИ-315) або М-500 (КИ-500); електродотримач ЭД-1201, ЭД-3102, ЭД-5001 (відповідно до типу комплекту) з відрізком зварювального кабелю; запасні частини до електродотримача; стекла та світлофільтри для щитка чи маски зварника; затискачі контактні; шлаковіддільник; металеву щітку.

Інструменти зберігаються в ящику розміром 385 × 340 × 115 мм, маса інструментів з ящиком — 6,5...9 кг.

Виготовляються також і набори інструментів ЭНИ-300 та ЭНИ-300/1. До кожного такого набору входять: електродотримач з запасними частинами; сполучна муфта; клема заземлення; щітка-зубило; викрутка з діелектричною рукою, дві діелектричні ручки, комбіновані плоскогубці (ГОСТ 5547—86Е); гайковий розвідний ключ; клеймо зварника; молоток (ГОСТ 2310—77*Е); два за-

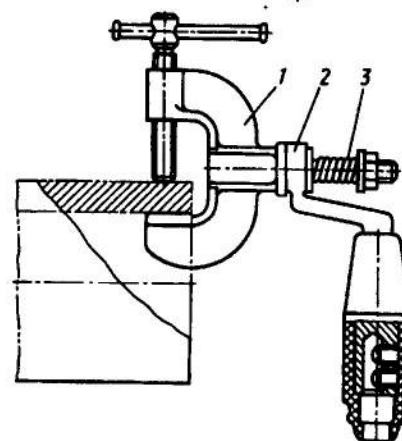


Рис. 6.7. Поворотна клема заземлення КЗП-12:

1 — скоба; 2 — муфта сполучна кінцева МК-500; 3 — пружина

хисних світлофільтри; скло покривне для щітки або маски зварника; відрізок кабелю марки РГД завдовжки 3 м. Набір міститься у металевому ящику (415 × 290 × 80 мм) масою 7—8 кг.

На своєму робочому місці зварник повинен мати *додатковий інструмент*: сталеву щітку для зачищення кромки виробу перед зварюванням та видалення з поверхні швів залишків шлаку, молоток-шлаковіддільник для видалення шлакової кірки, бризок та для проковування швів, зубило (рис. 6.8), набір шаблонів для контролю розмірів швів, особисте клеймо, метр, висок, сталеву лінійку та коси-нець. Інколи зварник має на своєму посту шліфувальну машинку (КПМ-37) з набором абразивних кругів і металевих щіток.

Інструменти й електроди зберігаються в спеціальних ящиках, сумках або пеналах.

Для сушіння електродів служать спеціальні пенали, які підключаються до зварювального джерела живлення. Необхідна температура в пеналах (100—110° С) забезпечується дотиком на 40—60 с електродотримача до вивідної клеми пенала (спіраль підігріву в його внутрішній порожнині). Температура в пеналі зберігається протягом 1—15 год.

Для сушіння електродів служать спеціальні пенали, які підключаються до зварювального джерела живлення. Необхідна температура в пеналах (100—110° С) забезпечується дотиком на 40—60 с електродотримача до вивідної клеми пенала (спіраль підігріву в його внутрішній порожнині). Температура в пеналі зберігається протягом 1—15 год.

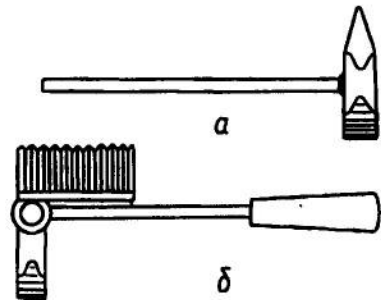


Рис. 6.8. Інструмент зварника:
а — зубило; б — комбінована щітка
із зубилом

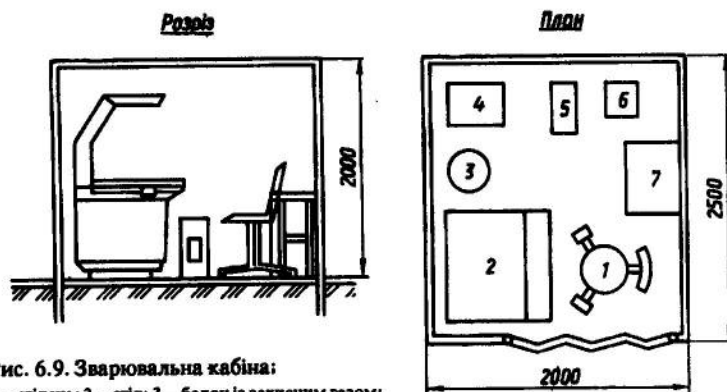


Рис. 6.9. Зварювальна кабіна:
1 — стілець; 2 — стіл; 3 — балон із захисним газом;
4 — джерело зварювального струму; 5 — тумбочка;
6 — шафа; 7 — стелаж

Залежно від габаритів зварюваних деталей і характеру виробництва робоче місце зварника може знаходитися в спеціальній кабіні або безпосередньо біля зварюваного виробу.

Кабіна для одного зварника має розміри 2 × 2 × 2 або 2 × 2,5 × 2 м (рис. 6.9). Її каркас виготовляють з металу, а стіни й підлогу — з вогнестійких матеріалів. Дверний проріз закривають брезентовою завісою з вогнестійким просоченням. Для збирання та зварювання деталей використовують металеві столи заввишки від 0,5 до 0,9 м з гратами та витяжкою. До стола може бути прикріплена “кише-

ня” для електродів і недогарків. Замість стола в кабіні можуть установлюватися кантувачі, маніпулятори та інше механічне обладнання, яке полегшує маніпуляції виробом. Кабіни можуть оснащуватись і консольними кранами для подачі заготовок під зварювання.

У кабіні для зварника є стілець з підйомним гвинтовим сидінням. Поруч з місцем зварника часто розташовують стелажі або контейнери для заготовок і готових виробів, тумбочки з ящиками для зберігання інструменту, запасних та змінних деталей, шафу для зберігання особистих речей робітника та документації.

Живлення постів може бути й централізованим. До кабіні від багатопостового джерела живлення з машинного залу проводять мідні шини вздовж колон.

Пересувні зварювальні пости застосовуються на будівельних, монтажних і ремонтних майданчиках. Їх розміщують у так званих пересувних машинних залах, які виготовляються у вигляді металевого каркаса з металевою обшивкою. В ньому встановлюють один-три зварювальних апарати, пускову апаратуру, піч для прогартування електродів, шафу для інструменту та зварювальні кабелі. Пересувні машинні зали переміщують волоком або у кузові вантажівки.

6.2. НАПІВАВТОМАТИ ДЛЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

Механізоване зварювання виконується зварювальними напівавтоматами, які забезпечують автоматичну подачу електродного дроту та інших зварювальних матеріалів у зону плавлення. При цьому переміщення дуги вздовж зварювального виробу здійснюється зварником вручну. Напівавтомати для зварювання й наплавлення виготовляються згідно з ГОСТ 18130-79*Е (табл. 6.5, 6.6) і мають позначення: виду виробу (ПД — напівавтомат дуговий); способу захисту зони дуги (Г — для зварювання в середовищі активних захисних газів; И — в середовищі інертних захисних газів; У — в середовищі активних та інертних захисних газів; О — відкрито дугою, Ф — під флюсом); номінального зварювального струму у сотнях ампер; номера модифікації; виду кліматичного виконання та розміщення відповідно до ГОСТ 15150-69* і ГОСТ 15543-70*; напруги живильної мережі, В; технічних умов на обладнання.

6.5. Характеристика напівавтоматів для дугового зварювання плавким електродом

Номінальний зварювальний струм, А	Виконання	Електродний дріт	Діаметр електродного дроту, мм	Швидкість подачі електродного дроту, м/год
200	Г, И, У	Суцільний алюмінієвий	1,2—2,0	80—230
		Суцільний сталевий	0,8—1,2	120—720
315	Г, И, У	Суцільний алюмінієвий	1,6—2,0	80—440
		Суцільний сталевий	1,0—1,4	120—960
400	Г, О	Порошковий сталевий	1,2—1,6	120—960
			1,0—3,0	100—600
500	Ф	Суцільний сталевий	1,6—2,0	120—720
			1,2—2,0	120—720
630	Ф	Суцільний сталевий	1,6—2,0	120—720
			1,2—2,0	120—720
	Г, О	Порошковий сталевий	2,0—3,0	100—600

Примітка. Номінальний режим роботи $TB = 60\%$, цикл роботи — 5 хв.

6.6. Технічна характеристика зварювальних напівавтоматів

Напівавтомат	Номинальний зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Розміри (довжина × ширина × висота), мм	Маса подавального пристрою, кг	Джерело струму
ПШ125	125	0,8—1,2	90—350	364×290×130	10	ВЖ-2П
A1234	200	0,8—1,2	90—350	364×290×130	10	ВЖ-2П
A547УМ	315	0,8—1,4	160—650	350×118×245	6,25	ВС-300
ПДГ-301-1	315	0,8—1,2	160—960	450×275×240	8	ВДГ-301
ПДГ-303	315	1,2—2,0	720	953×1045×748	13	ВДГИ-301
ПДГ-303	315	0,8—1,4	120—1200	362×284×153	12,5	ВДГ-302
ПДГ-307УЗ	315	0,8—1,4	160—960	380×290×160	13	ВДГ-302
ПДГ-308	315	1,2—1,6	120—1200	765×525×865	65	ВДГ-302
ПДГ-304-1	315	0,8—2,0	100—960	380×330×100	5	ВДГ-301
A825M	315	0,8—1,2	120—620	305×175×245	11	ВСЖ-303
A929 (ПШ-118)	315	1,2—2,0	120—620	305×175×245	11	ПСГ-500
A1230МУ4	315	0,8—1,2	140—670	290×130×364	11	ВДГ-302
"Спутник-2"	200	0,8—1,0	200—600	265×170×75	3,5	—
ПРМ-4	400	0,8—2,0	—	—	16	ВДГ-302
ПДГ-312	315	1,0—1,4	120—960	—	12	ВДГ-303
ПДГИ-303	315	1,2—2,0	72—960	700×1020×950	13	ВДГИ-301
A1114M	350	1,6—2,0	114—128	364×290×130	11	ПСГ-500
A1660	400	1,2—2,0	100—1000	500×330×350	42	АСУМ-400
ПДГ-502, ПДГ-503	500	1,2—2,0	120—1200	470×296×260	13	ВДУ-504-1
A537P, A537Y	500	1,6—2,0	80—590	330×280×325	25	ПСГ-500-1
ПДГ 515	500	1,2—2,0	120—960	805×605×1050	12	ВДУ-506
ПДГ 516	500	1,2—2,0	120—960	1275×816×940	18	ВДУ-505
A1197С	500	1,6—2,0	92—920	960×660×560	35	ВДУ-504
A765	500	2,0—3,5	72—720	760×500×550	16,5	ПСГ-500-1
ПШ-112	500	1,6—3,2	—	1135×495×360	23	—
A1530	500	1,6—3,2	200—1000	550×310×235	20	ВС-600, ВДУ-504 ВДГ-601
ПДГ-601	630	1,2—3,0	120—960	473×365×430	18	—
A1750	500	1,2—2,0	—	685×280×335	12,5	—
ПДФ-502 (ПШ-116)	500	1,2—2,5	—	904×660×434	26,5	ВДГ-601
A1503П (ПДГ-603)	630	1,2—3,0	120—960	960×660×560	25,5	ВДГ-601
A1631P	500	0,8—2,0	120—1200	340×150×450	20	ВС-500М, ВДУ-500-1
ПШ109	315	1,2—2,0	120—720	728×300×335	15	ГИ-ИДС-1

Наприклад, умовне позначення напівавтомата для дугового зварювання в активних газах при номінальній силі зварювального струму 500 А, з 16-м модифікаційним номером, кліматичним виконанням У і категорією розміщення 3 на напругу 380 В — напівавтомат ПДГ-516 УЗ, 380В ГУ.

Напівавтомати, розроблені інститутом електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України позначаються літерами А або ПШ, після чого йде цифрове позначення.

Зварювальні напівавтомати класифікують за способом захисту дуги (в середовищі захисних газів під флюсом, без додаткового захисту, універсальні); за типом електродного дроту (суцільного перерізу, порошкового або водночас для дроту суцільного перерізу і для порошкового дроту); за способом регулювання швидкості подачі електродного дроту (плавним, ступінчастим або змішаним); за компоювою — однокорпусні (механізм подачі вбудований в корпус

джерела живлення) або з винесеним подавальним механізмом; за транспортабельністю (стаціонарні або з переносним подавальним механізмом подачі).

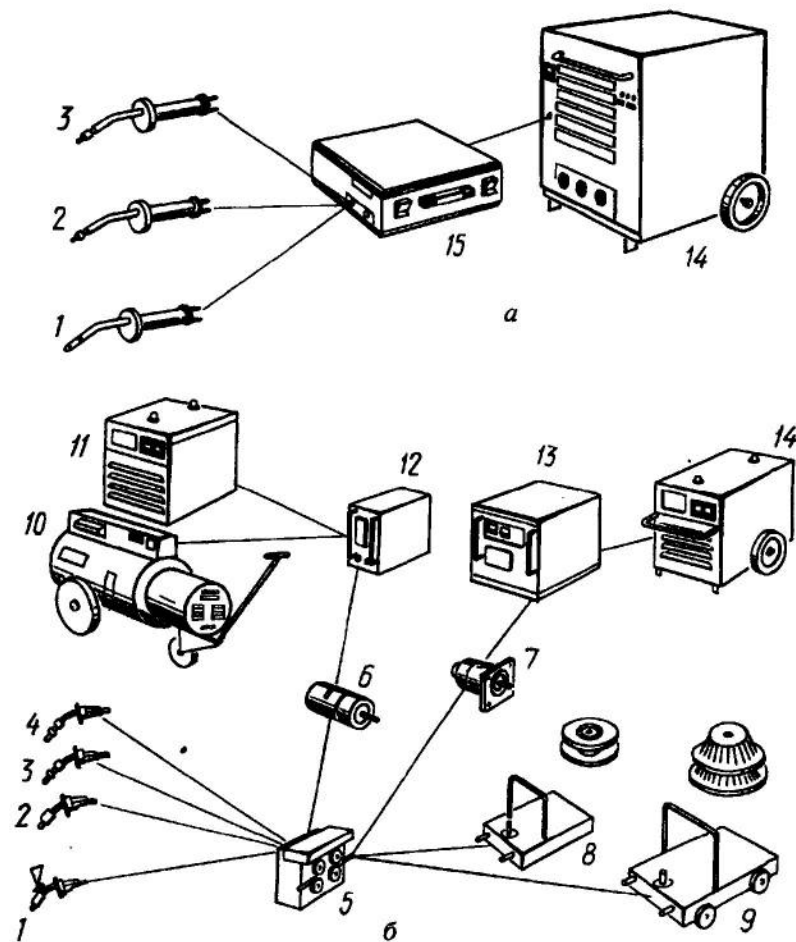


Рис. 6.10. Складові елементи агрегування напівавтоматів:

а — на струми до 315 А; б — на струми до 500 А; 1—4 — пальники різних типів; 5 — подавальний механізм; 6 — електродвигун змінного струму (нерегульований асинхронний); 7 — електродвигун постійного струму (регульований); 8 — кронштейн з котком для дроту; 9 — візок з фігурною для дроту; 10, 11, 14 — джерела живлення дуги; 12 — блок керування нерегульованим електродвигуном; 13 — блок керування регульованим двигуном; 15 — ящик (валіза) з механізмом подачі, котком і газовим клапаном

Широкого розповсюдження набули напівавтомати для дугового зварювання (розроблені в Інституті електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України), які комплектуються з універсальних агрегатних елементів (рис. 6.10). Заміна великої кількості елементів різноманітних конструкцій обмеженою кількістю їх різко

знижує витрати на розробку, виготовлення та експлуатацію зварювального устаткування, значно спрощує ремонт, оскільки після розбирання агрегату модулі, що вийшли з ладу, легко замінюються. Крім того, за потреби розібрані модулі можуть повторно й багаторазово використовуватися при виготовленні чи модернізації іншого устаткування.

Зварювальний напівавтомат (рис. 6.11) складається з пальника або комплексу пальників із шлангами; механізму подачі електродного дроту; шафи або блока керування; проводів зварювального кола та кіл керування; апаратури для регулювання та виміру параметрів газу та шлангів для газу (в разі зварювання в середовищі захисних газів), джерела живлення. Напівавтомати для зварювання під флюсом замість газової апаратури обладнані пристроєм для подачі флюсу. Напівавтомати для зварювання відкритою дугою не мають газової апаратури та пристроїв подачі флюсу.

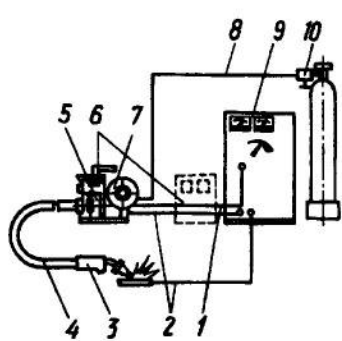


Рис. 6.11. Схема напівавтомата для зварювання в захисних газах

1 — проводи керування; 2 — зварювальні проводи; 3 — пальник; 4 — шланг; 5 — механізм подачі; 6 — блок керування; 7 — касета; 8 — шланг для газу; 9 — джерело живлення; 10 — апаратура для регулювання та виміру параметрів захисного газу

Регулювання швидкості пересування дроту в зону зварювання здійснюється механізмом подачі ступінчасто, плавно або комбінованим способом. Швидкість подачі дроту ступінчасто регулюється подавальними роликми з різними зовнішніми діаметрами та коробками швидкостей або редукторами, що мають пару змінних шестерень. У таких випадках за приводний застосовують асинхронний трифазний електродвигун. Швидкість подачі плавно регулюється високошвидкісними електродвигунами постійного струму з три-, чотириступінчастою зубчастою, черв'ячною та черв'ячно-зубчастою передачами.

Широко використовуються малогабаритні, полегшені, безредукторні (планетарні) та імпульсні з пульсуючою подачею дроту приводи.

Дріт у зварювальних напівавтоматах подається з постійною швидкістю. Саморегулювання дуги забезпечує високу якість зварних швів. Залежно від особливостей конструктивного виконання напівавтоматів зварювальний дріт установлюється в касетах, котках-шпулях або рознімних касетних пристроях.

Найбільш загальний варіант системи керування зварювальним напівавтоматом наведено на рис. 6.12. Для системи з трифазним приводним

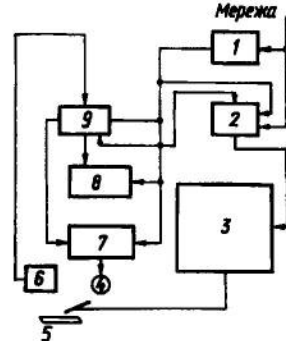


Рис. 6.12. Схема системи керування зварювальним напівавтоматом:

1 — блок живлення системи керування; 2 — блок керування джерелом зварювального струму; 3 — джерело зварювального струму; 4 — електродвигун подачі дроту; 5 — вириб; 6 — пускова кнопка; 7 — блок керування електродвигуном подачі дроту; 8 — газовий клапан; 9 — блок логічний

електродвигуном ця схема не має вузла 7. При підключенні схеми керування безпосередньо до джерела живлення дуги можуть бути відсутні вузли 6—8.

Малогабаритні регулятори та елементи логічних схем систем керування часто розміщують на корпусі подавального пристрою напівавтомата та всередині корпусу джерела живлення у вигляді блока керування зварювальним напівавтоматом БУ-06 або БУСП-1. Найбільш поширені пальники показано на рис. 6.13. Зварювальний дріт в пальник для зварювання плавким електродвигу-

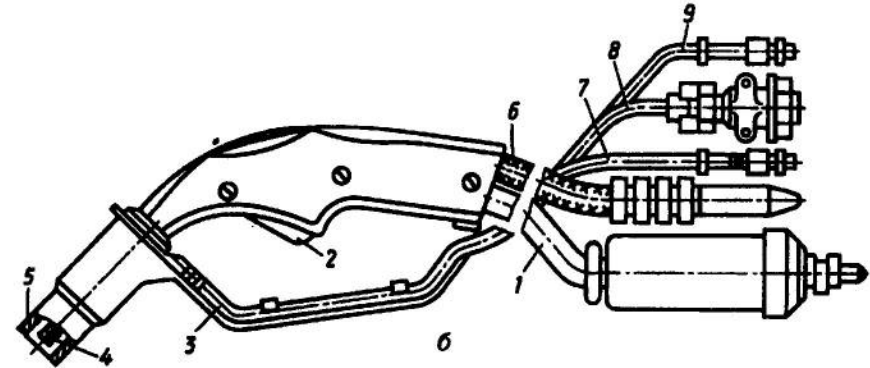
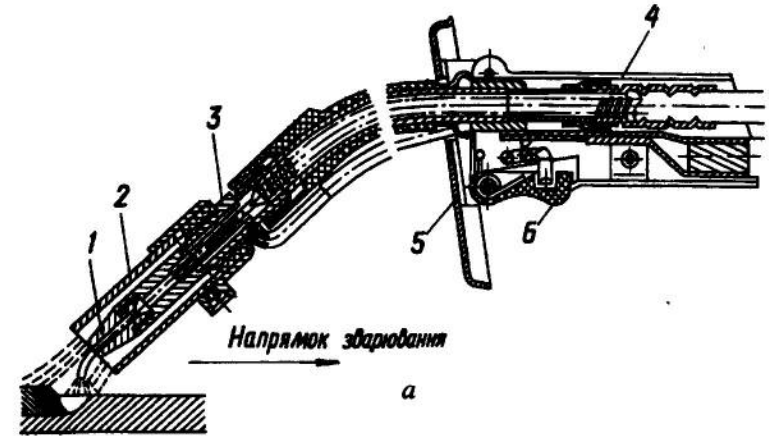


Рис. 6.13. Пальники:

а — для шлангового напівавтомата (1 — наконечник; 2 — сопло; 3 — перехідна втулка з каналами для подачі захисного газу; 4 — щиток; 5 — рукоятка; 6 — пускова кнопка); б — для механізованого зварювання плавким електродом ГДПГ: (1 — рукав для подачі газу та струмопідвід; 2 — мікроперемикач; 3 — щиток; 4 — наконечник; 5 — змінне сопло; 6 — напрямний канал; 7, 9 — рукави для подачі води; 8 — провід керування)

ном у середовищі захисного газу подається через гнучкий напрямний шланг із спіраллю, а потім виходить з мундштука. Захисний газ через канал для його подачі та сопло виходять назовні в зону зварювання.

За способом охолодження частин, які нагріваються, розрізняють *пальники* з природним (повітряним) та штучним газовим чи водяним охолодженням (табл. 6.7). За характером взаємного розташування основного корпусу і рукоятки розрізняють молоткові та пістолетні пальники з різними формами рукояток, розміщенням пускових пристроїв (куркові або важільні).

6.7. Технічні характеристики пальників для напівавтоматичного зварювання плавким електродом

Пальники	Спосіб захисту дуги	Номинальний зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Довжина шлангів, м	Маса, кг
ГДПГ-101-10	Г	160	0,8—1,2	2,0	0,45
ГДПГ-102	Г	160	1,2—1,6	2,0	0,45
ГДПГ-201	Г	200	1,2	2,5	—
ГДПГ-301-8	Г	315	1,2—1,4	3,0	0,6
ГДПГ-302	Г	315	1,6—2,0	2,0	0,7
ГДПГ-304	Г	315	1,2—1,4	3,0	—
ИГД-401	Г	400	1,2—1,6	3,0	4,7*
ИГД-501	Г	500	1,4—2,0	3,0	4,72*
ИГД-504	Г	500	2,0—3,0	3,0	4,72*
ГДПГ-501	Г	500	1,4—2,1	3,0	0,7
ГДПГ-502	Г	500	1,4; 1,6; 2,0	3,0	—
A-1231-5-Г2	Г	500	1,6—2,0	3,5	0,4
A-1231-5-Ф2	Ф	500	1,6—2,0	3,5	0,9
A-1231-5-03	О	500	2—3,2	3,5	0,35
ГДПГ-603	Г	630	1,6—2,5	3,0	0,7

*Маса пальника з шлангом.

Більшість пальників забезпечені шлангами — гнучкими напрямними каналами (сполучені або роздільні). При зварюванні струмом силою до 315 А найзручнішими каналами вважаються сполучені порожнисті кабелі). Змінні канали для подачі дроту дозволяють значно збільшити термін експлуатації зварювальних пальників зі шлангами при заміні засмічених каналів. При цьому спрощується очистка системи подачі дроту. Такі шланги мають каркасну спіраль для розміщення змінних каналів (табл. 6.8). За змінні канали правлять спіралі зі сталевого дроту або стрічки. При зварюванні дротом з алюмієвих сплавів та корозієстійких сталей часто використовують канали з тефлону, поліетилену чи нейлону.

Табл. 6.8. Технічна характеристика гнучких напрямних шлангів до пальників зварювальних напівавтоматів

Параметр	КН-1,5	КН-2,5	КН-3,2	КН-4,7	КШПЗ-40	КШПЗ-75
Діаметр електродного дроту, мм	0,8—1,0	1,0—1,6	1,6—2,0	2,0—3,2	1,6—2,0	1,6—2,0
Внутрішній діаметр напрямного шланга, мм	1,5±0,3	2,5±0,3	3,2±0,3	4,7±0,3	3,2 ⁰ _{-0,1}	3,2 ⁰ _{-0,1}
Діаметр струмопровідної жили, мм ²	—	—	—	—	40	75
Кількість допоміжних жил	—	—	—	—	2	3
Переріз допоміжних жил, мм ²	—	—	—	—	2,5	2,5
Зовнішній діаметр гуми, мм	9,7	10,7	13,7	15,2	21,7	25,7
Маса 1 м, кг	0,193	0,227	0,392	0,469	0,922	1,397

Зварювання у вуглекислому газі супроводжується короткими замиканнями. Утворювані при зварюванні бризки розплавленого металу можуть прилипати до сопла й мундштука пальника, що часто призводить до короткого замикання

зварювального кола. Для попередження таких коротких замикань використовують керамічні сопла з ізолюючими прокладками, металокерамічні або водоохолоджувані металеві. Позитивні результати дає застосування захисних мастил.

Для зварювання в інертних газах або в сумішах газів використовують спеціальні витратоміри-ротаметри РМ-1, РМ-5, РМ-II, РМ-III, РМА-I (ГОСТ 13045-81).

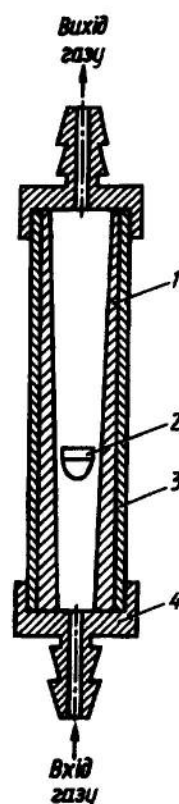


Рис. 6.14. Витратомір-ротаметр поплавцевого типу.

1 — корпус; 2 — кожух; 3 — трубчастий змійовик; 4 — теплоізоляційне покриття; 5 — нагрівний елемент; 6 — накладна гайка

На рис. 6.14 наведено витратомір-ротаметр поплавцевого типу. Він складається з скляної конусної трубки, яка знаходиться в металевому кожусі з шкалою. В трубці є поплавок, за рухом якого під тиском потоку газу визначають його витрату. Підкази шкали приладу коригують відповідно до перевідних таблиць і графіків. Графіки будують для кожного газу, перераховуючи характеристику ротаметра, визначену заводом-виробником, відповідно до повітря при 0 атмосфер. Перерахунок роблять за формулою

$$Q_1 = Q_0 \sqrt{P_1/P} \cdot \sqrt{\gamma/\gamma_1},$$

де Q_1 — витрата використовуваного газу, Q_0 — витрата повітря, л/хв, при 0 атмосфер для даного ротаметра (за паспортом для кожного тиску використовуваного приладу); P_1 — заданий робочий тиск, МПа; P — тиск повітря, $P = 0,1$ МПа (тиск при таруванні ротаметра); γ — густина повітря при 20 °С; γ_1 — густина використовуваного газу.

• Підігрівачі газів застосовують при зварюванні у вуглекислому газі, а осушники — при зварюванні у вуглекислому газі, отриманому з харчової (неосушеної) вуглекислоти. Підігрівачі виготовляють у вигляді електронагрівача-змійовика, через який пропускається газ (рис. 6.15).

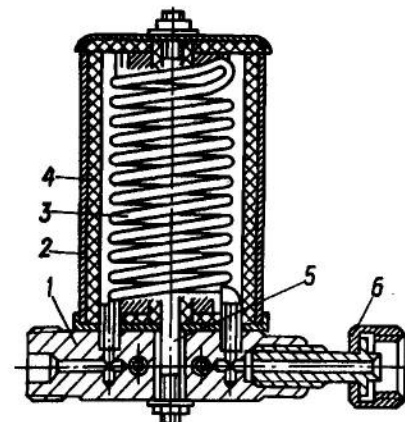


Рис. 6.15. Підігрівач газу.

Осушник газу служить для вбирання вологи. Його встановлюють на балоні перед редуктором (табл. 6.9). У корпусі 7 осушника зверху й знизу розташовано сітчасті шайби 4 (рис. 6.16). З внутрішнього боку корпуса перед шайбами встановлено фільтри 5 із скловати. Внутрішня порожнина корпуса заповнена вбирачем вологи — збездонним мідним купоросом або силікагелем марки ШСМ. Перед заповненням вбирач вологи прожарюється при температурі 200 °С протягом 2 год. Втулка 1 через пружину стискує осушник. Осушник розрахований на осушування 30—35 м³ вуглекислого газу при одній зарядці.

6.9. Технічні характеристики газових редукторів

Редуктор	Робочий газ	Число ступенів	Тиск газу, кПа		Найбільша витрата газу, м ³ /год	Розміри (довжина × ширина × висота), мм	Маса, кг
			найбільшій	робочий			
Г-70	Гелій	2	20000	100—700	4,2	255×235×190	3,8
У-30	Вуглекислий	2	10000	100—400	1,8	485×160×172	4,7
РС-250-58	Повітря	2	25000	6500	5,0	200×175×220	2,2
ДВ-70	Водень	1	25000	7000	7,0	215×185×136	3,6
ДВП-1-65		1	20000	100—1500	8,0	195×160×170	2,3
В-50	Аргон	2	20000	100—540	3,0	255×235×190	3,8
РД-55М		1	15000	100—1500	10,0	200×130×150	2,0
АР-10	Азот	2	20000	100—900	0,6	255×235×190	3,8
АР-40		2	20000	100—400	2,4	255×235×190	3,8
АР-150		2	20000	100—700	9,0	255×235×130	3,8
А-30	Кисень	2	20000	100—1500	1,8	255×235×190	3,8
А-90		2	20000	100—3900	5,4	255×235×190	3,8
ДКМ-1-70	Кисень	1	20000	20—300	1,0	160×172×195	2,3
ДКП-1-65		1	20000	100—1500	6,0	195×160×170	2,4
ДСК-66-1		1	1600	500	1,0	165×160×150	1,85
ДКС-200		—	1600	1200	2,0	135×165×265	3,95

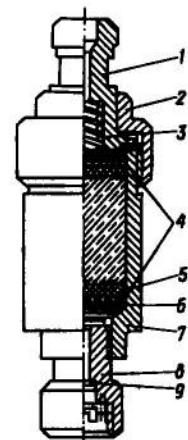


Рис. 6.16. Осушник газу:

1 — втулка; 2 — гайка; 3 — пружина; 4, 6 — сітчасті шайби; 5 — фільтри; 7 — корпус; 8 — штуцер; 9 — сітка

Редуктор-витратомір служить для фіксації тиску в балоні, тиску після першого ступеня та робочого тиску (за манометром-витратоміром, який вимірює витрати газу у літрах за хвилину). За відсутності редуктора-витратоміра застосовують звичайні кисневі балонні редуктори. Схему роботи однокамерного двоступінчастого редуктора наведено на рис. 6.17. Редуктор приєднують до балона накидною гайкою. У момент відкриття вентиля балона газ під високим тиском надходить у камеру 8 (тиск у балоні показує манометр 7). Натиском регулювального гвинта на пружину мембрана та клапан 5 відтискаються, внаслідок чого між клапаном та сідлом утворюється зазор, і газ із камери 8 прямує до камери 4. Тиск у цій камері регулюється гвинтом і фіксується манометром 11. Якщо надходження газу через клапан буде більшим, ніж його витрата через штуцер, то тиск у камері 4 буде зростати, газ відтисне мембрану, клапан закриється. При більшому відбиранні газу через штуцер тиск газу в камері 4 зменшиться і зрівноважить тиск двох пружин 2 та 9, а також тиск газу в камерах 4 та 6. Таким чином редуктор працюватиме в напівавтоматичному режимі, підтримуючи постійний тиск газу, який відбирається.

Редуктор має два фільтри: на вході і на виході. На його корпусі є запобіжний клапан 10. Двокамерні редуктори забезпечують двоступінчасте зниження тиску газу, а також стабільніший робочий тиск та витрати газу.

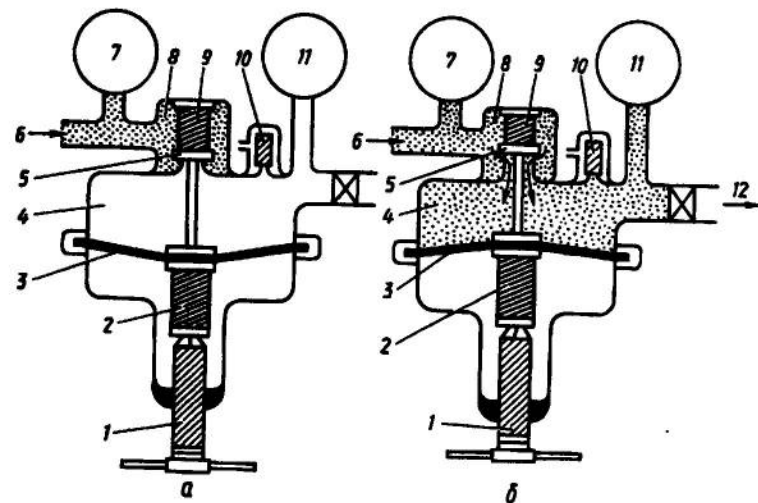


Рис. 6.17. Схема роботи однокамерного газового редуктора:

1 — регулювальний гвинт; 2, 9 — пружини; 3 — мембрана; 4, 8 — камери; 5, 10 — клапани; 6 — газ; 7, 11 — манометри; 12 — штуцер

Для зварювання в сумішах захисних газів до комплексу апаратури входять змішувачі (табл. 6.10). Змішувачі газів КСД-1А та УСД-1Б призначені для живлення 50—70 постів сумішшю вуглекислого газу з 20—30 % кисню. Змішувач УСД-1А оснащено газоаналізатором, який дає змогу записувати склад газу в автоматичному режимі.

6.10. Технічна характеристика змішувачів газів

Змішувач	Робоча суміш		Витрата суміші, м ³ /год	Тиск газу на вході, кПа	Розміри (довжина × ширина × висота), мм	Маса, кг
	Газ	Вміст газу, %				
УКП-1-71	Вуглекислий	70	1,2	20—100; 150—1500	165×84×160	1,65
	Кисень	30				
УКР-1-72	Вуглекислий	70	60	500—800; 500—1500	980×490×290	37,0
	Кисень	30				
АКУП-1	Аргон	70	2,3	100—400; 600	390×200×175	8,0
	Вуглекислий	25				
УСТ-16	Кисень	5	60	200—600;	1400×500×660	160
	Вуглекислий	25				
УСТ-1А	Суміш аргону й кисню	75	60	300—600 200—600	1600×930×660	220
	Вуглекислий	25				
	Суміш аргону й кисню	75				

Газоелектричні клапани служать для ввімкнення та вимкнення подачі захисного газу в зону зварювання. Клапани відкриваються та закриваються вимикачем пальника дистанційно. Він спрацьовує за 2—3 с до ввімкнення зварювального струму, газ надходить у сопло пальника, а після закінчення зварювання та вимкнення струму газ продовжує надходити на шов, що охолоджується, ще 6—10 с — це забезпечує більш якісний захист зварного з'єднання.

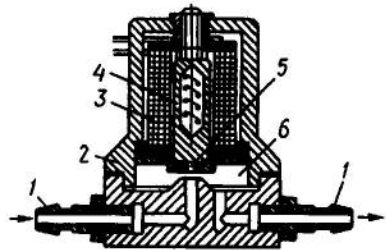


Рис. 6.18. Газоелектричний клапан:
1 — штуцери; 2 — кожух; 3 — коток; 4 — осердя; 5 — гумова прокладка; 6 — камера

Газоелектричний клапан (рис. 6.18) складається з корпусу, до якого прикріплено вхідний та вихідний штуцери, кожух, котки, осердя з пружиною та гумовою прокладкою, призначеною для перекриття подачі газу до камери. Корпус і кожух виконані з немагнітних металів. Із ввімкненням струму керування електромагнітні сили, що виникають у котку, втягують осердя і газ надходить до пальника. Із вимкненням струму осердя під дією пружини опускається та перекриває надходження газу до камери й пальника.

Нижче розглянуто деякі напівавтомати.

Напівавтомат А-537 (рис. 6.19) складається з переносного механізму подачі електродного дроту типу ПШ-54 з одним приводним та одним притискним роликами, пальника та джерела живлення. Швидкість подачі дроту регулюється за допомогою коробки зміни швидкостей поворотом маховичків, які встановлені на передній стінці подавального механізму. Пальники можуть бути двох типів: з охолодженням мундштука та струмоподавального кабелю і без водяного охолодження. При зварюванні на стаціонарних постах перевагу надають пальникам з водяним охолодженням.

Напівавтомат А-1230 М (рис. 6.20) складається з тримача-пальника зі шлангом, механізму передачі, касети для електродного дроту, апаратури керування. Відсутність пульта керування дає змогу регулювати швидкість подачі дроту безпосередньо на робочому місці.

Швидкість подачі регулюється ступінчасто (змінними роликами) та плавно всередині ступеня (зміною зварювальної напруги). Механізм подачі, коток для дроту та прилади керування змонтовані в одному ящику.

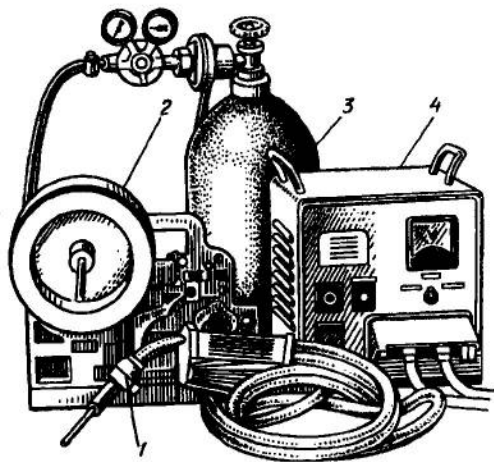


Рис. 6.19. Зварювальний напівавтомат А-537:
1 — пальник; 2 — механізм подачі; 3 — балон з газом; 4 — джерело живлення

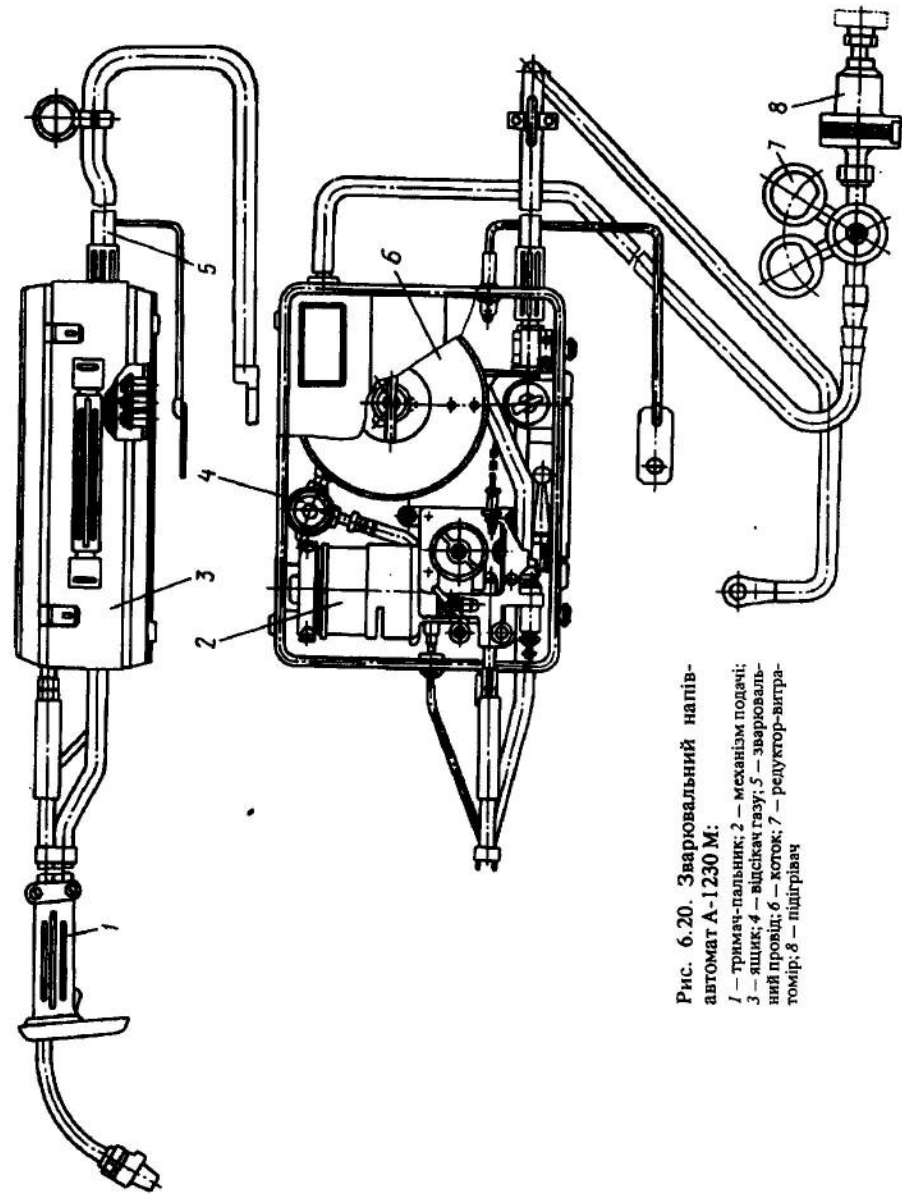
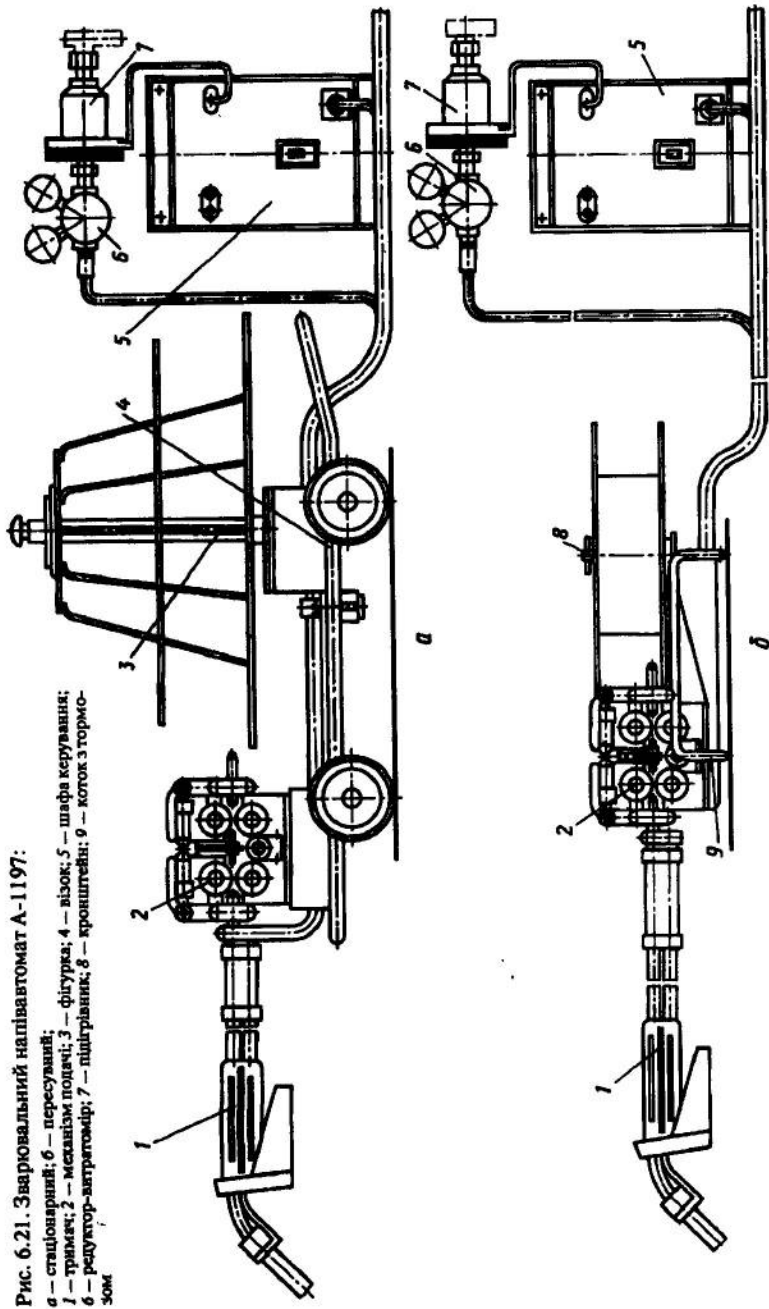


Рис. 6.20. Зварювальний напівавтомат А-1230 М:
1 — тримач-пальник; 2 — механізм подачі;
3 — ящик; 4 — відсікач газу; 5 — зварювальний провід; 6 — коток; 7 — редуктор-вигрій-томір; 8 — підтрізнак

Рис. 6.21. Зварювальний напівавтомат А-1197:



а — стационарний; б — пересувний;
 1 — станіонарний; 2 — механізм подачі; 3 — фігурка; 4 — візок; 5 — шара керування;
 6 — редуктор-автотримач; 7 — підтримач; 8 — кронштейн; 9 — коток з тормо-
 зом

Напівавтомат А-1197 (рис. 6.21) залежно від способу зварювання комплектується тримачами для зварювання у вуглекислому газі та вузлами газової апаратури, тримачем для зварювання відкритою дугою, тримачем у комплекті з бункером для зварювання під флюсом. Залежно від роботи напівавтомат може комплектуватися візком з котушкою для великої кількості дроту (стаціонарний варіант) або кронштейном і котком для малої кількості дроту (пересувний варіант).

Швидкість подачі електродного дроту регулюється ступінчасто. Подавальний механізм має два приводних і два притискних ролики.

Напівавтомат А-1750 (ПДГ-311УЗ) комплектується подавальним пристроєм типу «Интермигмаг», пальниками на зварювальні струми 160 А та 315 А, газовим редуктором типу У-30 та підігрівниками газу. Подавальний пристрій складається з електродвигуна, планетарної головки, блока керування БУСП-1, котка з дротом та електрогазоплапана.

Основною частиною механізму подачі напівавтомата А-1750 (рис. 6.22) є планетарна головка, корпус якої закріплений на порожнистому валі електродвигуна. Укріплені на повзунах подавальні ролики притискають до зварювального дроту й обкочуються навкруги нього при обертанні якоря двигуна, створюючи колове зусилля. Через те, що осі роликів знаходяться під кутом 30—45 °С до осі дроту, це зусилля розкладається на дві складові — закручувальне та осьове. Осьове зусилля забезпечує подачу дроту, закручувальне — створює крутильні коливання, що поліпшує умови просування дроту по шлангу.

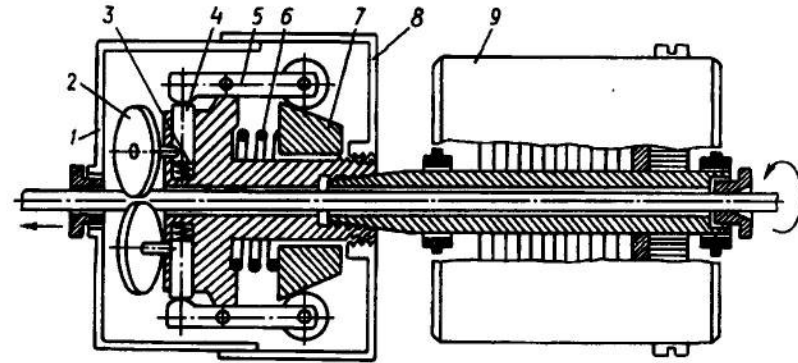


Рис. 6.22. Механізм подачі «Интермигмаг»:

1 — кожух; 2 — подавальні ролики; 3 — пружина; 4 — повзуни; 5 — важелі; 6 — зворотна пружина;
 7 — конус; 8 — гайка; 9 — електродвигун з порожнистим валом

Стабільне зусилля притискування роликів до дроту створюється пружиною та передається через конус і важелі на повзуни. Для відтискування подавальних роликів служить гайка з накаткою. При обертанні цієї гайки конус переміщується ліворуч, стискаючи пружину та звільняючи важелі. Під дією зворотних пружин подавальні ролики відходять від зварювального дроту.

Напівавтомат ПДГ-601 (рис. 6.23) застосовується для зварювання в двох попередньо встановлених режимах без перенастроювання апарата. Перехід з одного

режиму на інший здійснюється перемиканням спеціального тумблера на пульті керування. При цьому встановлюється інша швидкість подачі електродного дроту та інша напруга джерела живлення; також ступінчасто змінюється індуктивність дроселя в зварювальному колі.

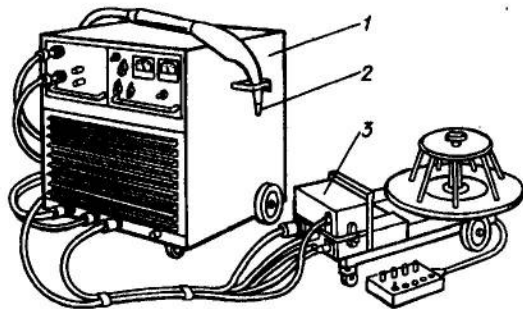


Рис. 6.23. Зварювальний напівавтомат ПДГ-601:
1 — блок керування; 2 — пальник; 3 — механізм подачі

Основною схеми керування напівавтомата є блок БУ-01, вбудований в джерело живлення. Подавальний механізм у цьому напівавтоматі відрізняється тим, що до основи кріпляться чотири роликівих колеса, що дозволяє пересувати пристрій під час роботи. Привід передачі дроту — редукторного типу. Подавальні ролики розраховані на дріт діаметром 1,2—2 мм. До комплексу напівавтомата входять два пальники: перший — на струм до 315 А, другий — до 630 А (з водяним охолодженням).

6.3. ПІДГОТОВКА НАПІВАВТОМАТІВ ДО РОБОТИ

Підготовку починають з перевірки заземлюючого дроту згідно з інструкцією, яка є в паспорті кожного напівавтомата.

При включенні джерела зварювального струму у живильну мережу слід впевнитися у відповідності напруги живильної мережі напрузі джерела.

На випрямлячі перемикачем установлюють вид зовнішніх характеристик, а на блоці керування БУСП-1 — потрібний режим роботи ("безперервний", «переривистий» або «точковий») та вид керування. Діаметр отвору струмопідвідного наконечника пальника та діаметр напрямного каналу визначають, виходячи з заданого діаметра електродного дроту.

Приєднуючи пальник до подавального пристрою, треба перевірити співвідношення отвору хвостовика пальника та канавки подавальних роликів, тому що зсув їх на 1 мм вже за кілька хвилин призводить до припинення подачі дроту через попадання стружки дроту в напрямний канал. Хвостовик пальника має бути максимальною наближений до роликів.

Дріт на касету слід намотувати рядами. Застосування заіржавілого дроту недопустиме.

Для заправлення дроту в напрямний канал пальника вмикачем на подавальному пристрої установлюють необхідний тиск роликів на дріт, щоб він подавався рівномірно, без пробуксовування. У разі неспіввідності струмопідвідного наконечника та свічки дріт може упиратись в нього. При цьому можливе або пробуксовування роликів, або зупинення їх у разі надмірного тиску на дріт. Для запобігання цьому треба замінити наконечник або спочатку пропустити дріт у невгвинчений наконечник, а потім вкрутити його в свічку. В останньому випадку зростає зусилля проштовхування дроту.

Несправності зварювальних напівавтоматів і газових редукторів, а також способи усунення їх наведено в табл. 6.11, 6.12.

6.11. Несправності зварювальних напівавтоматів та способи їх усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
При замиканні електрода не збуджується зварювальна дуга	Не ввімкнено вимикач на апаратному ящику Не ввімкнено джерело зварювального струму Поганий контакт у місці кріплення зварювального проводу Кінець електрода покритий шлаковою кіркою.	Ввімкнути вимикач Ввімкнути джерело зварювального струму Перевірити стан усіх контактів, зачистити їх, підтягти
Кнопкою «Пуск» не вмикається контактор і не працює двигун	Не ввімкнено вимикач на пульті керування Не ввімкнено джерело зварювального струму Обрив у колі кнопки Несправна кнопка	Очистити кінець дроту від шлаку Ввімкнути вимикач Ввімкнути джерело зварювального струму Ліквідувати обрив Усунути несправності в кнопці або замінити її
Із ввімкненням вимикача «ВК» без натискування на кнопку «Пуск» спрацьовує контактор і починає працювати двигун подачі дроту	Замикання проводів у колі керування	Ліквідувати замикання в штепсельних роз'ємах; усунути замикання в проводах керування
При замиканні електрода на виріб дуга збуджується, але дріт не подається	Замикання в контакті пускової кнопки Відсутнє живлення двигуна подавального механізму	Замінити пускову кнопку Перевірити коло привода
При замиканні електрода з'являється іскра, але дуга не збуджується	Несправність контактів пускового реле Неправильно підключено кабель зварювального струму на подавальному механізмі до тримача, можливе обгоряння дроту перед кріпленням тримача на подавальному механізмі	Оглянути й зачистити контакти реле Перекинути клему зварювального проводу так, щоб струм протікав не по спіралі та електродному дроту, а по зварювальному проводу в тримачі
Електродний дріт нерівномірно надходить до тримача	Забруднено канал спіралі	Прочистити канал спіралі
	Діаметр каналу спіралі не відповідає діаметру дроту Утворюється петля між подавальними роликками та кріпленням тримача на подавальному механізмі	Замінити спіраль Установити вхідну трубку шлангового кабеля точно проти канавки подавального ролика на відстані не більш як 2—3 мм
У процесі зварювання спостерігається нерівномірна подача дроту та обриви дуги при нормально працюючому двигуні подавального механізму	Спрацював подавальний ролик Перегин шлангу Слабке притискання дроту в подавальному механізмі	Замінити подавальний ролик Випрямити шланг Відрегулювати притискання дроту в подавальному механізмі так, щоб виключити проковзування дроту

Несправність	Причина	Спосіб усунення
У процесі зварювання спостерігається нерівномірна подача дроту та обриви дуги при нормальнопрацюючому двигуні подавального механізму	Заїдання електродного дроту в наконечнику Поганий контакт дроту в наконечнику та "примержання" дроту до наконечника Електродний дріт подається до тримача сплющеним	Замінити наконечник у разі підгоряння Підігнути чобіток наконечника для кращого контакту або замінити наконечник Відрегулювати пружину, яка діє на притискний ролик подавального механізму, усунути надмірний тиск
Нестійке горіння дуги, супроводжуване нагріванням окремих контактів у зварювальній колі	Не забезпечено щільність контактів у зварювальній колі (затискачів зварювальних проводів на пульсі керування та в подавальному механізмі, кріплення шлангового тримача на подавальному механізмі, з'єднання пальника зі шлангом)	Перевірити рукою нагрівання всіх контактів зварювального кола. При підвищеному нагріванні забезпечити щільне з'єднання контактів
Підвищене нагрівання тримача при зварюванні на великих струмах	Не надходить охолоджуюча вода в тримач	Перевірити стан системи водяного охолодження та забезпечити щільність кріплення гумових трубок до штуцерів, усунути перегини шлангів подачі та відведення води
У процесі зварювання швидко обгоряє електрод із збільшенням довжини проміжку до обриву дуги	Великий виліт електрода Немає контакту в наконечнику Висока напруга неробочого ходу джерела живлення Швидкість подачі електродного дроту занадто мала Утворився місток з бризок між мундштуком і соплом Неправильно вибрано хімічний склад дроту для зварювання Дріт з підвищеним забрудненням мастилом та іржею Поверхня зварювальних деталей забруднена іржею та мастилом Надмірно висока напруга на дузі Наявність вологи у флюсі, порошковому дроті та захисному газі	Зменшити виліт електрода до 5—8 мм, наблизивши сопло до виробу на 15—20 мм Поліпшити контакт дроту в наконечнику Зменшити напругу неробочого ходу Збільшити швидкість подачі електродного дроту Зняти сопло та очистити його і наконечник від бризок Замінити дріт Очистити й знежирити дріт Очистити від забруднень
Сопло знаходиться під напругою Утворення пор		Зменшити напругу відповідно до заданого режиму зварювання Прожарити флюс і порошковий дріт, перевірити наявність та якість вбирача вологи в осушнику газу (осушувальні речовини, насичені вологою, змінюють свій колір: мідний купорос — з сірувато-білого на блакитнуватий, силікагель — з рожево-блакитного на білий з блакитним відтінком)

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Утворення пор	Поганий газовий захист: недостатня витрата захисного газу Підсмоктування повітря між соплом та обгорілою текстовою втулкою через канал проходження дроту Здування захисного газу на вітрі або протязі підсмоктування повітря у з'єднаннях та підводці шлангів сопло пальника дуже забризкане краплями розплавленого металу	Збільшити витрату захисного газу Замінити текстолітову втулку й очистити сопло; на вході в канал для проходження дроту встановити ущільнювачі Поставити захисну огорожу Усунути підсмоктування повітря Зачистити сопло або замінити його
Джерело зварювального струму вмикається тільки при місцевому керуванні Електродний дріт не подається, не обертається двигун подавального механізму	У блоці БУСП-1 вийшов з ладу транзистор або реле Перенавантаження по струму, спрацьовує струмовий захист Немає імпульсів керування в блоці БУСП-1	Замінити транзистор або реле Усунути різкі вигини дроту, зажимання в касеті або заклинювання в редукторові Перевірити, а за потреби усунути несправності в колі задального резистора, підсилювача або відповідних транзисторів
Нестійко працює двигун подачі електродного дроту Іскріння на колекторі Не вмикається клапан захисного газу	Поганий контакт щіток з колектором Несправний коток клапана	Очистити від вугільного пилу щіткотримачі або замінити щітки Замінити коток або весь клапан
Великий виліт електродного дроту після припинення зварювання	У блоці БУСП-1 вийшов з ладу один з тиристорів У блоці БУСП-1 несправна схема динамічного гальмування двигуна	Замінити несправний елемент Усунути обрив або замінити тиристор

6.12. Несправності редуктора та способи їх усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Пропуски газу в з'єднаннях	Нещільності: під накидною гайкою під штуцером манометра у кожусі манометра	Підтягнути ключем накидну гайку або замінити фіброві прокладки Підтягнути ключем штуцер манометра або замінити фіброву прокладку Замінити манометр
Пропуск газу у запобіжному клапані	Нещільність у редуючому клапані	Замінити редуючий клапан
Пропуск газу через запірний вентиль	Нещільності в з'єднанні вентилів	Підтягнути сальникову гайку або замінити прокладку сальника

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Самочинний пропуск газу в редукторі	Попадання під клапан сторонніх частинок (абразив, метал) Нерівна або пориста поверхня ебонітового чи капронового ущільнення клапана Просідання в гнізді ебонітового або капронового ущільнення Нерівність сідла	Розібрати й ретельно перевірити справність клапана та сідла. Перед установленням клапана на місце редуктор продувають повітрям (осушеним), азотом для видалення сторонніх частинок Очистити клапан та протерти наждачним папером. Подрапини, забоїни, вм'ятини та інші вади видаляються спеціальною притиркою Замінити клапан Замінити сідло, зачистити та притерти сідло наждачним папером. Правильність обробки сідла визначається за відбитком на ущільненні клапана
Не надходить або погано надходить газ через редуктор	Поломка або усадка запірних вушок Засмічення фільтра редуктора Замерзання фільтра	Замінити вушко Витягти із штуцера фільтр, промити його бензином Б-70 або гідролізним спиртом Відігріти редуктор чистим ганчір'ям, змоченим гарячою водою, потім продути азотом або стисненим повітрям
Спад тиску в редукторі	Пошкоджено мембрану Нещільність по периметру затиснення мембрани	Замінити мембрану Ліквідувати нещільність
Стрілка манометра стоїть нерухомо як при зменшенні тиску, так і при його підвищенні	Засмітився демпфер Засмітився канал штуцера	Викрутити демпфер і прочистити його Викрутити демпфер і прочистити канал штуцера, від'єднавши попередньо магістраль від манометра
Пропуск вуглекислого газу крізь сальник вентиля балона	Пошкоджена фіброва прокладка у вентилі балона	При відбиранні газу з балона відкрити вентиль до відказу. Якщо несправність не усувається, здати балон у ремонт, написавши попередньо на ньому: «Несправний»
Витікання вуглекислого газу крізь з'єднання підігрівника газу з вентилям балона та редуктором	Ослаблені накидні гайки Погано ущільнені фіброві чи капронові прокладки	Підтягнути гайки Замінити фіброві чи капронові прокладки

Несправність	Причина	Спосіб усунення
За наявності тиску в балоні та при відкритому редукторі немає газу з сопла	Отвір редуктора закупорився льодом через несправність підігрівника газу (перегоріла спіраль) Пережата трубка подачі вуглекислого газу або обрив трубки	Замінити спіраль у підігрівнику Знайти місце пережиму чи обриву та ліквідувати несправність

Пости механізованого зварювання комплектуються напівавтоматами, пальниками та джерелами живлення зварювальної дуги. Крім того вони можуть обладнуватися робочими столами, пристроями для повороту виробів, кондукторами та маніпуляційними колонами. Прикладом може бути типова комплексно-механізована дільниця на два робочих місця з двома напівавтоматами та одним спільним консольно-поворотним краном (рис. 6.24). Якщо напівавтомат з пальником установлено на спеціальному штативі, то зварювання можна виконувати і в автоматичному режимі.

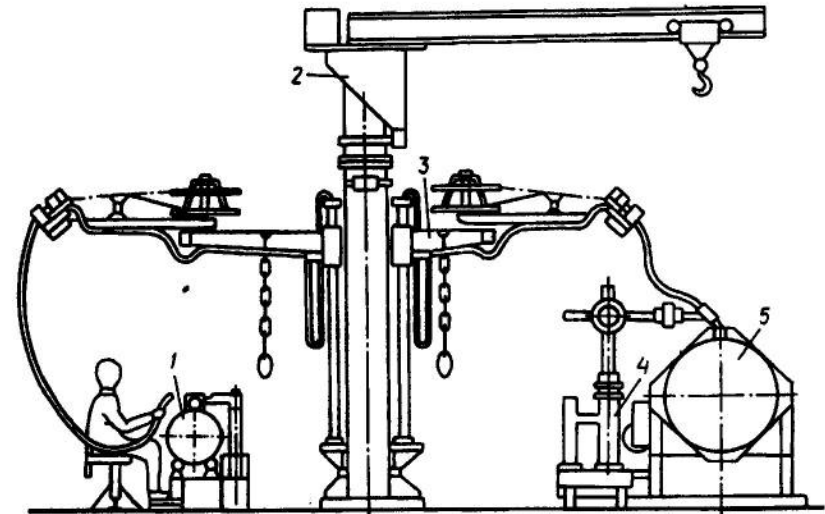


Рис. 6.24. Комплексно-механізована дільниця УД-266 для складання й дугового зварювання циліндричних виробів:

1 — роликостійний стел; 2 — консольно-поворотний кран; 3 — підвіска зварювального напівавтомата, 4 — візок із штативом; 5 — зварювальний маніпулятор

Перше робоче місце обладнане пристроєм типу У985 для повороту виробів, консольно-поворотною підвіскою для напівавтомата, а також люнетом для підтримки довгомірних виробів. Роль струмознімача виконує притискувальний ролик.

Друге робоче місце обладнане універсальним маніпулятором (типу М11060 або М11070), штативом для кріплення напівавтомата та консольно-поворотною підвіскою для напівавтомата.

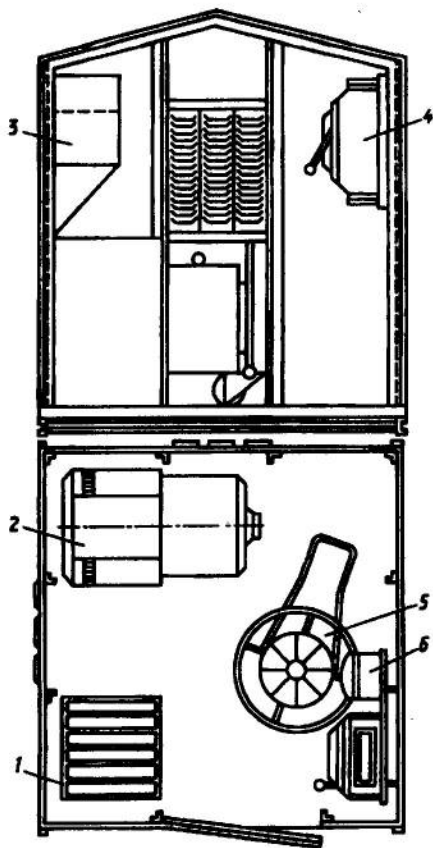


Рис. 6.25. Пересувний контейнер з одним постом для механізованого зварювання:

1 — під для сушіння зварювальних матеріалів;
2 — джерело струму (зварювальний перетворювач);
3 — шафа для інструменту; 4 — блок попереднього ввімкнення; 5 — зварювальний напівавтомат;
6 — магнітний пускач

Консольно-поворотний кран, що обслуговує обидва пости, служить для переміщення підвісок напівавтоматів та пристроїв, призначених для відсмоктування шкідливих аерозолів та газів із зони зварювання. Цей кран використовується також і для вантажно-розвантажувальних робіт.

За умов монтажу для захисту устаткування від снігу, вітру й низьких температур застосовуються спеціальні намети, будки, зонти та пересувні кабіни. Найбільш раціональним є розміщення напівавтоматичного зварювального устаткування в спеціалізованих контейнерах (рис. 6.25). У такому разі зварювальний пост комплектується одним або трьома контейнерами, в яких розміщують зварювальне й допоміжне устаткування. Контейнер виконано з металевого каркаса з подвійною металевою теплоізоляційною стінкою, має двостулкові двері, два віконних прорізи, два люки для введення електричних кабелів.

Кожен контейнер укомплектований освітлювальною та опалювальною апаратурою. Температура в контейнері не нижча за +5 °С. Маса контейнера — 3000 кг.

6.4. ЗВАРЮВАЛЬНІ АВТОМАТИ

Автоматичне зварювання передбачає механізацію процесів збудження та підтримки стійкого горіння дуги, припинення зварювання, заварювання кратера в кінці шва, подачі електродів в зону плавлення, а також переміщення дуги у заданому напрямку вздовж зварюваних кромок із певною швидкістю. Зварювальні автомати можуть бути універсальними, загального призначення та спеціальними.

Їх класифікують:

за способом переміщення вздовж стики: самохідні та несамохідні. До складу самохідного автомата входять технічні засоби, що забезпечують його переміщення зі швидкістю зварювання. Несамохідні (підвісні) таких засобів не мають. Установки чи верстати, до складу якого входить несамохідний зварювальний автомат, як правило, оснащений механізмами для переміщення автомата або переміщення виробу. Зварювальні автомати, які переміщуються безпосередньо по поверхні виробу або по напрямних, покладених на виріб, називають зварювальними тракторами:

за видом електроду: для зварювання плавким і неплавким електродом;

за способом захисту дуги: під флюсом, в середовищі захисних газів, без захисту, по флюсу, під флюсом й у захисних газах;

за способом регулювання швидкості подачі електродного дроту та швидкості зварювання (для самохідних автоматів): з плавним, ступінчастим і плавноступінчастим регулюванням;

за способом подачі електродного дроту: з незалежною від напруги на дузі подачею та із залежною від напруги на дузі подачею;

за способом формування металу шва: з вільним або примусовим формуванням;

за числом дуг з роздільним живленням струмом: одно-, дво- та багатодугові;

за технологічним призначенням: для зварювання, наплавлення;

за числом електродів із спільним підведенням зварювального струму: одно-, дво- та багатоелектродні.

Зварювальні автомати загального призначення випускаються промисловістю відповідно до ГОСТ 8213-75*Е.

Технічні характеристики деяких універсальних і спеціалізованих автоматів для зварювання під флюсом, у середовищі захисних газів і електрошлаковим способом наведено в табл. 6.13—6.20.

6.13. Технічні характеристики зварювальних тракторів

Трактор	Номинальний зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість зварювання, м/год	Розміри (довжина × ширина × висота), мм	Маса, кг
<i>Однодугові для зварювання під флюсом</i>						
ТС-17М-1У3	1000	1,6—5,0	53—400	16—126	715×345×540	45
ТС-17Р	1000	1,6—5,0	56—435	16—126	740×300×520	42
АДФ-1602-У3	1600	3—6	18—360	12—120	1050×365×655	60
ТС-44	2000	3—6	61—360	1,5—45	940×450×610	115
ТС-43	1600	3—5	61—360	12—120	845×425×710	56
АДС-1000-3	1000	3—6	30—120	15—70	1010×370×665	65
АДФ-1004-У3	1000	4—5	18—120	12—120	1050×365×655	60
<i>Двудугові для зварювання під флюсом</i>						
ДТС-38-У3	2×1500	2—5	56—560	16—160	900×400×930	90
ТС-58	2×1250	3—6	60—360	8—180	965×400×965	90
<i>Для зварювання у захисних газах плавким електродом</i>						
АДГ-503 (ТС-42)	500	1,2—3,0	100—915	11—36	570×310×440	36
АДГ-502-У4	500	1,2—2,0	30—720	18—180	845×365×670	55
АДПГ-500-1	500	1,2—2,0	149,5—720	15—70	425×265×570	22
АДСП-2	400	1,0—2,5	101—799	12—79	730×600×1050	63

Трактор	Номинальний зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість зварювання, м/год	Розміри (довжина × ширина × висота), мм	Маса, кг
<i>Для зварювання у захисних газах плавким електродом</i>						
A-1588	500	1,6—3,0	72—562	6—30,5	900×450×550	38
A-1711	350	1,2—1,6	150—450	15,5—31	375×308×370	20
АДГ-601	500	1,2—2,0	149,5—720	15—70	425×265×570	22
АД-106	2×315	1,4—1,6	120—720	12—80	400×350×365	14
<i>Для зварювання під флюсом і в захисних газах</i>						
ТС-35	1000	1,6—5,0	50,5—403	16—126	740×300×520	42
ТС-35-1	1000	2,0—5,0	50,5—403	12—120	1200×830×850	42

6.14. Технічні характеристики автоматів для дугового зварювання у захисних газах

Автомат	Номинальний зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість зварювання, м/год	Вертикальний хід, мм	Розміри (довжина × ширина × висота), мм	Маса, кг
АСП-360М-1	150	1,0—2,0	50—800	—	—	—	110
A-1002	800	3,0—5,0	84—700	8—120	—	950×600×180	160
A-1411П	1000	2,0—4,0	50—500	12—240	500	500×230×440	350
A-1417	1000	2,0—5,0	13—133	12—120	250	925×740×1560	240
A-1418	1000	2,0—5,0	47—508	12—120	—	1405×840×1920	240
A-1589М	250	1,6—3,0	122—1222	3—30	—	1200×600×600	32
“РИТМ-3”	1000	2,0—4,0	122—958	0,8—18	—	1250×1750×400	900
АД-200	630	1,0—2,5	122—960	—	160	410×410×700	60
АД-201	630	1,2—3,2	72—720	—	250	610×400×850	80

6.15. Технічні характеристики головок для дугового зварювання під флюсом

Головка	Номинальний зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість зварювання, м/год	Вертикальний хід, мм	Розміри (довжина × ширина × висота), мм	Маса, кг
<i>Самохідні головки</i>							
A-1404-У4	1000	2,0—5,0	52,9—529	12—122	250	1660×870×1160	325
A-1416-У4	1000	2,0—5,0	49,7—497	12—122	250	1660×870×1160	320
A-1425-У4	1000	4,0—5,0	49,7—497	12—122	—	300×600×1650	500
АБСК-У4	1000	3,0—6,0	43—142	22—71	200	760×710×1750	160
A-1410-У4	2000	2,0—5,0	52,9—529	12—122	250	1660×870×1160	325
A-1419-У4	2000	2,0—5,0	49,7—509	24—244	250	1660×870×1160	320
АД-202	1250	2,0—6,0	41—410	12—122	250	830×510×850	105
АД-208	1250	2,0—6,0	41—410	12—122	250	—	380
АД-209	1000	2,0—6,0	41—410	12—122	250	—	380
<i>Підвісні головки</i>							
A-1423-У4	300	1,6—3	45—450	—	—	760×840×1670	210
A-1569	400	2—3	49,7—350	—	—	1120×850×1990	260
ГДФ-1001-У4	1000	3—5	52,9—529	—	—	1050×1680×2000	298

6.16. Технічні характеристики головок для багатодугового зварювання під флюсом

Головка	Номинальний зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість зварювання, м/год	Вертикальний хід, мм	Поперечне коригування електродом, мм	Розміри (довжина × ширина × висота), мм	Маса, кг
УДФ-1001-У4	2×1000	2,5—3,0	198—530	18—266	250	±60	1050×650×2000	580
A-639	2×1000	1,6—5,0	28—225	13—112	250	±100	1430×630×2100	322
A-1156	2×1500	3,0—5,0	155—650	79—250	—	—	3175×820×820	985
A-1412-У4	2×1600	2,0—5,0	52,9—529	72—720	250	±75	1405×890×1920	325
A-1422	2×1600	2,0—5,0	47—510	72—720	250	±75	1405×890×1920	390
АД-207	2×1000	2,0—6,0	41—410	25—250	250	±160	—	420
	2×1250							
АД-206	2×1250	2,0—6,0	41—410	25—250	250	±160	—	420
АД-205	2×1600	2,0—6,0	41—410	25—250	250	±160	—	420

6.17. Технічні характеристики зварювальних автоматів з примусовим формуванням шва

Автомат	Номинальний зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість зварювання, м/год	Розміри (довжина × ширина × висота), мм	Маса, кг
A-1150	500	2,5—3,5	180—216	2,9—10	470×280×875	31,6
A-1237	500	3,0—5,0	50,5—400	1,0—2,9	540×325×740	85
A-1381-01	450	2,6—3,0	151—299	4,0—12,2	800×445×440	42,5
A-1590	450	1,6—2,0	20—720	1,8—50,0	1200×600×600	30
“Ингул”	450	1,6—2,0	120—720	1,8—9,0	470×440×660	40
A-1325	1000	3,0	140—280	14,4—45	850×500×1200	150
АД-102	1000	2,0—3,0	100—1000	2,5—252	520×525×785	52
АД-119	500	1,4—3,0	100—453,5	2,5—252	682×420×820	48
АД-142	500	2,3	151—504	50—25	1145×570×930	84,2
АД-142-01	500	2,3	151—504	6,1—252	1840×570×1320	96,6

6.18. Технічні характеристики універсальних установок для автоматичного зварювання

Установка	Номинальний зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість зварювання, м/год	Розміри (довжина × ширина × висота), мм	Маса, кг
АДФГ-501	500	1,0—2,0	90—960	20—70	1300×850×1400	400
АДФГ-502-У4	500	1,0—3,0	60—600	20—70	1700×1000×200	800
АДФГ-503-ХЛ4	500	1,0—2,5	12—120	20—70	—	280

6.19. Технічні характеристики спеціальних комплексів для дугового зварювання неповоротних стиків магістральних трубопроводів

Комплекс	Зварювання	Діаметр електродного дроту, мм	Напруга, В	Зварювальний струм, А	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість зварювання, м/год	Джерело живлення
“Стык 01”	Зовнішнє	2,5	25, 28	400	150—300	5,0—20	ВД-301
“Стык 02”	Зовнішнє	3,0	25—28	400	150—300	5,0—20	ВДУ-504
КДГ-1221	Внутрішнє	1,0—2,0	18—28	315	300—500	25—45	ВДГ-302
(“Дуга-1”)							
КДГ-1421	Зовнішнє	1,0—2,0	18—28	315	300—750	15—50	ВДУ-504 (2 шт.)
(“Дуга-2”)							

6.20. Технічна характеристика автоматів для електрошлакового зварювання

Автомат	Товщина зварюваного металу, мм	Спосіб пересування	Маса, кг
A-501	До 100	Безрейковий	25
A-681	14—60	По рейках	19
A-820M	16—50	Те саме	16
A-1027	10—50	"	19
A-1170	До 300	"	120
A-1304	До 400 (сталь) До 140 (алюміній)	Кріпиться до виробу або підвішується над ним	45
A-1517	До 140	По рейках	30

За конструкцією зварювальні автомати (рис. 6.26) складаються з таких вузлів та елементів: механізмів подачі електродного дроту та переміщення дуги, настрійовальних допоміжних і коригуючих переміщень (механізм подачі електродного дроту складається з приводу та систем подавальних роликів); струмоведучих мундштуків; пальників, правильних механізмів; касет для електродного дроту; апаратури для подачі флюсу або газоподавальних пристроїв; систем керування та засобів техніки безпеки.

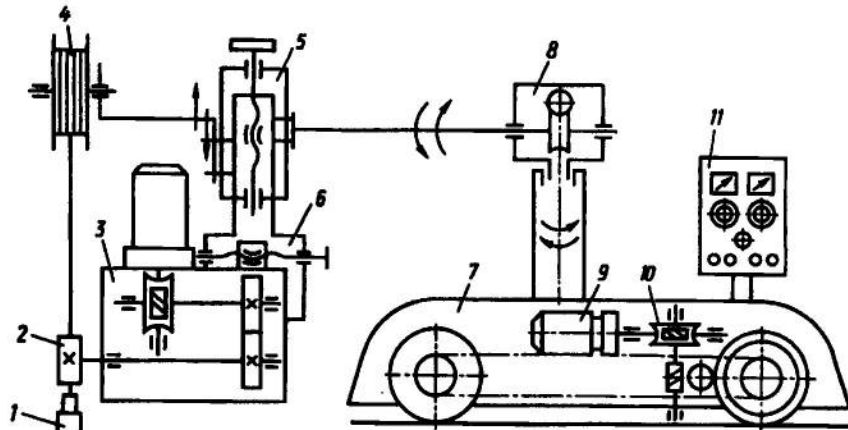


Рис. 6.26. Схема автомата для зварювання плавким електродом:

1 — мундштук; 2 — подавальні ролики; 3 — механізм подачі дроту; 4 — касета; 5, 6 — механізми вертикального та поперечного переміщення електрода; 7 — візок; 8 — механізм устанавлення кута нахилу електрода; 9 — електродвигун; 10 — редуктор; 11 — пульт керування

Привод забезпечує обертання подавального ролика з заданою швидкістю та необхідним крутним моментом, а також регулювання швидкості подачі електродного дроту. За приводи механізмів подачі використовують асинхронні двигуни й редуктори зі змінними шестірнями або коробками швидкостей.

Автомати з механізмом подачі зі змінними шестірнями використовують у серійному або масовому виробництві, де режим зварювання перенастроюється рідко. Вони надійні в експлуатації та прості за конструкцією.

Подавальні ролики забезпечують стабільну подачу електродного дроту без значної деформації її поверхні з касети до зони зварювання. Найбільш поширені

циліндричні ролики з насічкою на поверхні, з гладкою канавкою, з канавкою та насічкою, прогумовані, шестеренчасті з канавкою тощо.

Механізми переміщення самохідних автоматів (самохідні візки) призначені для переміщення дуги із швидкістю зварювання вздовж лінії з'єднання та для повертання апарату у вихідні положення з маршовою швидкістю або вручну. Самохідний візок править також за корпус, до якого кріпляться інші частини апарату. Візки мають колісний хід велосипедного чи кареткового типу. Велосипедні візки забезпечують точну установку кінця електрода завдяки збільшеній відстані між колесами у вертикальному напрямку. Велосипедні візки звичайно мають три колеса, кареткові — чотири. Зчеплення між рейкою та ведучими колесами візка відбувається за рахунок тертя. При зубчастому зчепленні коліс з рейкою підвищується плавність руху.

Швидкість обертання візка регулюється змінними шестірнями, змінними ходовими колесами або зміною числа обертів приводного двигуна постійного струму.

Для забезпечення зварювальної та маршової швидкості застосовують візки з двома електродвигунами. Один із двигунів, більш потужний, нерегульований, забезпечує маршову швидкість. У такому випадку в приводі механізму переміщення передбачено електромагнітні муфти. Особливістю механізму переміщення зварювального трактора є те, що при виконанні шва трактор рухається по легкій рейковій колії, що укладається на опори паралельно шву або безпосередньо на поверхню деталей. Крім того, багато зварювальних тракторів можуть транспортуватися робітником-зварником з одного місця конструкції на інше. Самохідні візки тракторів конструктивно відрізняються від візків самохідних автоматів. Найчастіше вони мають чотири прогумованих колеса, з яких, як правило, приводних лише два. Інші два використовуються для копіювання швів і є або настрійними, або змінними.

Приводом візків зварювальних тракторів служать окремі двигуни з плавним регулюванням обертів або двигун подачі дроту (в одномоторних тракторах). В одномоторних тракторах швидкість переміщення трактора регулюється ступінчасто.

Настрійні, коригуючі та допоміжні переміщення виконуються супортами з прямолінійними або коловими напрямними та ручним самогальмівним приводом, важелями з механізованим або ручним приводом, а також регульованими клемними фрикційними чи дрібнозубчастими з'єднаннями, які після регулювання затискають.

Струмоведучі мундштуки напрямляють електрод у зону зварювання та підводять до нього струм. За конструкцією мундштуки бувають трубчастими, роликowymi та колодковими.

Роликові (дискові) мундштуки застосовують для дроту діаметром 3 мм і більше. Їхньою перевагою є можливість повороту на невеликий кут дисків при локальному спрацюванні поверхні. Мундштуки трубчасті з кольорових металів або із змінними вкладишами з таких же металів компактні, зручно розміщуються у флюсовій воронці, що є дуже важливим при зварюванні за стиснених умов.

Пальники для автоматичного дугового зварювання плавким електродом у середовищі захисних газів (табл. 6.21, рис. 6.27) підводять до електродного дроту струм і забезпечують безпечні умови роботи, ефективний газовий захист зони зварювання, мінімальне налипання бризок розплавленого металу на внутрішній поверхні сопла та легку заміну спрацьованих деталей.

6.21. Технічні характеристики пальників для автоматичного дугового зварювання плавким електродом у середовищі захисних газів

Пальник	Номинальний зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Вид охолодження	Розміри сопла, мм		Маса, кг
				Діаметр	Висота	
ГПА-160-100	160	0,6—1,6	Повітряне	14; 16	100	0,365
ГПА-160-140	160	0,6—1,6	"	14; 16	140	0,415
А-1589М	250	1,6—3,0	Водяне	—	—	—
ГПА-315-140	315	1,6—3,0	"	16; 18	140	0,470
ГПА-315-180	315	1,6—3,0	"	16; 18	180	0,540
ГПА-315-220	315	1,6—3,0	"	16; 18	220	0,625

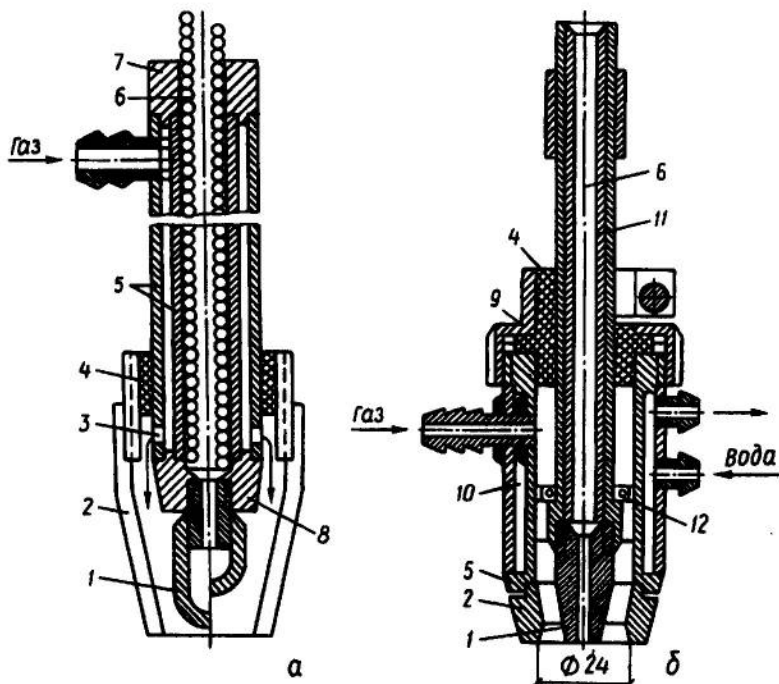


Рис. 6.27. Пальник для зварювання у вуглекислому газі:

а — на малих струмах; б — на великих струмах; 1 — струмоіндикатор; 2 — газове сопло; 3 — отвір виходу газу; 4 — ізолятор; 5 — корпус; 6 — змінна спіраль або трубка; 7, 8 — кільцеві втулки; 9 — гайка; 10 — водяне охолодження; 11 — мундштук; 12 — розпилювач газу

Правильні механізми — це система роликів, які вільно обертаються, і розташовані так, щоб зворотним вигином компенсувати кривизну дроту, який подається в зону зварювання. Випрямлення здійснюється в одній, двох або більше площинах. Запас електродного чи присадного матеріалу розміщують на зварювальних автоматах у котках, касетах або касетних пристроях.

Апаратура для подачі флюсу та устаткування служить для подачі флюсу в зону зварювання, а також для збирання нерозплавленого флюсу після зварювання.

На зварювальних тракторах для подачі флюсу встановлюють спеціальні бункери. На підвісних самохідних зварювальних автоматах застосовуються апарати, які служать водночас для подачі та збирання флюсу. Такі апарати бувають всмоктувального, нагнітального та всмоктувально-нагнітального типу. Для роботи їх підключають до мережі стисненого повітря тиском 0,5—0,6 МПа.

До комплексу газоподавальних пристроїв зварювальних автоматів для зварювання у середовищі захисних газів входять такі самі елементи, що й для напівавтоматичного зварювання.

Для зменшення запізнення подачі газу до зони зварювання від моменту ввімкнення газового клапана його встановлюють поблизу пальника. Передбачено також випередження подачі газу для продувки газових каналів та створення захисної атмосфери в точці зварювання до запалювання дуги та затримки відключення подачі газу після припинення горіння дуги для захисту кінцевої частини шва від контакту з оточуючою атмосферою на час, потрібний для природного охолодження металу шва. Системи керування зварювальними автоматами забезпечують переміщення електродного дроту (вверх, вниз) і самого апарата (уперед, назад), початок і припинення зварювання за допомогою кнопок та вимикачів, заварювання кратера, вмикання й вимикання газоапаратури, а також контроль і підтримку на потрібному рівні зварювального струму, напруги на дузі та швидкості зварювання (для апаратів з плавним і плавно-ступінчастим регулюванням швидкості) стрілочними індикаторами.

Схему самохідного автомата для дугового зварювання наведено на рис. 6.28.

Основні елементи систем керування автоматами монтуються у шафах керування, де встановлюються силовий контактор, проміжні реле і запобіжні пристрої. Керування автоматів і контроль параметрів режиму зварювання здійснюються з пульта керування.

До комплексу автоматів, призначених для зварювання стиків на вертикальних і похилих площинах, а також для електрошлакового зварювання, входять ще мідні повзуни, що служать для примусового формування швів.

Прикладом конструктивного виконання деяких зварювальних автоматів для зварювання під шаром флюсу та в середовищі захисних газів можуть бути автомати типу ТС-17, ТС-42, АДС-1000-4, АД-202, АДМГ-500, для електрошлакового зварювання — А-1304А, для зварювання порошковим дротом у середовищі вуглекислого газу з примусовим формуванням шва на вертикальній площині — А-1325.

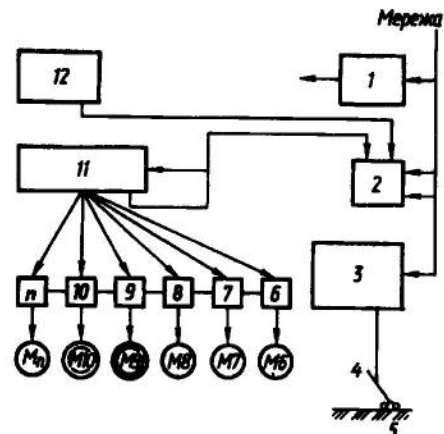


Рис. 6.28. Схема самохідного автомата для дугового зварювання:

1 — блок живлення системи керування; 2 — блок керування джерелом живлення; 3 — джерело зварювального струму; 4 — електрод; 5 — виріб; 6 — привід газового клапана; 7 — блок подачі дроту (М7 — двигун, що забезпечує подачу дроту); 8 — блок зварювального руху (М8 — двигун, що забезпечує зварювальний рух); 9 — n — блоки інших переміщень (М9 — Мn — двигуни для виконання інших переміщень)

Зварювальний трактор ТС-17 (рис. 6.29, а) призначений для зварювання прямолінійних та колових стикових і кутових швів таврових та напугстових з'єднань. Мінімальний діаметр внутрішніх колових швів — 1200 мм. Зварювання може виконуватися вертикальним або нахиленим електродом.

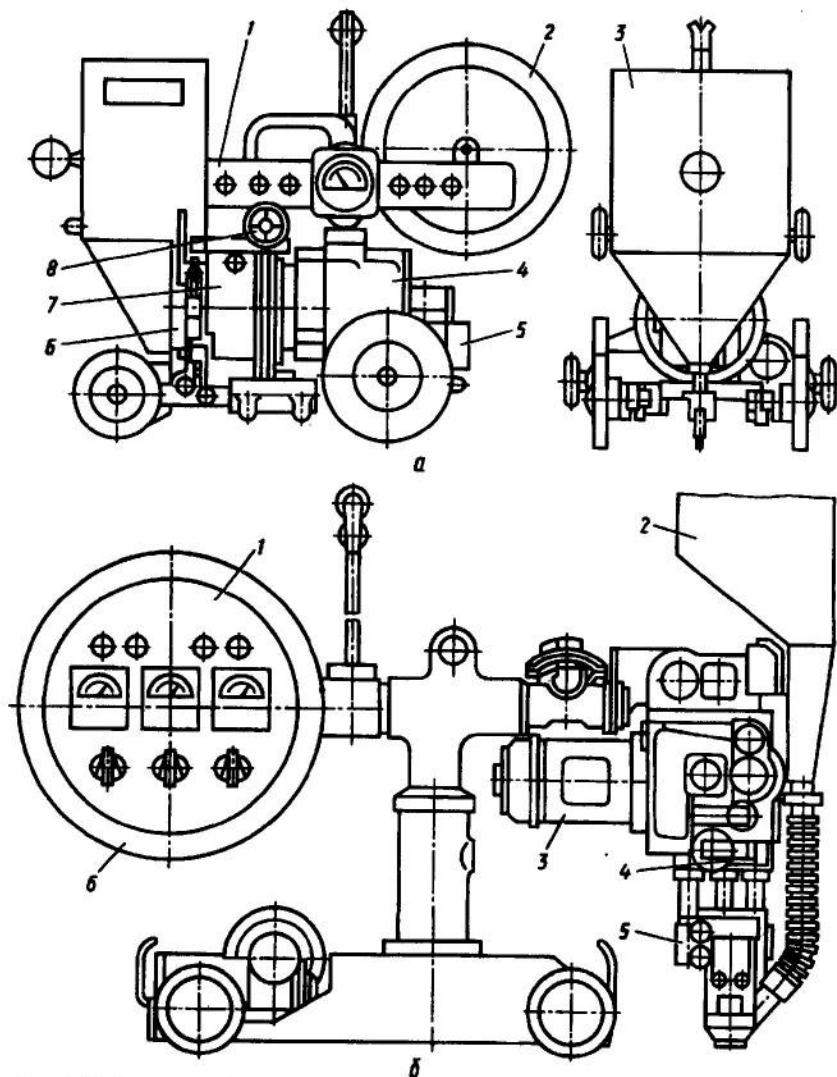


Рис. 6.29. Зварювальні трактори:
а — ТС-17М (1 — пульт керування; 2 — касета для електродного дроту; 3 — бункер для флюсу; 4 — електродвигун; 5 — ходовий механізм; 6 — мундштук; 7 — зварювальна головка; 8 — коригувальний механізм); б — АДС-1000-4 (1 — пульт керування; 2 — бункер; 3 — електродвигун; 4 — струмопідвід; 5 — зварювальна головка; 6 — касета для електродного дроту)

Особливістю тракторів типу ТС-17 є наявність одного електродвигуна, який надає руху ходовому механізму та механізму подачі дроту. Один кінець вала цього двигуна з'єднано з механізмом подачі, другий — з механізмом руху трактора. Обидва механізми монтується з двигуном в один блок. Він служить несучим корпусом трактора, на якому закріплено мундштук, що підводить електричний струм до електродного дроту, пульт керування, коток з електродним дротом, бункер для флюсу без відсмоктувального пристрою або сопло для подачі захисного газу. Зварювання більшості швів відбувається при переміщенні трактора по напрямній лінійці або за допомогою копця. Швидкість подачі електродного дроту та швидкість зварювання регулюється змінними шестірнями.

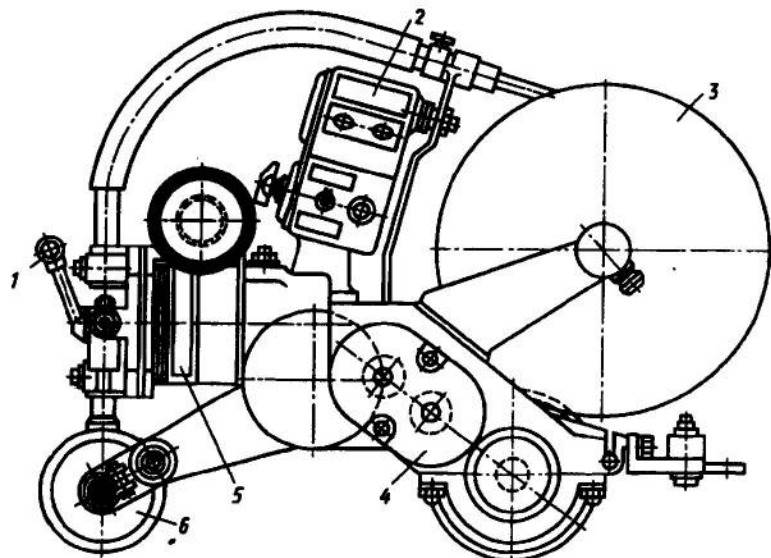


Рис. 6.30. Універсальний зварювальний трактор ТС-42:
1 — важіль підтиснення електрода; 2 — пульт керування; 3 — касета з електродним дротом; 4 — корпус; 5 — подавальний механізм; 6 — напрямне колесо

Трактор типу АДС-1000 являє собою чотириколісний візок, на якому закріплено зварювальну головку з механізмом подачі електродного дроту, касету з електродним дротом, бункер для флюсу та пульт керування процесом зварювання (рис. 6.29, б).

Візок рухається по рейковій колії або по поверхні виробу. Колеса візка мають гумові ободи.

Верхня частина трактора може обертатися навколо вертикальної осі, тому можна виконувати зварювання швів, розташованих на різних відстанях від рейкової колії.

Швидкість зварювання плавно змінюється регулятором з пульта керування шляхом зміни частоти обертання вала двигуна приводу візка (постійного струму). Напругу на дузі та швидкість подачі дроту також змінюють плавно потенціометром на пульта керування. Цей потенціометр змінює струм, який подається на одну з обмоток генератора постійного струму (в шафі керування), що змінює напругу на якорі двигуна постійного струму подачі дроту.

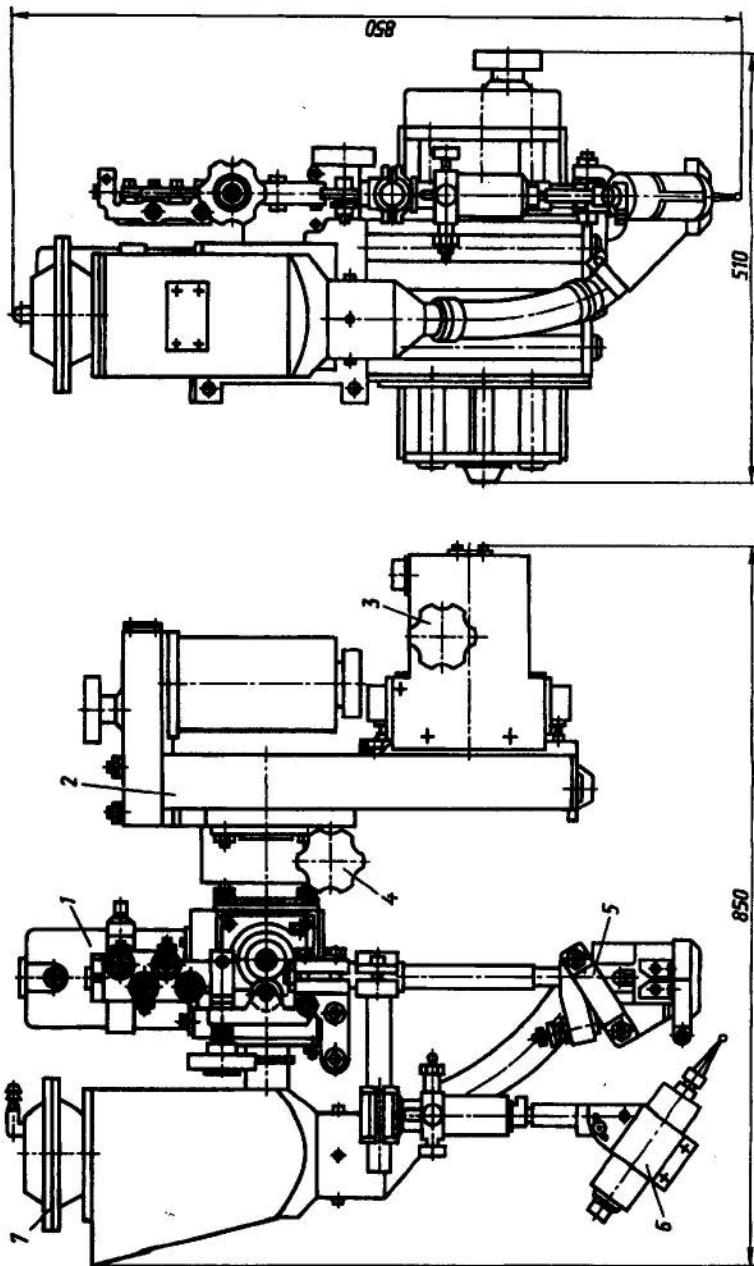


Рис. 6.31. Автомат АД-202 для дугового зварювання:

1 — механізм подачі; 2 — механізм вертикального переміщення; 3 — механізм горизонтального переміщення; 4 — механізм повороту; 5 — мундштук; 6 — копючий датчик; 7 — бункер

До 1982 року автомат випускали із залежною від напруги на дузі швидкістю подачі електродного дроту. Останнім часом автомат переведено на незалежну швидкість подачі електродного дроту, він комплектується тиристорним трансформатором ТДФЖ-1001 з жорсткими зовнішніми характеристиками.

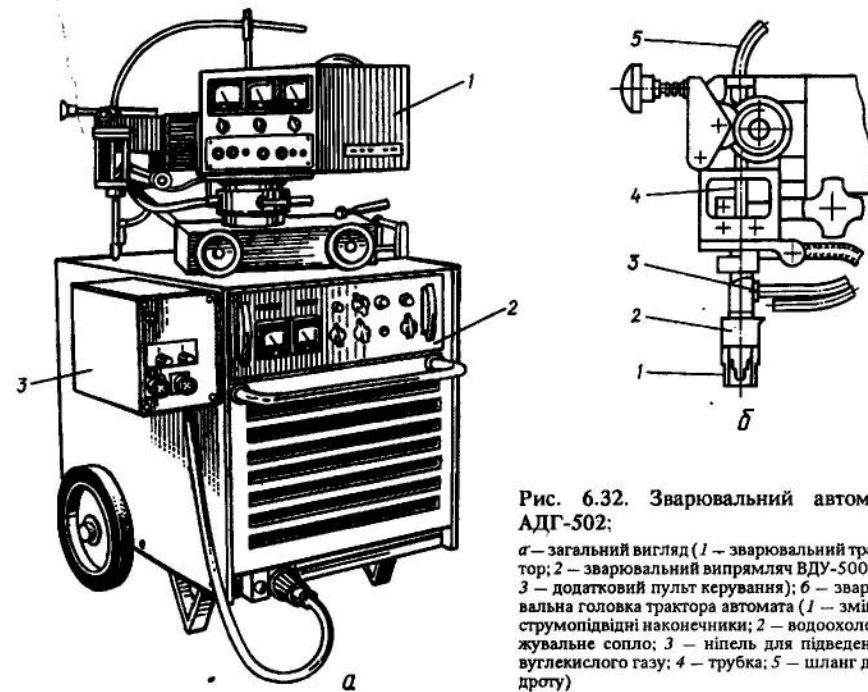


Рис. 6.32. Зварювальний автомат АДГ-502:

а — загальний вигляд (1 — зварювальний трактор; 2 — зварювальний випрямляч ВДУ-500-1; 3 — додатковий пульт керування); б — зварювальна головка трактора автомата (1 — змінні струмопідвідні наконечники; 2 — водоохолоджувальне сопло; 3 — ніпель для підведення вуглекислого газу; 4 — трубка; 5 — шланг для дроту)

Трактор ТС-42 (рис. 6.30) — універсальний, виконує зварювання позовжніх, стикових і колових швів з розчищенням та без розчищення кромки, а також кутових з'єднань у човник або в тавр під флюсом та в середовищі захисних газів. Мінімальний діаметр внутрішнього колового шва — 800 мм.

Трактор переносного типу, рухається по виробу або по напрямній лінійці. Він має один двигун постійного струму. Швидкість зварювання та швидкість подачі електродного дроту настроюються змінними шестірнями. Електрична схема трактора дає змогу також плавно змінювати з пульта керування частоту обертання вала електродвигуна, тобто плавно регулювати швидкість зварювання та швидкість подачі дроту, що розширює технологічні можливості апарата.

Автомат АД-202 (рис. 6.31) створено на базі уніфікованих вузлів типу Т270. До його складу входять: механізм подачі з притискними і правильним механізми, мундштук, слідкуючий датчик, супорти горизонтального та вертикального переміщення для коригування положення з моторним приводом постійного струму, а також бункер для флюсу з пневмоклапаном. Відсутність жорсткого зв'язку між елементами автомата забезпечує невелику масу головки і дає змогу розмішувати ці елементи на відстані від зони зварювання. Зручний

в експлуатації. Система керування автомата дозволяє здійснювати програмування збудження дуги та зварювання кратера, плавне регулювання швидкості подачі, підключення до системи керування інших верстатів і ліній, а також до зовнішнього програмуючого пристрою.

Автомати типу АД-202 використовуються для комплектації верстатів, колон і потокових ліній для зварювання кутових, таврових і стикових швів з розчищенням кромок.

Автомат АДГ-502 (рис. 6.32) працює за принципом залежності швидкості подачі електродного дроту від напруги на дузі. Електрична схема автомата дозволяє встановлювати необхідну витримку часу при продувці захисного газу, розтягці дуги для зварювання кратера та обдування шва газом після закінчення

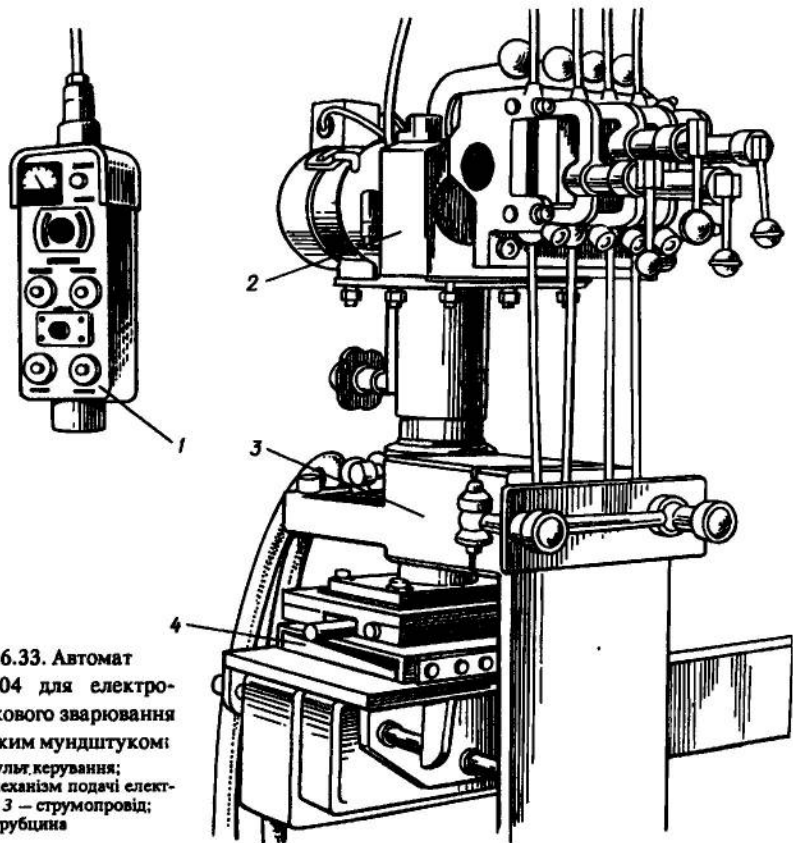


Рис. 6.33. Автомат А-1304 для електрошлакового зварювання плавким мундштуком:
1 — пульт керування;
2 — механізм подачі електродів;
3 — струмопровід;
4 — трубочина

зварювання. Керування трактором здійснюється з пультів керування (основного і додаткового). На основному пульті встановлені амперметр, вольтметр, показник швидкості зварювання, регулятори напруги дуги та подачі електродного дроту, а також кнопки керування. На додатковому пульті, укріпленому з лівого боку

джерела живлення, розташовані органи керування захисним газом. На відміну від тракторів для зварювання під шаром флюсу трактор АДГ-502 має іншу конструкцію струмопідводу, систему підведення охолоджуючої води та захисного газу.

Струмопідвід у зоні зварювання захищений водоохолоджуваним соплом, до якого надходить вуглекислий газ.

Автомат А-1304 (рис. 6.33) застосовується для електрошлакового зварювання плавким мундштуком виробів із сталі та алюмінію. Він складається з механізму подачі трьох-чотирьох електродних дротів, стояка, на якому кріпляться головка та пристрій для підвіски плавкого мундштука й підведення до нього зварювального струму. Стояк встановлено на системі супортів, що забезпечують правильне розміщення плавкого мундштука в зазорі між зварюваними кромками. До комплекту автомата, крім самого апарату із стояком, входять струмопідводи, пульт керування, шафа керування та джерело живлення.

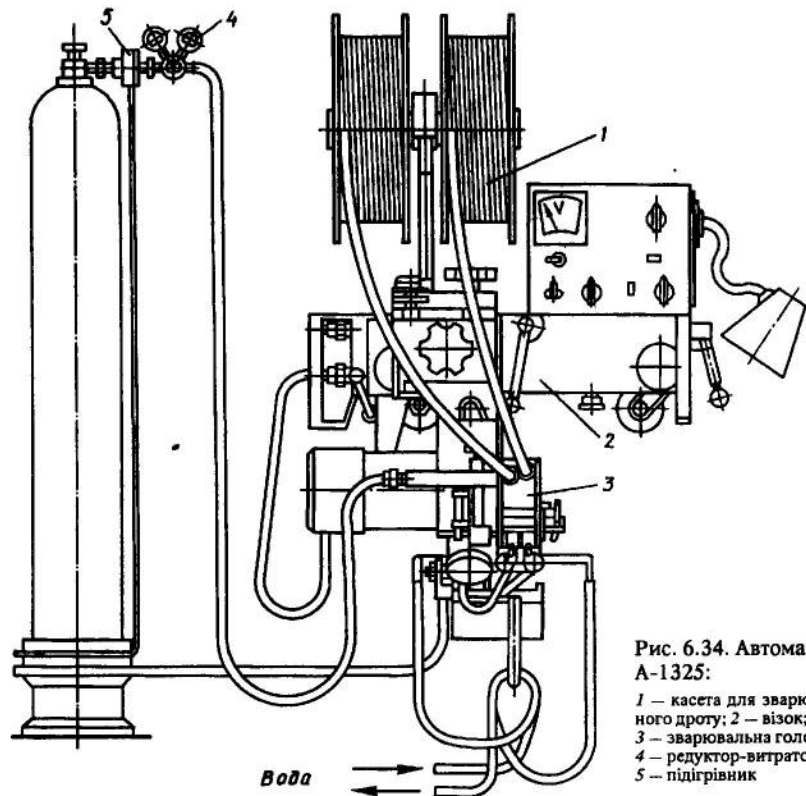


Рис. 6.34. Автомат А-1325:
1 — каса для зварювального дроту;
2 — візок;
3 — зварювальна головка;
4 — редуктор-виротомір;
5 — підігрівник

Автомат А-1325 (рис. 6.34) складається з візка та зварювальної головки. Він комплектується шафою керування, джерелом живлення, зварювальним дротом, гірляндами проводів керування, шлангами для подачі води та вуглекислого газу. Рейка, що виконана з труби та кутика, кріпиться безпосередньо на зварювано-

му виробі за допомогою скоб і клинів. Зварювальна головка обладнана механізмом подачі та здвоєним мундштуком. У нижній частині встановлений формуючий повзун. Для зручності монтажу апарата зварювальна головка та кронштейн з касетами для дроту виконано знімними. Швидкість зварювання та подачі дроту плавно регулюється з пульта керування.

6.5. НАЛАГОДЖУВАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ АВТОМАТІВ

До місця зварювання зварювальні автомати подаються вручну спеціальними механізмами з візуальним контролем або автоматичними пристроями, які мають шляхові вимикачі або датчики положення. При великих відстанях для переміщення використовують маршові швидкості автоматів.

У разі зварювання у захисних газах дротом діаметром 0,6—2,0 мм дугу збуджують при швидкості подачі дроту, яка відповідає вибраному режиму зварювання. Після ввімкнення кнопки “Пуск. Зварювання” або появи команди системи автоматичного керування циклом дії виконуються у такій послідовності: подається захисний газ з витримкою часу, достатньою для відтиснення повітря з зони початку зварювання, та зварювальна напруга на пальник, вмикається електродвигун подачі електродного дроту.

При використанні дроту діаметром 1,6—2,5 мм дугу збуджують на невеликій швидкості подачі. Після появи команди в схемі керування про початок зварювання виконуються послідовно такі дії: подається газ, відпрацьовується витримка часу для створення надійного захисту місця зварювання від повітря, подається напруга на пальник, вмикається електродвигун подачі дроту на частоті обертання, у два-три рази меншій, ніж установлена для вибраного режиму, після спрацювання струмового реле електродвигун подачі дроту перемикається на частоту обертання, відповідну швидкості подачі при зварюванні.

У разі зварювання під флюсом дугу збуджують з попереднім закорочуванням електрода на виріб при ручному керуванні приводом подачі електродного дроту. Флюс до зони зварювання подають після закорочування. При зварюванні тонким дротом послідовно виконують подачу зварювальної напруги на мундштук, ввімкнення електродвигуна подачі дроту на заданій або зниженій частоті обертання, перемикають електродвигуна подачі на задану частоту обертання (тільки у випадку збудження на зниженій швидкості подачі). При зварюванні товстим дротом після подачі напруги на мундштук електродвигун подачі або вмикається в зворотний бік, відриваючи дріт від виробу, або не вмикається доти, доки не розплавиться кінець електродного дроту або легкоплавкої вставки в зоні контакту з виробом (стальної стружки), після чого виникає зварювальна дуга; електродвигун подачі вмикається за сигналом струмового реле.

Зварювання шва на постійному режимі можливе з незалежною або із залежною від напруги на дузі швидкістю подачі електродного дроту. У сучасних зварювальних автоматах частіше використовують незалежну швидкість подачі. Параметри режиму зварювання встановлюють і контролюють приладами на пульті керування. Витрату газу регулюють настроюванням газового редуктора, закріпленого на балоні з газом або на відповідній трубі, підключеній до цехової мережі газопостачання.

Зварювання кратера виконується після надходження відповідної команди від оператора, шляхового вимикача або програмного пристрою. При цьому послідовно виконуються такі дії: зниження швидкості зварювання за заданою

програмою, зупинення або реверс зварювального руху; зниження швидкості подачі електрода за заданою програмою або її припинення; зміна напруги на дузі за заданою програмою (у випадках, коли передбачено програмне зниження швидкості подачі електрода). Внаслідок цих дій кратер заповнюється наплавленим металом.

Після зварювання кратера за командою оператора, шляхового вимикача або програмного пристрою зварювання закінчується. У разі зварювання кратера при зупиненні подачі електродного дроту та його розплавлення до природного обриву дуги сигналом на закінчення зварювання є зупинення зварювального струму. Після команди про закінчення зварювання послідовно виконуються такі дії: відключаються джерело зварювального струму та механізми подачі дроту, припиняється зварювальний рух і подача газу. Подача газу відключається з витримкою часу, що запобігає контакту частини шва з повітрям на час, потрібний для природного охолодження розплавленого металу шва. Після цього дозволяється поворот зварювального інструменту у вихідні положення або переміщення його до початку наступного шва. Подача флюсу звичайно припиняється за 100—200 мм до кінцевої точки шва.

Несправності зварювальних автоматів і способи їх усунення наведено в табл. 6.22. У промислових цехах, які спеціалізуються на випуску металевих виробів і конструкцій (труб, резервуарів, балок, колон, суднових і вагонних корпусів, станин пресів тощо) зварювальні автомати найчастіше використовуються у складі спеціальних верстатів, установок, ліній та станів. Разом з автоматами за цих умов експлуатуються пристрої як для кріплення, встановлення й транспортування зварювального устаткування, заготовок і виробів, так і для переміщення оператора-зварника.

6.22. Несправності зварювальних автоматів і способи їх усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
При натисканні на кнопку “Пуск” не збуджується дуга	Нема подачі електрода Нема короткого замикання між електродом і виробом	Перевірити коло живлення та усунути несправність Зачистити виріб і кінець електродного дроту, надійно замкнути накоротко електрод на виріб
При натисканні на кнопку “Пуск” не спрацьовує контакт	Обрив кола керування Несправний допоміжний трансформатор Не ввімкнено тумблер “В”	Перевірити коток контактора. Усунути несправність контактів кнопки “Пуск” і реле Відремонтувати допоміжний трансформатор Ввімкнути тумблер “В”
При зварюванні спостерігається нерівномірна подача електродного дроту	Недостатній затиск електродного дроту притискним роликком Зношеність ведучого ролика Задання електродного дроту в наконечнику зварювальної головки	Відрегулювати тиск притискного ролика, змінивши зусилля пружини у зварювальній головці Замінити ролик Прочистити наконечник, а у разі його підгоряння чи надмірного зносу замінити на новий

Несправність	Причина	Спосіб усунення
При натисканні на кнопку "Вверх" або "Вниз" двигун подачі електрода не працює У процесі зварювання довільно змінюються положення головки й мундштука у поперечному напрямку У процесі зварювання спостерігаються часті обриви дуги за відсутності механічних неполадок У процесі зварювання спостерігається безперервне "примержання" електрода У процесі зварювання спостерігаються перерви у русі автомата	Обрив або відсутність контакту у колі живлення двигуна подачі дроту або реле P1, P2 Люфти у коректорі Люфти у копірному пристрої	Перевірити коло живлення та усунути несправність Ліквідувати люфти в коректорі Замінити спрацьовані деталі
	Різке підвищення напруги мережі, велика сила зварювального струму	Зменшити силу зварювального струму та напругу дуги
	Різкий спад напруги мережі	Збільшити напругу дуги
	Пробуксовує фрикціон ходового механізму	Сильніше затиснути фрикціон
	Буксують колеса апарата	Відчепити проводи та підтягти їх рукою до зварювального апарата
Подавальні ролики швидко спрацьовуються Сопло зварювальної головки знаходиться під напругою Корпус тримача знаходиться під напругою	Надмірний тиск притискних роликів Попадання бризок металу між соплом і наконечником Мундштук замкнено на корпус тримача. Пробій ізоляції прокладок у місці з'єднання тримача зі шлангом	Ослабити натиск пружини у зварювальній головці Очистити сопло від бризок металу, замінити сопло Відновити ізоляцію
Пористість металу шва	Підвищена напруга дуги Підвищена вологість газу або флюсу Недостатній газовий захист Невідповідність марки дроту	Зменшити напругу дуги Установити осушник газу, прожарити флюс при температурі 200—250° С Перевірити систему газового захисту Перевірити хімічний склад дроту

Робочі переміщення зварювальних автоматів виконуються за допомогою поворотних колон, балок, візків, пересувних напрямних, маніпуляторів і т. ін.

Крім того, до складу установок належать різні ущільнювачі стиків для утримання розплавленого металу та шлаку, для формування й захисту зворотного боку шва (флюсові подушки та металеві підкладки). Для автоматизації подачі й видалення зварювального флюсу застосовуються стаціонарні та пересувні флюсоподавальні й флюсовідсмоктувальні пристрої. Переміщення робітників, обслуговуючих основне та допоміжне устаткування, виконується часто за допомогою пересувних площадок.

Крім індивідуального інструменту робітник-зварник на дільниці автоматизованого зварювання та наплавлення повинен мати механізовано-ручні або пневматичні зачищувальні, рубальні чи фрезерні пристрої для зачищення швів від шлаку та окалини, видалення напливів і зняття підсилення, а також високошвидкісні ударні пневматичні пристрої для проковування швів.

Заготовки та готові вироби до місця складання і зварювання транспортують електричними консольними та мостовими кранами, акумуляторними електровізками й електронавантажувачами.

За монтажних умов переважно використовуються автомати та установки для зварювання під шаром флюсу і електрошлакового зварювання, а також для зварювання з примусовим формуванням шва суцільним і порошковим дротом у середовищі захисних газів.

6.6. УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ НЕПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ

Зварювання неплавким електродом в інертних газах застосовується при виготовленні конструкцій з хімічно активних металів і сплавів (титану, алюмінію, магнію, нержавіючих сталей), які сильно окислюються при нагріванні за присутності кисню.

Устаткування для зварювання неплавким електродом в інертних газах класифікують за родом зварювального струму (постійний та змінний); способом використання (ручне, автоматичне) та складом (комплектуючі вузли).

До складу устаткування для ручного зварювання входять спеціальна установка та зварювальний пальник. До складу устаткування для автоматичного зварювання — зварювальна установка, зварювальна головка, пристрій для її переміщення та апаратура керування механізмами автомата. Зварювальні установки складаються з джерела зварювального струму та допоміжної апаратури забезпечення сталості горіння дуги, керування циклом зварювання та газового захисту.

Для зварювання неплавким електродом застосовують джерела зварювального струму з крутоспадаючою зовнішньою характеристикою. Така характеристика забезпечує стабільність зварювального струму при коливаннях довжини дуги та сталість процесу зварювання. Звичайно для зварювання неплавким електродом використовують джерела з підвищеною напругою неробочого ходу. У більшості випадків при аргонодуговому зварюванні користуються джерелом постійного струму. При використанні постійного струму та прямої полярності сприятливішим є розподіл теплоти дуги, більша частина якої йде у зварювальну ванну. Це дає змогу збільшити строк дії вольфрамового електрода, підвищує сталість та знижує напругу горіння зварювальної дуги.

При зварюванні алюмінію та його сплавів використовують джерела змінного струму. Коли полярність пряма, відбувається плавлення основного металу, а коли полярність зворотна — катодне розпилювання міцної та тугоплавкої окисної плівки на поверхні алюмінію, перешкоджаючої зварюванню.

Через те, що глибина проплавлення при зварюванні неплавким електродом дуже чутлива до коливань сили струму, до джерел ставляться підвищені вимоги щодо стабільності зварювального струму при різних зовнішніх впливах.

Джерела живлення дуги при зварюванні неплавким електродом повинні мати широкий діапазон регулювання струму. Це викликано необхідністю зниження струму наприкінці зварювання в кілька разів порівняно з робочим, щоб уникнути утворення кратера. Пристрій для зварювання кратера входить до складу всіх джерел живлення дуги при зварюванні неплавким електродом.

Джерела живлення деяких установок забезпечують також плавне зростання струму на початку процесу зварювання, що дозволяє уникнути руйнування воль-

фрамового електрода. При імпульсно-дуговому зварюванні джерело має забезпечувати потрібні режими пульсації струму.

Як джерела постійного струму, крім спеціальних джерел, використовують тиристорні зварювальні випрямлячі ВДУ-305, ВДУ-504, ВДУ-505, ВДУ-601 при роботі на крутоспадаючих зовнішніх характеристиках.

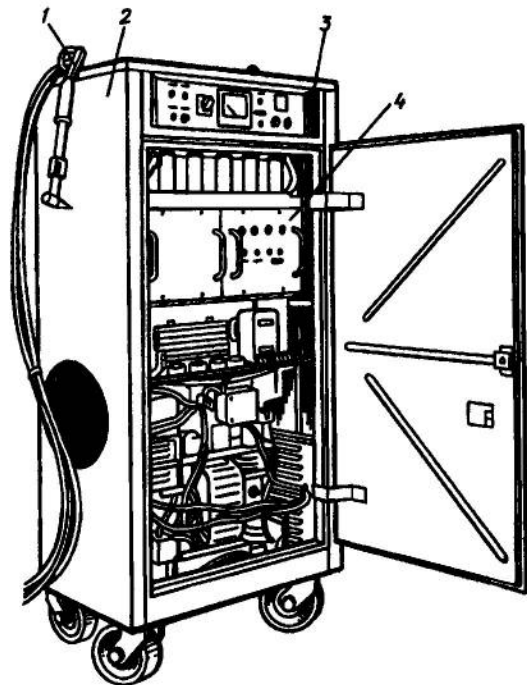


Рис. 6.35. Зварювальна установка УДГ-301:

1 — пальник; 2 — шафа керування; 3 — панель керування; 4 — блок налаштування

пульсуючою дугою, обладнана пристроєм для плавного зростання струму при запалюванні дуги та плавного зниження струму наприкінці зварювання.

Для зварювання на змінному струмі застосовують установки УДГ-301 (рис. 6.35) та УДГ-501-1. Установки містять зварювальний трансформатор з підмагнічуванням шунтом, збудник-стабілізатор дуги, діодно-транзисторний пристрій для подавлення постійної складової струму, пристрій заварювання кратера, апаратуру керування циклом зварювання, газову апаратуру та пальники типу ГР. На базі установки УДГ-301 випускають *універсальну установку УДГУ-301* для зварювання на змінному та постійному струмі (табл. 6.23).

Наприклад, в установці для плазмового та аргонодугового зварювання на постійному струмі УПС-301 за джерело зварювального струму служить тиристорний випрямляч ВДУ-305. Як джерела можуть застосовуватися багатопостові випрямлячі разом з регуляторами струму.

Для плазмового та аргонодугового зварювання на постійному струмі призначена установка УПС-301. До неї входять зварювальний випрямляч ВДУ-305, пальники для плазмового та аргонодугового зварювання, блок запалювання, який складається із збудника дуги УПД-1 або ВИС-501, газової апаратури (клапан, ротаметри), дистанційний регулятор зварювального струму. Установка забезпечує зварювання пульсуючою дугою та точкове зварювання.

Для зварювання від багатопостових випрямлячів застосовується установка УДГ-201. Це переносний транзисторний регулятор струму, укомплектований газовою апаратурою та пальником з повітряним охолодженням. Установка УДГ-201 має вертикальну зовнішню характеристику, забезпечує запалювання дуги коротким замиканням при малому струмі зварювання

6.23. Технічна характеристика установок для зварювання у захисних газах неплавким електродом

Параметри	УДГ-301-1	УДГ-501-1	УДГУ-301	УПС-301	УДГ-201
Рід зварювального струму	Змінний	Змінний	Постійний і змінний	Постійний і змінний	Постійний
Номинальний зварювальний струм, А	315	500	315	315	200
Напруга неробочого ходу, В	72	72	65/72*	68	60
Робоча напруга, В	16	16	12/16*	40	12
Діапазон регулювання зварювального струму, А	15—25 20—100 90—315	40—150 120—500	15—25 20—100 90—315	4—20 25—315	7—200
Розміри, мм:					
довжина	700	900	900	900	300
ширина	1100	1100	1100	110	500
висота	900	900	900	900	400
Маса, кг	380	460	420	340	30

* У чисельнику наведено постійну напругу, у знаменнику — змінну.

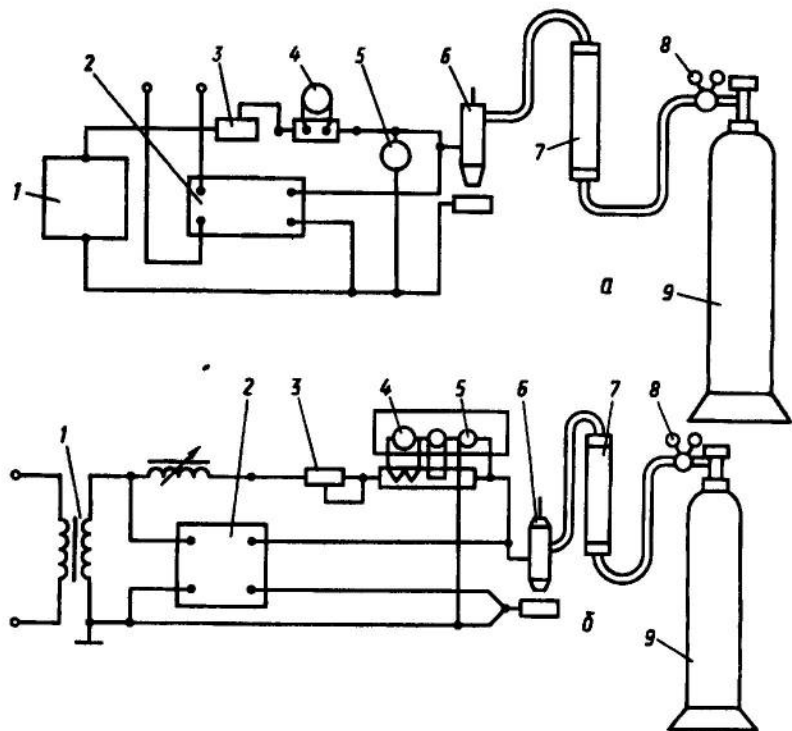


Рис. 6.36. Найпростіші стаціонарні пости для аргонодугового зварювання вольфрамовим електродом постійним (а) та змінним струмом (б):

1 — джерело живлення; 2 — осцилятор; 3 — баластний реостат; 4 — амперметр; 5 — вольтметр; 6 — зварювальний пальник; 7 — ротаметр; 8 — редуктор-виратомір; 9 — балон з газом

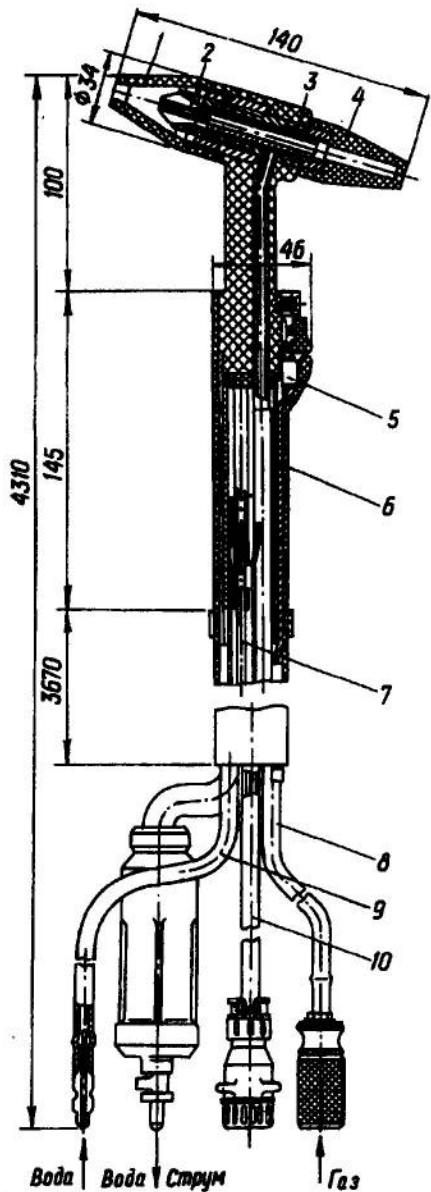


Рис. 6.37. Пальники для ручного зварювання типу ГР:

1 — сопло; 2 — змінна цапга; 3 — корпус; 4 — ковпачок; 5 — вимикач; 6 — рукоятка; 7 — струмопідвід; 8, 9 — трубки підведення газу та води; 10 — проводи керування

На рис. 6.36 наведено схеми постів ручного зварювання неплавким електродом, укомплектовані обладнанням загального призначення з джерелами постійного та змінного струму.

У ряді випадків при зварюванні імпульсно-дуговим способом конструкцій, до надійності яких висуваються високі вимоги, застосовують спеціалізовані випрямлячі, а як джерела змінного струму — трансформатори з підмагнічуванням та електронним регулюванням. Трансформатори повинні мати напругу неробочого ходу 70—80 В, а при зварюванні у гелію — 120 В. Щоб уникнути ураження зварника електричним струмом, в усіх установках передбачено вимикання напруги неробочого ходу через 1—2 с після зупинення зварювання. Для подавлення постійної складової в установках для зварювання на змінному струмі застосовуються спеціальні пристрої (конденсатори, діодно-тиристорні пристрої).

Пальники для ручного зварювання на струмі до 500 А випускають з водяним охолодженням (рис. 6.37). Пальники з природним повітряним охолодженням застосовують при монтажному зварюванні на струмах до 150 А (табл. 6.24).

Для закріплення вольфрамового електрода та струмопідвода застосовують цапгові затискачі, для формування струменя захисного газу — сопла, які мають конічну камеру на вході та циліндричний канал на виході.

Сопла малого та середнього пальника ГР-4 і ГР-6 виконані з кераміки, пальник ГР-10 має мідне сопло, охолоджуване водою.

Якісне зварювання виробів складної конфігурації зі швами у різних площинах звичайними пальниками утруднене, а інколи й зовсім неможливе. Тому для зварювання хімічно активних металів використовують герметичні

6.24. Технічна характеристика пальників для ручного зварювання вольфрамовим електродом

Пальник	Номинальний зварювальний струм, А	Діаметр вольфрамового електрода, мм	Вид охолодження
ЭЗР-5	75	0,5; 1,0; 1,5	Повітряне
ЭЗР-3-66	150	1,5; 2,0; 3,0	
ЭЗР-4	500	4,0; 6,0	
ГР-4	200	0,8; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 3,0; 4,0	Водяне
ГР-6	400	3,0; 4,0; 5,0; 6,0	
ГР-10	500	5,0; 6,0; 8,0; 10,0	
ГСН-1	450	3,0; 4,0; 5,0	
ГСН-2	150	2,0; 2,5; 3,0	
ГСН-3	70	2,0; 3,0	

камери з контрольованою атмосферою інертного газу. Зварювання в камері виконують вручну або автоматами.

При ручному зварюванні оператор знаходиться поза камерою, просунувши руки у рукава з рукавичками з вакуумно-щільної гуми. Корпус камери буває металевим або прозорим.

Великогабаритні деталі з титану та його сплавів іноді зварюють в придатних для перебування камерах з інертною атмосферою об'ємом до 500 м³. У цьому разі зварник-оператор знаходиться всередині камери у спеціальному скафандрі. Такі камери мають системи очищення інертного газу та забезпечення людини повітрям. Після розміщення деталей у камері вакуум у ній доводять до 10⁻³—10⁻⁴ мм рт. ст. Потім камеру заповнюють інертним газом з невеликим надлишковим тиском — 9,8 кПа.

Якщо інертний газ не відповідає вимогам до вмісту в ньому вологи та кисню, його очищають і осушують. Для очищення газу використовують печі, які заповнюються мідною стружкою та обрізками мідного дроту. З успіхом застосовують очисники з титановою губкою. За вбирачі вологи правлять їдке калі, фосфорний ангідрид, силікагель, активований окис алюмінію тощо.

Зворотний бік швів при аргонодуговому зварюванні зачищають за допомогою спеціальних підкладок з отворами для розтрубів, які продуваються інертним газом (рис. 6.38).

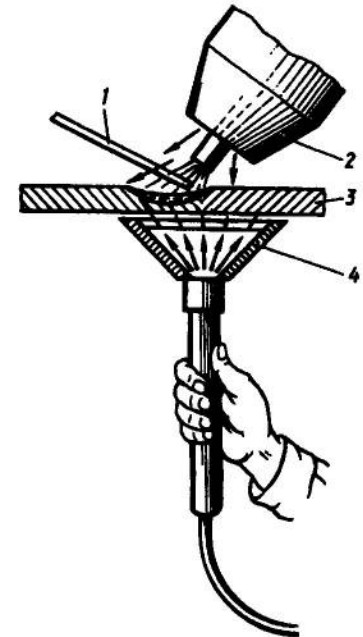


Рис. 6.38. Захист зворотного боку (кореня) шва:

1 — присаджувальний метал; 2 — пальник; 3 — зварний виріб; 4 — розтруб

6.7. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЗАПАЛЮВАННЯ ДУГИ

Осцилятори. При зварюванні неплавким електродом в інертних захисних газах первісне збудження дуги здійснюється безконтактним способом. Напруги неробочого ходу джерела живлення (60—80 В) недостатньо, щоб викликати електричний розряд або іскру в проміжку між виробом і електродом. Для збуд-

ження дуги потрібний короткочасний імпульс високої напруги, який би забезпечив пробій та послідовний розвиток іскрового розряду аж до дугового. Такий імпульс може бути забезпечений збудником дуги — осцилятором з безперервним або імпульсним живленням. Позитивною якістю осциляторів є простота схеми.

Осцилятор є генератором затухаючих за амплітудою знакозмінних імпульсів високої напруги (3—5 кВ) та високої частоти (100—3000 кГц). З подачею імпульсів на проміжок між виробом та електродом відбуваються пробій проміжку іскрою та поява вільних електронів. Короткочасний іскровий розряд розвивається в дуговий, створюючи умови для горіння зварювальної дуги. Осцилятор безперервної дії паралельного вмикнення ОСПЗ-2М (рис. 6.39) живиться від мережі змінного струму через запобіжник *F1* і перешкодозахисний фільтр ПЗФ. Трансформатор *TV1* промислової частоти служить джерелом підвищеної напруги.

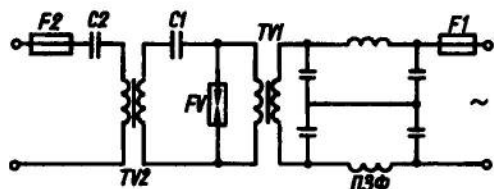


Рис. 6.39. Принципова електрична схема осцилятора ОСПЗ-2М

C1 заряджається від трансформатора *TV1* до напруги пробією розрядника *FV*. При пробію розрядника конденсатор розряджається на первинну обмотку трансформатора *TV2* з частотою, яка визначається параметрами коливального контура. Трансформатор *TV2* через вторинну обмотку передає високочастотні імпульси високої напруги на дуговий проміжок.

У збуднику з імпульсним живленням, наприклад ВІР-101, попередньо накопичена енергія виділяється за короткий час на будь-якому з елементів високочастотного контура. За накопичувач може правити конденсатор або дросель.

Збудники дуги можуть бути паралельного і послідовного з'єднання (осцилятор типу ОСПЗ-300-М та збудник дуги УПД-1), для живлення дуги змінного та постійного струму (табл. 6.25).

6.25. Технічні характеристики збудників дуги

Параметр	ОСПЗ-300М	УПД-1	ВІС-501	ВІР-101	ОСПЗ-2М
Напруга живлення, В	200	200	60—90	180—300	220
Рід струму живлення	Змінний	Змінний	Постійний		Змінний
Номинальний струм дуги, А	315	80; 200; 315	500	80	315

Через свої недоліки збудники дуги використовуються лише для первинного запалювання дуги.

Стабілізатори горіння дуги застосовують для повторного збудження дуги змінного струму. Стабілізатор має генерувати імпульси достатньої енергії та тривалості, щоб забезпечити надійне повторне збудження дуги, зокрема із зміною полярності з прямої на зворотну. Амплітуда імпульсу напруги стабілізатора досягає 400—600 В.

Робота стабілізатора заснована на накопичуванні енергії у будь-якому накопичувачі (індуктивному чи ємнісному) та подачі її на дугу у вигляді імпульсу підвищеної напруги певної тривалості та міцності за командою керуючого пристрою.

У деяких установках (УДГ-301, УДГ-501) для збудження та стабілізації дуги змінного струму застосовують комбіновані збудники-стабілізатори дуги. При первинному запалюванні дуги збудник-стабілізатор подає на дуговий проміжок високочастотні імпульси високої напруги (при горінні дуги він працює як стабілізатор). Для стабілізації дуги можуть використовуватися збудники-стабілізатори, керовані напругою дуги. До таких належить збудник-стабілізатор дуги ВСД-01.

6.8. АВТОМАТИ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ НЕПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ

Промисловість випускає універсальні та спеціалізовані автомати для зварювання неплавким електродом.

Універсальними автоматами тракторного типу є автомати АДСВ-6 і АДГ-506 (табл. 6.26).

6.26 Технічні характеристики автоматів для зварювання неплавким електродом

Параметр	АДГ-506	АДСВ-6
Рід зварювального струму	Постійний	Постійний, змінний
Номинальний зварювальний струм, А	500	315
Діапазон регулювання зварювального струму, А	60—500	—
Тривалість імпульсу, с	0,01—10	—
Тривалість паузи, с	0,01—10	—
Напруга дуги, В	7—15,9	10—20
Швидкість зварювання, м/год	8—50	5—80
Швидкість подачі присаджувального дроту, м/год	10—100	8—120
Діаметр присаджувального дроту, мм	1,0—2,0	0,8—2,0
Діаметр вольфрамового електрода, мм	2—6	1—5
Витрата охолоджуючої рідини, л/хв	2—4	2
Витрата аргону, л/хв	4—30	4—15
Маса трактора (без проводів і касети з присаджувальною головкою), кг	30	27
Розміри, мм:		
довжина	600	450
ширина	490	470
висота	400	400

Автомат АДСВ-6 призначений для зварювання неплавким електродом в аргоні поздовжніх швів виробів, комплектується уніфікованою головкою АСГВ-4.

Автомат АДГ-506 призначений для зварювання прямолінійних швів у всіх просторових положеннях, комплектується випрямлячем ВДУ-506 і збудником дуги ВІС-01. Трактор переміщується по спеціальній напрямній стрічці, яка входить до складу автомата.

Для зварювання труб випускаються спеціалізовані автомати типу АСТ (АСТ-І та АСТ-ІІ) і ОДА (ОДА-1С, ОДА-2С, ОДА-3С) та ін.

Автомати типу АСТ (табл. 6.27) призначені для зварювання неповоротних стиків труб у монтажних (тип АСТ-ІІ) та цехових (тип АСТ-І) умовах. Залежно від матеріалу труби вони комплектуються джерелами постійного (для сталі АСТ-ІС, для титану — АСТ-ІІ) або змінного (для алюмінієвих сплавів — АСТ-ІА) струму.

6.27. Технічні характеристики переносних автоматів для аргодугового зварювання неплавким електродом неповоротних стиків труб у монтажних умовах

Автомат	Максимальний зварювальний струм, А	Діаметр		Установочна довжина, мм	Розміри (довжина × ширина × висота), мм	Маса (без шлангів), кг
		зварювальних труб, мм	обертючих частин, мм			
АСТ-І-25-А	250	8—25	55	65	200×80×185	2
АСТ-І-60-А		40—60	90	65	218×80×228	3,5
АСТ-І-110-А		85—110	120	65	242×85×296	4,6
АСТ-І-220-А		150—200	170	65	310×85×420	6,1
АСТ-І-40-С		25—40	80	65	206×80×207	3,1
АСТ-І-85-С		60—85	105	65	230×85×264	4,2
АСТ-І-150-С	110—150	140	65	257×85×345	5,4	
АСТ-І-25-Т	300	8—25	55	65	200×80×185	2,3
АСТ-І-60-Т		40—60	90	65	218×85×228	3,5
АСТ-І-110-Т		85—110	120	65	242×85×296	4,6
АСТ-І-220-Т		150—220	170	65	310×85×420	6,1
АСТ-ІІ-40-А		25—40	80	65	136×115×305	6,1
АСТ-ІІ-85-А		60—85	105	65	170×115×346	6,8
АСТ-ІІ-150-А	110—150	140	65	246×115×412	9,0	
АСТ-ІІ-25-С	200	8—25	55	65	110×115×305	5,3
АСТ-ІІ-60-С		40—60	90	65	155×115×320	6,6
АСТ-ІІ-110-С		85—110	120	65	210×115×388	8,6
АСТ-ІІ-220-С		150—220	170	75	335×115×490	9,2
АСТ-ІІ-40-Т		25—40	80	75	136×115×305	6,1
АСТ-ІІ-85-Т		60—85	105	75	170×115×346	6,8
АСТ-ІІ-150-Т	110—150	140	75	246×115×412	9,0	
ОДА-1С	100	8—26	40	63	138×194×60	4,1
ОДА-2С	160	20—42	55	90	180×250×80	5,7
ОДА-3С	200	42—76	90	100	190×355×90	11,8
ГТМ-1-25	250	10—25	45	40	265×90×90	3,4
ГТМ-1-65		25—65	45	40	302×90×124	4,1
ГТМ-2-20		6—20	50	40	265×101×90	3,4
ГТМ-2-35		20—35	50	40	285×102×107	3,7
ГТМ-2-50		35—50	50	40	295×102×120	4,0

Автомати типу ОДА (табл. 6.27, рис. 6.40) призначені для зварювання без присадки неповоротних стиків труб малих діаметрів.

Переносні головки автоматів мають невелику масу (до 12 кг), малу установочну довжину (до 100 м) і малий радіус частин, що обертаються (до 90 мм), що дозволяє широко використовувати їх в умовах монтажу.

Автомати типу ГТМ (табл. 6.27) призначені для зварювання без присадки корозієстійких і жароміцних сталей дугою, що обертається в магнітному полі.

Для монтажного зварювання трубопроводів атомних електростанцій розроблено малогабаритні автомати.

Автомат АДГ-201 призначений для зварювання труб діаметром 57—160 мм. До його складу входять джерело живлення — установка УДГ-201, апаратура

керування та чотири змінні зварювальні головки, які встановлюються на трубах діаметром 76—160 мм.

Автомат АДГ-301 — тракторного типу. Трактор переміщується по напрямному зубчастому колесу, встановленому на трубі. Автомат оснащено кільцями п'яти типорозмірів, що дає змогу зварювати труби діаметром 219—1020 мм.

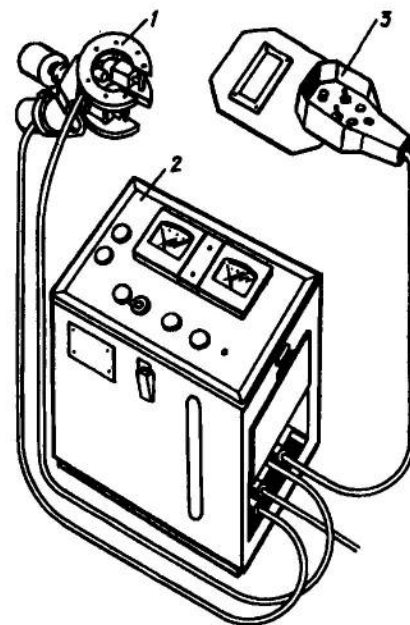


Рис. 6.40. Автомат типу ОДА-1СІ:

1 — зварювальна головка; 2 — шафа з електрообладнанням; 3 — пульт керування

Автомати для зварювання неплавким електродом комплектуються спеціальними пальниками (рис. 6.41).

Пальники для автоматичного зварювання призначені для довготривалої роботи і мають механізм для осевого переміщення вольфрамового електрода, захисні камери та сітчасті фільтри для створення ламінарного потоку захисного газового струменя. Пальники для автоматичного зварювання (табл. 6.28) входять до складу установки і окремо не випускаються.

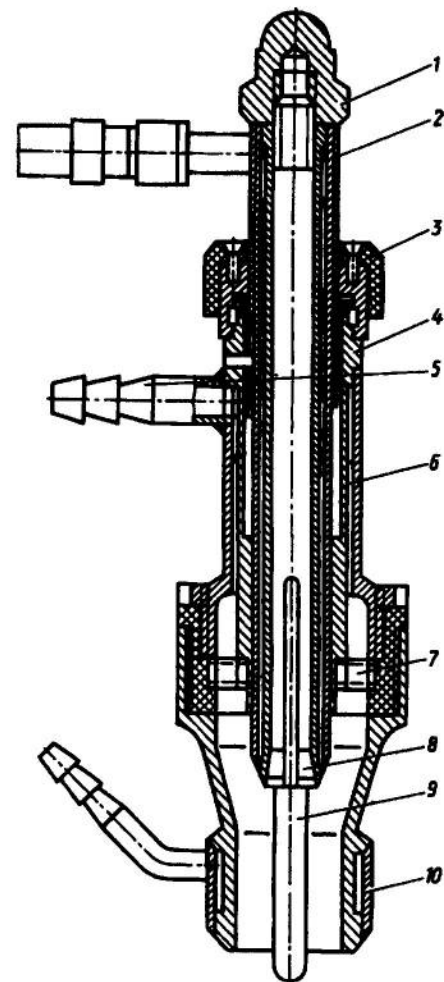


Рис. 6.41. Схема пальника для механізованого зварювання вольфрамовим електродом:

1 — ковпачкова гайка; 2 — обойма; 3 — маховичок; 4 — корпус пальника; 5 — штуцер; 6 — зазор; 7 — сітка; 8 — цанга; 9 — електрод; 10 — сопло

Зварювання деталей з хімічно активних металів (титану та його сплавів) потребує захисту не тільки зварювальної ванни, але й остигаючих ділянок шва. З цієї метою використовують пальники з соплом та спеціальною подовженою насадкою (рис. 6.42). Ширину й довжину насадок вибирають такими, щоб забезпечити захист усіх ділянок зварного з'єднання аж до температур, за яких не відбувається взаємодія твердого гарячого металу з газами атмосфери (400—450 °С).

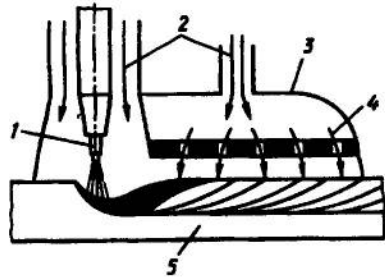


Рис. 6.42. Пальник з подовженою насадкою для механізованого зварювання:

1 — вольфрамовий електрод; 2 — захисний інертний газ; 3 — насадка; 4 — витікання газу для захисту шва, що охолоджується; 5 — зварювальний виріб

6.28. Технічні характеристики пальників для автоматичного дугового зварювання неплавким електродом у середовищі захисних газів

Пальник	Номінальний зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Вид охолодження	Розміри, мм		Маса, кг
				Висота	Діаметр	
1ГНА-040	40	0,8—2,0	Повітряне	100	6; 8	0,115
1ГНА-160-100	160	1,5-4,0	"	100	9; 12	0,156
1ГНА-160-140	160	1,5-4,0	"	140	9; 12	0,236
1ГНА-160-180	160	1,5-4,0	"	180	9; 12	0,317
2ГНА-160-140	160	1,5-4,0	"	140	9; 12	0,210
2ГНА-160-180	160	1,5-4,0	"	180	9; 12	0,236
1ГНА-315-140	315	2,0—6,0	Водяне	140	12; 16	0,583
1ГНА-315-180	315	2,0—6,0	"	180	12; 16	0,788
1ГНА-315-220	315	2,0—6,0	"	220	12; 16	0,998
2ГНА-315-140	315	2,0—6,0	"	140	12; 16	0,398
2ГНА-315-180	315	2,0—6,0	"	180	12; 16	0,470
2ГНА-315-220	315	2,0—6,0	"	220	12; 16	0,540
1ГНА-630-1	630	4,0—10,0	Корпуса — водяне, сопла — повітряне	220	16; 20	0,978
1ГНА-630-П	630	4,0—10,0	Водяне	220	16; 20	1,2
1ГНА-1000-220	1000	6,0—12,0	"	220	20; 28	1,6
1ГНА-1000-280	1000	6,0—12,0	"	280	20; 28	2,0

6.9. НАЛАГОДЖУВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ НЕПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ

В установках і апаратах для дугового зварювання неплавким вольфрамовим електродом налагоджуванню належать зварювальний інструмент, системи керування, газова апаратура, а також різні механізми й пристрої (подачі дроту, переміщення вздовж лінії зварювання, настроювання, для допоміжних коригувальних переміщень, розміщення електродів та присаджувального дроту та ін.). Особливості налагоджування устаткування регламентуються технічною документацією.

У процесі експлуатації обладнання в першу чергу слід стежити за цілісністю зварювальних пальників, станом водяного та газового трактів.

Щільність водоохолоджуваного тракту, проходження води та зовнішні дефекти пальників виявляють візуально. У пальниках з водострумопідводом періодично (не рідше рази на тиждень, а після 400 год експлуатації — щоденно) перевіряють надійність електричних контактів, використовуючи низьковольтні пробки або омметр. Для більшої надійності під час вимірювань змінюють положення пальника або роблять це при пробних запалюваннях дуги та наплавленні з різними кутами повороту пальників

Контрольними запалюваннями дуги на одну-дві хвилини і наступним оглядом електрода перевіряють надійність подачі газу в зону зварювання. Якщо поверхня електрода покрита окисами синього кольору, то це свідчить або про підсмоктування повітря у газовий тракт, або про недостатність часу подачі газу після зникнення дуги.

Якщо у зварювальному апараті є пристрій для збудження дуги, то періодично контролюють і очищають електроди розрядних проміжків. Перевіряють також стан контактів у розніжних з'єднаннях та електромеханічних реле.

В установках на змінному зварювальному струмі та з змісним подаванням постійної складової струму дуги перевіряють реле, шунтуюче конденсаторну батарею під час збудження дуги. Окислення або забруднення контактів цього реле порушує запалювання, а їхнє замикання — горіння дуги. Таке саме відбувається при окисненні або замиканні контактів реле дуги. Постійній профілактиці піддаються усі механізми та пристрої автоматів. Треба стежити за наявністю мастила в їхніх вузлах та періодичністю його заміни.

Щоденно слід контролювати стан механізму поперечного коливання пальників, систем слідування за стиком і стабілізаторів дуги, перевіряючи легкість їхньої ходи та відсутність люфтів.

У пристроях подачі присадки необхідно запобігати проковзуванню дроту в подавальних роликах і звертати увагу на надійність кріплення мундштука для введення присадки у зварювальну ванну.

Несправності устаткування для зварювання неплавким електродом, виявлені під час налагоджування (заїдання в механізмах подачі переміщення пальника або дроту, несвоєчасне вмикання або неспрацювання газових клапанів тощо), усуваються швидко, вони достатньо відображені в технічній документації з обслуговування. Важче діагностувати такі несправності, які виявляються лише під час зварювання: нестабільне горіння дуги, нестабільні провар та швидкість подачі, неправильний ввід присадки в рідку ванну, погане збудження дуги, неправильне фазування підпалюючого імпульсу, перебої в роботі пристрою для усунення постійної складової дуги і т. ін.

Перед зварюванням робочий кінець електрода заточують під кутом 60° на довжині двох-трьох діаметрів. Дуже гостро електрод заточувати недоцільно, тому що його кінець швидко збіднюється легко іонізованими домішками, а катодна пляма переходить на його бічну поверхню.

Ненадійність газового захисту, що спричинює окислення електрода або забруднення електрода металом зварюваного вибору, також може бути причиною нестабільності провару. Ознакою окислення є синій наліт на електроді, а ознакою забруднення — велика витрата електрода та чорний наліт на його кінці.

Електрод забруднюється, якщо неправильно вибраний струм підпалювання, внаслідок невмілих дій зварника при запалюванні коротким замиканням через недостатній газовий захист ванни, неправильний вибір режиму зварювання.

Тому пошук причин подібних несправностей починають з перезачування електрода та перевірки газового тракту. Потім перевіряють силу струму короткого замикання при запалюванні коротким замиканням. Вона не повинна перевищувати 20—25 А при роботі на струмах до 200 А.

Причинами нестабільності провару можуть бути несправності механічної частини пристрою стабілізації довжини дуги, системи автоматичного регулювання її довжини, механізму переміщення пальника та його вібрація.

При експлуатації устаткування з автоматичною подачею присаджувального дроту інколи спостерігається порушення рівномірності швидкості подачі дроту та неправильний ввід присадки у ванну. Нерівномірність швидкості буває при проковзуванні дроту в подавальних роликах, заїданні його на ділянці від касети до ванни, засміченні та спотворюванні форми каналу для дроту, а також при несправному приводі. Для коригування напрямку вводу присадки треба перевірити положення мундштука та жорсткість його кріплення, якість намотування дроту в касеті та його направлення. Погане запалювання дуги через зазор зумовлене несправностями газової системи або неправильним вибором і підготовкою неплавкого електрода. Причиною такого дефекту бувають і несправності пальника — пошкоджена ізоляція струмоведучого кабелю між електродом і соплом, висока електропровідність води у системі водоохолодження.

Для перевірки роботи збудника рекомендується такий спосіб: до гнізда вимкненого пальника підносять провід, з'єднаний через конденсатор (0,15—0,1 мкФ, 400—500 В) із затискачем "Виріб". Якщо збудник працює правильно, іскра виникає при довжині проміжку понад 1 мм. За відсутності іскри несправність шукають у збуднику (наявність живлення, стан розрядника та тиристора), а за її наявності — у пальнику чи кабелі.

В установках змінного струму погане збудження дуги пов'язано з неправильним фазуванням підпалюючого імпульсу з напругою на електроді або неправильною роботою пристрою, який знижує постійну складову струму дуги.

Настроювання фази виконують підстроювальним резистором, який є у збуднику, або підбором кращого запалювання, змінюючи відстань між електродом і поверхнею виробу, або осцилографуючи напругу на конденсаторі захисного фільтра.

На незадовільне збудження дуги впливають неправильний діаметр електрода, режими зварювання або зміна витрати захисного газу. Стабільність горіння дуги знижується у разі регулювання струму баластним реостатом. Погана робота стабілізатора або пристрою перемикання з осциляторного в стабілізаторний режим спричиняє порушення стабільності збудження дуги. У стабілізатора найбільш поширеним дефектом є порушення фазування імпульсу та зниження його амплітуд. Стабілізатор працює правильно, якщо імпульс з'являється з запізненням 60—200 мкс після зміни полярності напруги на дузі. У технічній документації на зварювальне устаткування наводяться, як правило, методи перевірки та настроювання цього запізнення. Зниження амплітуди імпульсу пов'язано з несправностями у колі заряду накопичувача стабілізатора. Напруга на ньому має перевищувати 600 В.

Налагодження та ремонт устаткування для дугового зварювання неплавким електродом потребує високої кваліфікації наладчика і особливо ретельного дотримання усіх правил техніки безпеки.

6.10. УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ІМПУЛЬСНО-ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ПЛАВКИМ ЕЛЕКТРОДОМ

При зварюванні в інертному газі плавким електродом широкого поширення набув спосіб імпульсно-дугового зварювання, за яким на постійний (базовий) невеликий струм періодично накладаються імпульси струму силою 1000 А і більше. При імпульсно-дуговому зварюванні плавким електродом відбувається програмове перенесення металу з частотою, кратною частоті імпульсів. Порівняно зі зварюванням неплавким електродом імпульсно-дугове зварювання дає змогу значно підвищити продуктивність праці та значно знизити зварювальні деформації. Імпульсно-дугове зварювання неплавким електродом може використовуватися для виготовлення конструкцій із сталей, алюмінієвих, нікелевих та титанових сплавів при виконанні швів у всіх просторових положеннях.

Джерела живлення повинні мати базові зовнішні характеристики крутоспадаючі — при малих струмах, похилоспадаючі — при середніх і жорсткі — при великих струмах. Імпульсні характеристики джерела мають бути жорсткими.

Одним зі способів живлення зварювальної дуги при імпульсно-дуговому зварюванні є паралельне ввімкнення джерела постійного струму та генератора імпульсів типу ГИД-1 або ГИ-ИДС-1, у яких частота та амплітуда імпульсів регулюються тиристорами. Промисловість випускає також спеціалізований випрямляч ВДГИ-302 для імпульсно-дугового зварювання плавким електродом в інертних газах і на його базі — напівавтомат ПДИ-303.

Напівавтомат ПДИ-303 складається з механізму подачі, комплекту пальників та шлангів і виносного пульта. Напівавтомат призначений для зварювання алюмінієвих сплавів, має пластмасовий напрямний канал, мідно-графітові накопичувачі. На виносному пульті можна попередньо встановити два незалежні зварювальні режими, які можуть перемикатися тумблером як перед зварюванням, так і в процесі зварювання.

Технічну характеристику напівавтомата ПДИ-303 наведено нижче:

Номинальний зварювальний струм, А	315
Номинальний режим роботи TB , %	60
Діаметр електродного дроту, мм	1,2—2
Швидкість подачі електродного дроту, м/год	72—720
Робоча напруга, В	35
Діапазон регулювання зварювального струму, А	40—315
Регулювання швидкості подачі дроту	Плавне
Напруга мережі, В	220/380
Живлення системи керування	Від джерела живлення дуги

Випрямляч ВДГИ-302 призначений для механізованого імпульсно-дугового зварювання плавким електродом у захисних інертних газах. Випрямляч живить зварювальну дугу пульсуючим однополярним струмом, тобто постійним базовим струмом, на який з частотою 50 або 100 Гц накладаються короткочасні потужні імпульси струму.

Принципова електрична схема та часові діаграми, які пояснюють принцип роботи випрямляча, наведено на рис. 6.43.

Дуга живиться від однофазного силового випрямляча V пульсуючою випрявленою напругою. У колі випрямленого струму послідовно з дугою включено згладжувальний дросель L , паралельно з яким з'єднано тиристор $V1$. Поки тиристор не ввімкнено, у зварювальному колі проходить постійний базовий струм I .

У момент t_1 вмикаються тиристор, шунтуючий дросель, і напруга випрямляча у формі відрізка синусоїди з початковою фазою у точці t_1 надходить на зварювальну дугу. Струм імпульсу I_i визначається параметрами зварювального кола.

Частота надходження імпульсів визначається частотою шунтування дроселя тиристором.

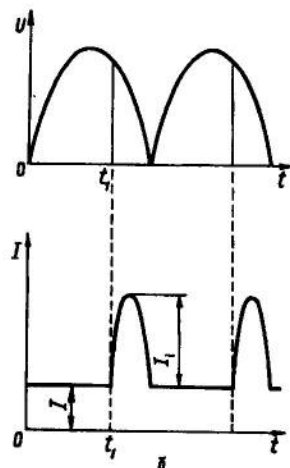
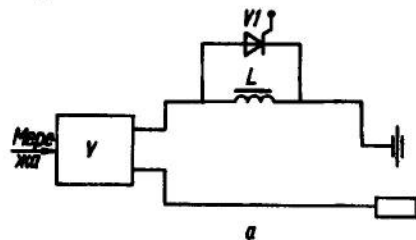


Рис. 6.43. Принципова електрична схема (а) та часові діаграми (б) роботи випрямляча ВДГИ-302

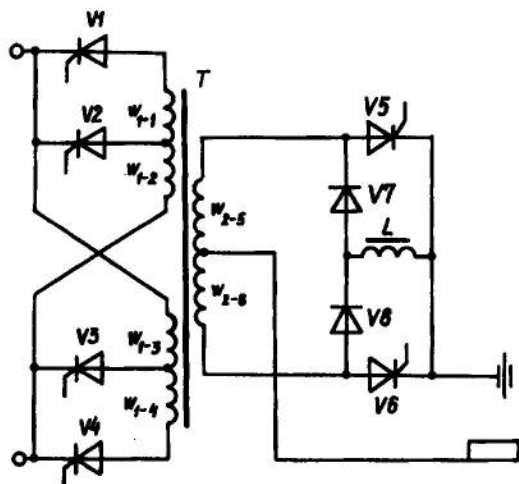


Рис. 6.44. Принципова електрична схема силового кола випрямляча ВДГИ-302

Принципову електричну схему силового кола випрямляча ВДГИ-302 наведено на рис. 6.44. Первинна обмотка силового трансформатора T складається з секцій $w_{1-1}, w_{1-2}, w_{1-3}$ та w_{1-4} , а вторинна — з секцій w_{2-1} та w_{2-6} . В один півперіод напруги живильної мережі разом з секціями обмоток трансформатора $w_{1-1}, w_{1-2}, w_{2-5}$ працюють тиристори $V1$ та $V2$ і вентиль $V7$, а в інший півперіод напруги разом з секціями обмоток $w_{1-3}, w_{1-4}, w_{2-6}$ працюють тиристори $V3$ та $V4$ і вентиль $V8$. При відкритті тиристора $V1$ ($V4$) на секції w_{1-1}, w_{1-2} (w_{1-3}, w_{1-4}) первинної обмотки подається напруга мережі. Після випрямлення вентилем $V7$ ($V8$) через

дросель L і дугу йде базовий струм. Дросель виконано нелінійним для згладжування пульсацій базового струму в усьому діапазоні регулювання. При малих зварювальних струмах індуктивність дроселя більша ніж при великих.

Схемою керування передбачено можливість зміни нахилу зовнішніх характеристик при роботі випрямляча у режимі базового струму. При великих зварювальних струмах з метою саморегулювання дуги зовнішні характеристики жорсткі, а при малих струмах для запобігання обривам дуги зовнішні характеристики крутоспадаючі, що потрібно для стабілізації базового струму.

При імпульсному режимі тиристори $V5$ ($V6$) включаються із запізненням відносно моменту ввімкнення тиристорів $V1$ ($V4$). Одночасно з тиристорами $V5$ ($V6$) можуть включатися тиристори $V2$ ($V3$) з одночасним ввімкненням тиристорів $V1$ ($V4$) для підвищення коефіцієнта трансформації. Такому режиму відповідає діапазон крутих імпульсів великої амплітуди. Коли тиристори $V2$ ($V3$) не вмикаються, а працюють тільки тиристори $V1$ ($V4$), випрямляч працює з похилими імпульсами малої амплітуди. У кожному діапазоні амплітуда та тривалість імпульсів визначаються фазою включення в роботу тиристорів $V5$ ($V6$). Запірання тиристорів $V5$ ($V6$) відбувається природно, коли знижується напруга живлення.

У випрямлячі передбачено можливість попередньо, за відсутності вихідної напруги, встановити за приладом середнє значення напруги на дузі та амплітуду напруги імпульсу. Крім того, у випрямлячеві є прилад з перемикачем на три положення для змінення під час зварювання базового струму, струму дуги та амплітуди струму імпульсу. Технічну характеристику випрямляча наведено нижче:

Номинальний зварювальний струм, А	315
Діапазон регулювання зварювального струму, А	40—315
Амплітуда імпульсу струму, А	1000
Тривалість імпульсу, мкс	4
Режим роботи TB , %	60
Тривалість циклу зварювання, хв	5
Робоча напруга, В	30
Діапазон регулювання робочої напруги, В	10—35
Номинальна напруга живильної мережі, В	380
Первинна потужність, кВА	13
Точність стабілізації при зміні напруги живильної мережі $\pm 5 \dots \pm 10$ % номінальної, %:	
по базовому струму	Від +1,5 до +3
по імпульсному струму	Від +3 до —6
Розміри, мм	720×593×938
Маса, кг, не більше	250

6.10. УСТАНОВКИ ДЛЯ ПЛАЗМОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

До комплексу установки для плазмового зварювання входять: джерело живлення дуги, шафа керування, переносний блок керування, плазмотрон, механізми переміщення плазмотрона вздовж та упоперек лінії зварювання (у автоматів), осцилятор, газові та водяні комунікації.

Характеристики та призначення деяких установок плазмового зварювання наведено у табл. 6.29.

Будова та принцип дії всіх установок ідентичні. Так, установка УПС-301, призначена для ручного плазмового зварювання постійним струмом прямої полярності, складається з тиристорного випрямляча з крутоспадаючими зовнішніми вольт-амперними характеристиками, пальника для аргодугового зварювання, плазмотрона (стабілізація й стискання дуги в ньому здійснюються

тангенціальним потоком газу), шафи керування (з силовим трансформатором, силовим блоком тиристорів, зрівняльним реактором, стабілізуючим дроселем, магнітним пускачем, автоматичним вимикачем, блоком керування, електродвигуном з вентилятором), переносного блока керування, педальної кнопки, газового редуктора з витратоміром, турелі, з'єднувальних проводів і шлангів. Турель установлюється на джерелі живлення та служить опорою виносному блоку керування.

6.29. Технічні характеристики установок для плазмового зварювання

Тип установки	Діапазон регулювання постійного струму, А (полярність)	Номинальна робоча напруга, В ($U_{н.к}$)	Плазмотворючий та захисний газ	Призначення (МЗ — механізоване зварювання; РЗ — ручне зварювання)
УПС-1002/3	300—800	65—75	CO ₂	МЗ маловуглецевих сталей (лонжеронів трактора К-701)
УПС-201	200—800	До 70 (120)	Ar, He	МЗ міді та її сплавів до 20 мм, МЗ сталей завтовшки 6—12 мм без розчищування кромки
УПС-804	300—800 (пряма)	90 (180)	CO ₂	
УПС-501	70—500 (пряма та зворотна)	45 (80)	Ar, He	МЗ нержавіючої сталі до 7 мм, міді та її сплавів до 6 мм, алюмінію та його сплавів до 16 мм
УПС-404	100—500	45 (90)	Ar	МЗ кільцевих стикових швів з алюмінію та його сплавів із стінкою завтовшки 5—10 мм
УПС-301	25—315 (пряма та зворотна)	40 (80)	Ar	РЗ нержавіючої сталі до 5 мм, міді та її сплавів від 0,5 до 3 мм та алюмінію і його сплавів — 1—8 мм
УПО-201	20—300	40	CO ₂	МЗ маловуглецевої сталі. Різання сталі до 40 мм, міді до 20 мм, алюмінію та його сплавів до 30 мм

Ввімкнення установки в мережу та захист її від короткого замикання здійснюються автоматичним вимикачем, розташованим на задній стінці шафи керування. Силова частина шафи керування являє собою тиристорний регулятор, складений за шестифазною схемою випрямлення із зрівняльним реактором. Для згладжування зварювального струму на виході тиристорного перетворювача є згладжувальний дросель, який забезпечує ефективне згладжування починаючи з 50 А. Крутоспадаючими зовнішніми вольт-амперні характеристики стають завдяки застосуванню баластних опорів — у першому діапазоні регулювання, а у другому діапазоні — завдяки негативному зворотному зв'язку за вихідним струмом магнітного підсилювача. Тиристорний блок і силовий трансформатор охолоджуються вентилятором. На лицьовій панелі блока керування встановлені кнопки "Пуск" і "Стоп" джерела живлення, два амперметри та перемикач діапазонів струму. Блок керування забезпечує в автоматичному режимі такі технологічні операції: продувку газу перед зварюванням, збудження основної зварювальної дуги, заварювання кратера наприкінці зварювання, вимкнення джерела живлення після заварювання кратера, подачу газу після зварювання, виконання точкового та імпульсного зварювання, регулювання тривалості ввімкнення осцилятора (не більш як 1 с) та повторне ввімкнення осцилятора не рідше ніж через 9 с.

Плазмотрон (рис. 6.45), використовуваний з установкою УПС-301, призначений для постійних струмів прямої полярності від 20 до 315 А та зворотної полярності — від 20 до 250 А. Характеристики деяких плазмотронів наведено в табл. 6.30.

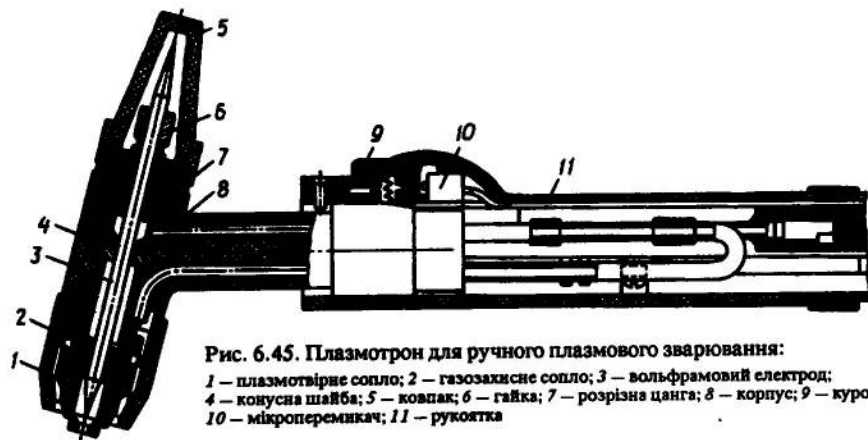


Рис. 6.45. Плазмотрон для ручного плазмового зварювання:

1 — плазмотвірне сопло; 2 — газозахисне сопло; 3 — вольфрамовий електрод; 4 — конусна шайба; 5 — сопло; 6 — гайка; 7 — розрізна цанга; 8 — корпус; 9 — курок; 10 — мікроперемикач; 11 — рукоятка

6.30. Технічні характеристики плазмотронів для зварювання

Тип плазмотрона	Максимальний зварювальний струм, А, полярності		Товщина зварювального металу, мм	Максимальна витрата, л/год		Маса, кг
	прямої	зворотної		газів (сумарна)	охолоджуючої води	
ПРС-0201	60	20	0,05—1,5	6,6	2,0	0,1
ПРС-0401	100	40	0,1—2,5	6,6	2,0	0,3
ПРС-0301	315	—	2—6	17	4,0	1,0

Для аргонодугового зварювання застосовується пальник постійного струму прямої полярності від 4 до 80 А.

Установка УПС-501 для автоматичного плазмового зварювання складається з самохідного візка, який пересувається по напрямній балці, блока газової апаратури, спільного блока керування, зкомпонованого з джерелом живлення типу ВДУ-504-1. До комплексу установки входять також плазмотрони на 300 та 500 А. Крім робочого режиму, установка дає змогу виконувати різноманітні маніпуляції у налагоджувальному режимі. Надійне запалювання дуги забезпечується підвищеною витратою плазмотворюючого газу при збудженні чергової дуги. Після запалювання основної дуги витрата газу автоматично знижується до робочої. Регулювання сили струму здійснюється плавно, починаючи зі 100 А. Для виключення можливості запуску установки без водяного охолодження служить реле водяного потоку. Рухатися зварювальна дуга може зі швидкістю 5—100 км/год, швидкість регулюється потенціометром з пульта керування та переставлянням шестирень. Рух реверсивний. Передбачено також регулювання швидкості та кута подачі дроту й переміщення плазмотрона по вертикалі та впоперек шва. Під час налагоджувальних операцій є можливість регулювання й контролю витрати плазмотворюючого та захисного газу, а також швидкості переміщення візка й швидкості подачі дроту.

6.12. НАЛАГОДЖУВАННЯ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ПЛАЗМОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

Після довгочасного простою налагоджування починають з перевірки опору ізоляції по відношенню до корпусу (не нижче, ніж 1,0 МОм для первинного контуру і 0,5 МОм — для вторинного) та надійності заземлення.

Рукоятку автоматичного вимикача, що знаходиться на задній стінці шафи керування (установка УПС-301), переводять у положення “Ввімкнено”. Потім вибирають положення перемикача (I або II) діапазонів зварювальних струмів. Кнопкою “Перевірка газу” на лицьовій панелі переносного блока та за допомогою ротаметрів устанавлюється потрібна витрата плазмоутворюючого й захисного газів.

Резистором регулювання струму на панелі переносного пульта задається потрібний струм. Після цього в плазмотрон устанавлюють електрод за калібром.

Зварювальний цикл установки УПС-301 починається після ввімкнення кнопки “Пуск” на плазмотроні або педальної кнопки, якщо перед цим у пальник подано гарячу воду, а у джерелі живлення працює вентилятор. Натискати на кнопку “Пуск” можна, якщо між виробом і плазмотроном не менш як 50 мм. Після натиску на кнопку “Пуск” починається подача газу і через 3 с з сопла має з’явитися видима частина чергової дуги. Після підведення плазмотрона до виробу на відстань 5—10 мм від зрізу сопла до поверхні виробу (при натисненій на плазмотроні кнопці) не пізніше ніж через 3 с має збудитися основна дуга. Якщо з будь-якої причини дуга не збудилася, то через 9 с при натисненій кнопці на ручці плазмотрона цикл запалювання автоматично повториться. Зварювання слід проводити при плавному переміщенні пальника. Після закінчення зварки кнопку на плазмотроні відпускають, зварювальний струм при цьому плавно зменшується. Зварювальний шов захищається від окислення затримкою пальника на 1—10 с над місцем зварки після обриву дуги. Сила зварювального струму контролюється амперметрами на блоці керування силовими тиристорами. Регулювання струму у безперервному режимі роботи та амплітуди імпульсів у імпульсному точковому режимі здійснюється регулятором на переносному блоці. Сила струму паузи в імпульсному й точковому режимах регулюється регулятором на блоці керування циклом зварювання.

Роботу джерела живлення перевіряють лише під навантаженням баластних реостатів типу РБ-300 при вимкненому осциляторі за допомогою низьковольтних осцилографів типу С1-4 або С1-9. На початку роботи на установці УПС-501 настраюються потрібні швидкості зварювання та подачі електродного дроту, витрата плазмоутворюючого й захисного газів, час нагріву виробу та заварювання кратера, сила зварювального струму. Після перемикачання тумблера з положення “Налагоджування” у положення “Автоматичне зварювання” регулюється положення плазмотрона відносно виробу вздовж та упоперек стику, відстань від плазмотрона до виробу повинен бути в межах 18—20 мм. Закінчивши підготовку, натискають на кнопку “Пуск”. Відпускають цю кнопку лише після збудження плазмової дуги. Після прогрівання виробу включають механізм руху візка і виконують зварювання. Для закінчення зварювання натискають на кнопку “Заварювання кратера”. Пальник при цьому зупиняється, а зварювальний струм падає до нуля. Прилади, розташовані на пульті керування, дозволяють контролювати основні параметри режиму зварювання.

Найбільш поширені несправності установки УПС-301 та способи їх усунення наведено в табл. 6.31.

6.31. Несправності установки УПС-301 та способи їх усунення

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Випрямляч автоматично вимикається	Пробитий один або кілька тиристорів випрямного блока	Вимкнути установку з мережі, відключити вентилі від трансформатора. Перевірити омметром усі вентилі
	Вторинну обмотку трансформатора пробито на корпус	Перевірити опір ізоляції джерела живлення. Ліквідувати пробій
При запуску двигуна вентилятор не обертається й не гуде	Згорів один із запобігачів кола двигуна, обрив у колі однієї з фаз двигуна	Перевірити запобігачі й замінити згорілі. Перевірити цілісність кола
На виході джерела живлення немає напруги	Не працює вентилятор або повітря всмоктується не з боку лицьової панелі	Перевірити роботу вентилятора та пускової апаратури. Змінити напрям обертання двигуна, замінивши положення будь-яких двох проводів мережі
	Пошкоджена система керування тиристорами. Вийшли з ладу тиристири	Перевірити наявність імпульсів керування, перевірити тиристири
При роботі джерело не забезпечує спадаючу зовнішню характеристику	Обрив кола зворотного зв'язку	Перевірити коло зворотного зв'язку
Нестійке зварювання. Знижена напруга неробочого ходу	Не на всі тиристири подаються імпульси керування	Перевірити наявність імпульсів керування на керуючих електродах тиристорів осцилографом типу С1-4 та ін. Перевірити імпульси можна й вольтметром постійного струму. Середня напруга імпульсів керування 1—2 В
Не подається аргон у зону зварювання	Не працює газовий клапан	Розібрати й змастити клапан
Не працює газовий клапан і джерело живлення. Не горить лампа на передній панелі блока запалювання	Неправильний напрямок руху охолоджуючого повітря, несправне реле контролю вентилятора, недостатнє охолодження пальника, несправність гідравлічного реле системи охолодження	Поміняти місцями два проводи живлення мережі. Перевірити реле контролю вентиляції. Перевірити тракт охолоджуючої води
Не включається газовий клапан та джерело живлення при справних реле контролю вентиляції та витраті охолоджуючої води	Вийшли з ладу елементи електричної схеми керування реле	Знайти та замінити несправні елементи схем керування реле
Не збуджується чергова дуга	Не включено мікроперемикач у схемі запалювання	Відремонтувати мікроперемикач

Несправність	Причина	Спосіб усунення
Не збуджується чергова дуга	Пошкоджено коло живлення сопла Перегоріли запобігачі Наявність води у газових трактах плазмотрона	Перевірити цілісність проводів живлення сопла Замінити запобігачі Продути плазмотрон сухим повітрям
Чергова й основна дуги збуджуються нормально, струм основної дуги не регулюється. Збудник дуги не вмикається. Через 1 с джерело живлення вмикається	Не спрацьовує струмове реле Вийшли з ладу елементи електричної схеми (діоди Д24, Д26)	Перевірити роботу реле. Знайти несправність електричної схеми, замінити діоди

Ремонт та обслуговування установок плазмового зварювання, зачищення та заміна електродів мають провадитися при відключених автоматичному вимикачів, системах постачання води й газу.

6.13. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА РЕМОНТ

Вчасний ремонт і правильна експлуатація зварювального устаткування визначають строк його служби, експлуатаційну надійність та довговічність.

При введенні в експлуатацію нового устаткування, налагоджуванні діючого, організації міжремонтного обслуговування та планових ремонтів необхідно керуватися правилами технічної експлуатації електроустановок споживачів та вимогами стандартів, а також технічною документацією заводів-виробників зварювального обладнання.

До самостійної роботи на зварювальному устаткуванні допускаються робітники, які пройшли курс теоретичного навчання з відповідного виду зварювання та підтвердили свої знання, здавши екзамен спеціальній комісії.

Робітник-зварник відповідає за правильну експлуатацію та цілісність устаткування інструменту та оснащення зварювального поста. Для цього устаткування закріплюється персонально за окремим зварником спеціальним актом.

До початку роботи зварник має ретельно оглянути та перевірити стан устаткування, а якщо виявлено несправності, викликати наладчика. Працювати на несправному обладнанні та ремонтувати його зварнику забороняється.

У разі аварії зварник зобов'язаний негайно вимкнути зварювальний апарат і повідомити про це майстра по зварюванню або енергетика цеху. При цьому апарат має залишатися у такому ж стані, в якому він був на час аварії. У кінці кожної зміни зварник повинен передати робітникові наступної зміни (під контролем змінного майстра) устаткування, зафіксувати у журналі передачі змін виявлені в ньому дефекти.

До обов'язків зварника входить також правильне користування електрозварювальним устаткуванням, суворе дотримання заданих режимів зварювання, вимог техніки безпеки та утримання обладнання, зварювального поста й робочого місця чистим.

Наладчиками зварювального устаткування можуть бути робітники з кваліфікацією зварника 3—6 розряду, які пройшли атестацію по техніці безпеки з наданням не нижче III кваліфікаційної групи.

Наладчик несе відповідальність за безперерйну експлуатацію закріпленого за ним обладнанням (табл. 6.32).

6.32. Норми обслуговування одним наладчиком однотипного зварювального устаткування, шт.

Групи зварювального устаткування	У цехах металоконструкцій, складальних, котельних, механічної обробки	На монтажних майданчиках, сталельних та недобудованих цехах
Напівавтомати для зварювання під флюсом, у захисних газах, порошковим дротом	14	10
Установки для механізованого зварювання у захисних газах (неплавким електродом)	10	8
Зварювальні агрегати	—	10
Автомати для дугового зварювання під флюсом, у захисних газах	10	8

Примітки: 1. Норми обслуговування враховують налагоджування в комплекті з джерелами живлення.

2. У разі обслуговування одним наладчиком декількох однотипних зварювальних агрегатів або установок норму обслуговування встановлюють на 10—20 % нижче за прийняту для одиниці однотипного устаткування.

Наладчик здійснює налагоджування нового й працюючого електрозварювального устаткування з метою забезпечення заданих технологічним процесом режимів зварювання та продуктивності праці, виконує дрібний ремонт устаткування на робочому місці, систематично перевіряє виконання зварниками правил експлуатації та техніки безпеки.

Наладчик стежить також за роботою та строком дії вимірних приладів, установлених на зварювальному устаткуванні, за своєчасною перевіркою їх.

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

Майстер повинен своєчасно інструментувати зварників щодо правил безпечної експлуатації та догляду за устаткуванням, забезпечувати зварників та наладчиків інструментами й матеріалами, необхідними для експлуатації та догляду за устаткуванням, перевіряти стан обладнання, що передається однією зміною іншій.

Зварювальне устаткування має забезпечуватися електроенергією, стисненими й захисними газами, охолоджуючою рідиною.

Організацією такого забезпечення займається *служба головного енергетика* підприємства. Ця ж сама служба здійснює контроль за справністю цехових енергетичних комунікацій, які відносяться до зварювального устаткування, за якістю ремонту та технічного стану зварювального устаткування між ремонтами. Разом із службою головного зварника складаються заявки на потрібну апаратуру, прилади, запасні частини для експлуатації та ремонту електрозварювального устаткування.

Відповідальність за електрозварювальне устаткування несе *енергетик цеху* чи особа, у відання якої передано це устаткування. Він перевіряє технічний стан, стежить за роботою устаткування та з'ясовує при необхідності причини виходу його з ладу; інструктує персонал, що обслуговує та експлуатує устаткування, організує ремонтні роботи, передбачені графіками планово-запобіжного ремонту та їхнє матеріально-технічне забезпечення; здійснює загальне технічне керівництво ремонтом зварювального устаткування, а після нього бере участь у прийомі устатку-

вання як член спеціальної комісії. Крім енергетика до складу цієї комісії входять представники відділів головного зварника та енергетика, старший майстер зварювальної дільниці.

Відділ головного зварника разом з **відділом головного технолога** забезпечує раціональне розміщення та максимальне використання технологічних можливостей зварювального устаткування, розробляє технічну документацію на проектування спеціальної оснастки для робочих місць та надає технічну допомогу цехам і дільницям в автоматизації зварювальних процесів, в оволодінні нового устаткування, організовує навчання зварників і наладчиків з метою підвищення їхньої кваліфікації, звертаючи увагу на особливості експлуатації контактного устаткування.

До обов'язків відділу головного зварника належить також організація служб (майстерень, дільниць) з виготовлення запасних частин до електрозварювального обладнання, складання разом з відділом головного енергетика графіків планово-запобіжних ремонтів і заявок на нове устаткування та оснастку, участь у списанні застарілого або спрацьованого устаткування.

6.14. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Роботи з обслуговування та ремонту мають виконуватися у плановому порядку відповідно до рекомендацій експлуатаційної документації устаткування.

До складу цих робіт входять: міжремонтне обслуговування, огляди (О), малі ремонти (М), середні ремонти (С), капітальні (К) і позапланові ремонти.

Чергування ремонтних робіт та профілактичних оглядів, тривалість міжремонтних циклів, категорії складності та трудомісткість ремонту зварювального устаткування наведено в табл. 6.33—6.35.

6.33. Категорія складності та трудомісткість ремонту зварювального устаткування

Зварювальне устаткування	Категорія складності в умовних одиницях	Трудомісткість ремонту, нормо-год		
		капітального	середнього	малого
Трансформатор ТД-500	5	75	35	6
Випрямляч:				
ВС-300А, ВД-306	5	75	35	6
ВС-600М	8	120	56	10
ВДГ-303	6	80	42	7
ВДМ-1601	12	180	84	14,5
Перетворювач:				
ПСО-300	10	150	70	12
ПСТ-500	12	180	84	14,5
Агрегат АДД-305, АСБ-300М	12	180	84	14,5
Автомат:				
АДС-1000	10	150	70	12
АДФ-500	8	120	56	10
Напівавтомат:				
А-825	7	105	49	8,5
А-547, А-1197	6	90	42	7
А-765	7	105	49	8,5
Установка УДГ-300, УДГ-500	14	210	96	17

Примітка. До кількості нормо-годин входять роботи з ремонту апаратних шаф і пультів керування.

6.34. Тривалість міжремонтних циклів, міс, при роботі у дві зміни

Устаткування	Міжоглядовий період	Між середніми ремонтами	Між малими і черговими ремонтами	Міжремонтний цикл
Джерела живлення, пересувні зварювальні агрегати з двигунами внутрішнього згорання	1,5	6	3	24
Автомати та напівавтомати для дугового зварювання	1,5	12	3	24

Примітка. Однозмінна робота розраховується множенням показника періодичності, наведеного в таблиці, на коефіцієнт 1,4, тризмінна — на коефіцієнт 0,6.

6.35. Чергування ремонтних робіт і профілактичних оглядів зварювального устаткування

Устаткування	Ремонтні роботи у циклі			
	Чергування	Кількість		
		середніх ремонтів	малих ремонтів	оглядів
Зварювальні трансформатори	К-О-М-О-С-О-М-О-С-О-О-М-О-О-К	2	3	8
Зварювальні випрямлячі, зварювальні перетворювачі, зварювальні агрегати	К-О-М-О-С-О-М-О-С-О-М-О-С-О-М-О-К	3	4	8
Напівавтомати для дугового зварювання	К-О-О-М-О-С-О-М-О-О-М-О-С-О-К	2	3	8
Автомати для дугового зварювання, автомати для електрошлакового зварювання, установки для ручного зварювання у захисних газах неплавким електродом	К-О-М-О-С-О-М-О-С-О-М-О-С-О-М-О-К	3	4	8

Примітка. Чергування ремонтних циклів може уточнюватись залежно від умов експлуатації устаткування.

У технічній документації, що входить до комплексу зварювального устаткування, заводи-виробники наводять гарантійні строки безаварійної роботи за умови дотримання всіх правил його зберігання та експлуатації.

Так, для самохідних зварювальних автоматів гарантійний строк — 12 міс з моменту введення їх в експлуатацію, строк служби до першого капітального ремонту — не менш як 2000 год експлуатації, а строк до списання — не менше ніж 5 років (ГОСТ 8213-75*Е). У разі відказу в роботі зварювального устаткування у період гарантійного терміну слід скласти технічно обгрунтований акт і надіслати його на адресу заводу-виробника для заміни елемента, що вийшов з ладу.

6.15. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Основні вимоги безпечної експлуатації зварювального устаткування викладені у “Правилах пожежної безпеки при проведенні зварювальних та інших вогневих робіт на об'єктах народного господарства”, “Правилах технічної експлуатації електроустановок споживачів”, “Правилах техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів”, ГОСТ 12.0.001-82, у “Правилах техніки безпеки та гігієни праці при виконанні зварювальних робіт і термічного різання в будівництві” та інших нормативних матеріалах.

Відповідальність за дотримання техніки безпеки несе адміністративно-технічний персонал підприємств, майстри, виконроби та спеціальні працівники з техніки безпеки.

Державний контроль за виконанням норм і правил з техніки безпеки здійснює інспекція Держнагляду охорони праці. За дотриманням санітарних умов праці стежить Державна санітарна інспекція, за нормами пожежної охорони — Державна інспекція пожежної охорони.

При налагоджуванні, технічних оглядах, ремонті та експлуатації зварювального устаткування найнебезпечнішим є ураження людини електричним струмом. Тому особи, які обслуговують це устаткування, мають дотримуватись таких основних заходів електробезпеки:

- працювати тільки на справному та заземленому устаткуванні;
- не торкатися голими руками клем та струмоведучих частин зварювальних установок, кабелів без ізоляції або з пошкодженою ізоляцією;

- до початку робіт перевіряти цілісність зварювальних кабелів і заземлення, проводів живлення, а також надійність усіх зовнішніх контактних з'єднань;

- при прокладанні зварювальних кабелів і кожному переміщенні їх не допускати ушкодження ізоляції, стикання їх з водою, маслом, сталевими канатами, трубопроводами з горючими газами та киснем і гарячими трубами;

- гнучкі проводи електрокерування значної довжини слід розміщувати у гумових або брезентових рукавах. Захищати зварювальні кабелі від ушкоджень і при необхідності додатково обмотувати їх брезентовою стрічкою;

- не використовувати як зворотний провід зварювального кола контури заземлення, труби санітарно-технічного обладнання, металоконструкції завершених будівель та технологічного обладнання;

- не застосовувати для зварювання в особливо небезпечних умовах (всередині металевих ємностей, трубопроводів тощо) установки без пристроїв автоматичного вимкнення напруги неробочого ходу або його обмеження до напруги 12 В з витримкою часу не менш як 0,5 с після розімкнення кола.

При експлуатації устаткування слід пам'ятати, що напруга неробочого ходу зварювальних трансформаторів, працюючих без пристроїв зниження неробочого 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 більшою за 10 м.

Основні вимоги щодо налагоджування, кваліфікованого монтажу, експлуатації та догляду наводяться в технічній документації на зварювальне устаткування, яка входить до комплексу поставки заводу-виробника. Електричний монтаж має виконуватися згідно з “Правилами обладнання електротехнічних установок” (М.: Энергоатомиздат, 1985).

Перед монтажем нове устаткування розконсервовується, з поверхні деталей знімається консервуваче мастило та захисний папір.

Вимкненню зварювальної апаратури до мережі передують обов'язкове заземлення корпусів шаф керування та джерел живлення та інших металевих неструмоведучих частин складально-зварювальних установок і оснастки, а також перевірка відповідності напруги живильної мережі напрузі, обумовленій паспортними характеристиками устаткування.

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

Заземлюючий пристрій складається з заземлювачів, що безпосередньо прилягають до землі, та заземлюючих провідників, які з'єднують електрообладнання з землею.

Натуральними заземлювачами слугують електропровідні частини будівельних і виробничих конструкцій. Як штучні заземлювачі використовуються сталі труби, котрі забивають в землю на глибину 2,5—3,5 м.

Поперечний переріз заземлюючого провідника слід вибирати за величиною номінального струму навантаження. Густина струму в мідному заземлюючому провіднику не повинна перевищувати 6 А/мм². Якщо застосовується сталений провідник, поперечний переріз подвоюється.

Кожна зварювальна установка повинна вмикатися в мережу окремим рубильником або пускачем із запобіжниками. Вибір перерізу проводів для підключення устаткування в мережу визначається з умов допустимого спаду напруги на них — не більше ніж 5 %.

Опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 Ом при сумарній потужності джерела зварювального струму 100 кВА, температура нагріву окремих частин зварювального агрегата — 75 °С.

Устаткування має бути розташованим так, щоб забезпечити зручний доступ до місця його обслуговування, зручність та безпеку при транспортуванні деталей до місця зварювання, а також у процесі самого зварювання. Воно не повинно займати зайвої виробничої площі.

Джерела живлення, баластні реостати, регулятори, зварювальні напівавтомати та автомати, що встановлені на відкритому повітрі, мають бути захищені від атмосферних опадів навісами.

До електрозварювальних робіт допускаються особи не молодші за 18 років, які пройшли спеціальне навчання та отримали посвідчення на право виконання робіт ІІ кваліфікаційну групу з техніки безпеки згідно з правилами Держенергонагляду. Жінки можуть допускатися до ручного електрозварювання лише на відкритих майданчиках.

Кожен зварник допускається до роботи тільки після проходження ввідного (загального) інструктажу з техніки безпеки й виробничої санітарії та інструктажу на робочому місці, який проводиться також у кожному випадку переходу на іншу роботу чи зміни умов роботи.

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

Зварювальна дуга — потужне джерело випромінювання видимих світлових і невидимих інфрачервоних та ультрафіолетових променів, які спричинюють різні хвороби очей та опіки шкіри. Для захисту обличчя та очей від попадання променів, випромінюваних дугою, та бризок розплавленого металу слід працювати, затуливши обличчя щитком або шоломом за ГОСТ 12.4.035-78* (рис. 6.46, 6.47, табл. 6.36) із спеціальними світлофільтрами.

6.36. Модифікації захисних щитків із світлофільтрами

Модифікація	Модель	Розміри світлофільтра, мм
Наголовний щиток з непрозорим корпусом	НН-Э-301У1	52×102
Ручний щиток з непрозорим корпусом	ННО-Э-302У1	90×102
Наголовний щиток, який монтується на захисній касці	РМЭ-301У1	52×102
Наголовний щиток із світлофільтром, який розкривається, та з рухомою рамкою	ШЭК-Э-301У1	52×102
Ручний щиток з непрозорим корпусом	НН-Э-3021У	52×102
	РНО-Э-302У1	90×102

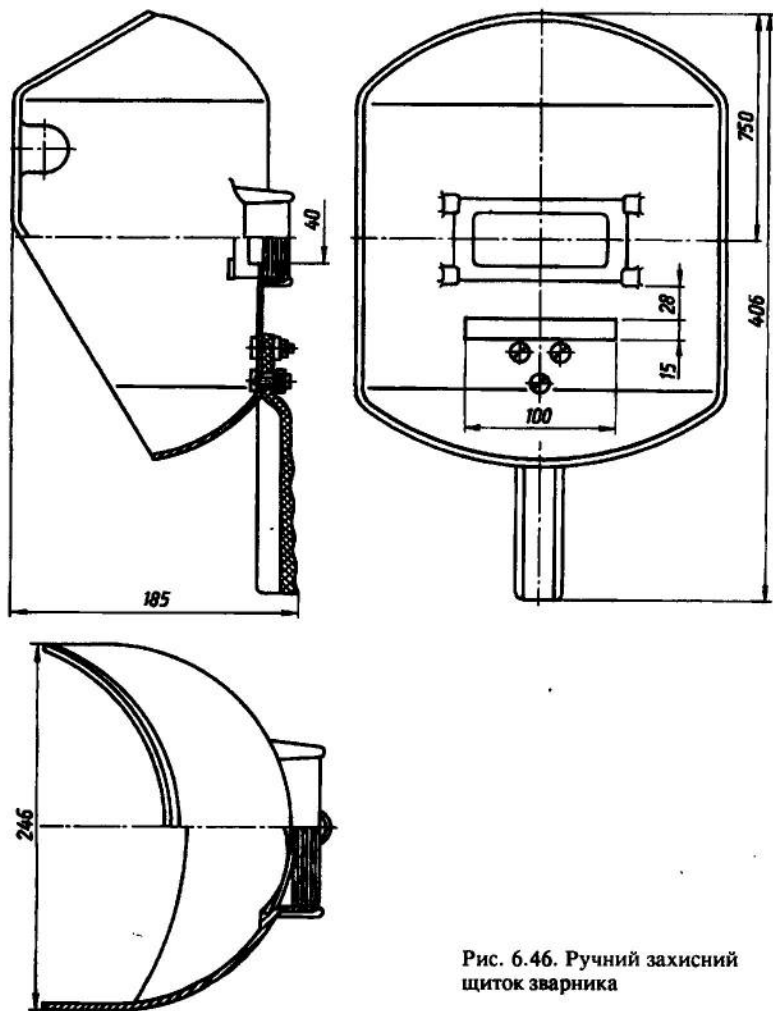


Рис. 6.46. Ручний захисний щиток зварника

Виготовляються вони з фібри або спеціальних пластмас. Пластмасові щитки та шоломи стійкі до високої температури й підвищеної вологості, не деформуються, не псуються від бризок розплавленого металу. Вони зменшують імовірність попадання шкідливих аерозолей у зону дихання зварника. Наголовні та ручні щитки мають світлофільтри (90 × 102 мм) і можуть кріпитися до захисної каски робітника. Як світлофільтри використовуються темні стекла марки ТС-3С (ГОСТ 9411-81*Е) розмірами 46 × 65; 52 × 102; 65 × 120; 69 × 121; 80 × 80 мм завтовшки 1,5—4,0 мм. Із зовнішнього боку світлофільтр затуляють прозорим склом (ГОСТ 111-78*) завтовшки до 2,5 мм, яке у міру забруднення міняють. Світлофільтри, що використовуються при різних видах зварювання і різанні, наведено в табл. 6.37.

Для захисту очей допоміжних робітників, які знаходяться у зоні проведення зварювальних робіт, використовуються фільтри типу В (В-1, В-2, В-3) (табл. 6.38).

При зачищенні швів слід користуватися захисними окулярами з простим склом для запобігання травмуванню очей осколками гарячого шлаку.

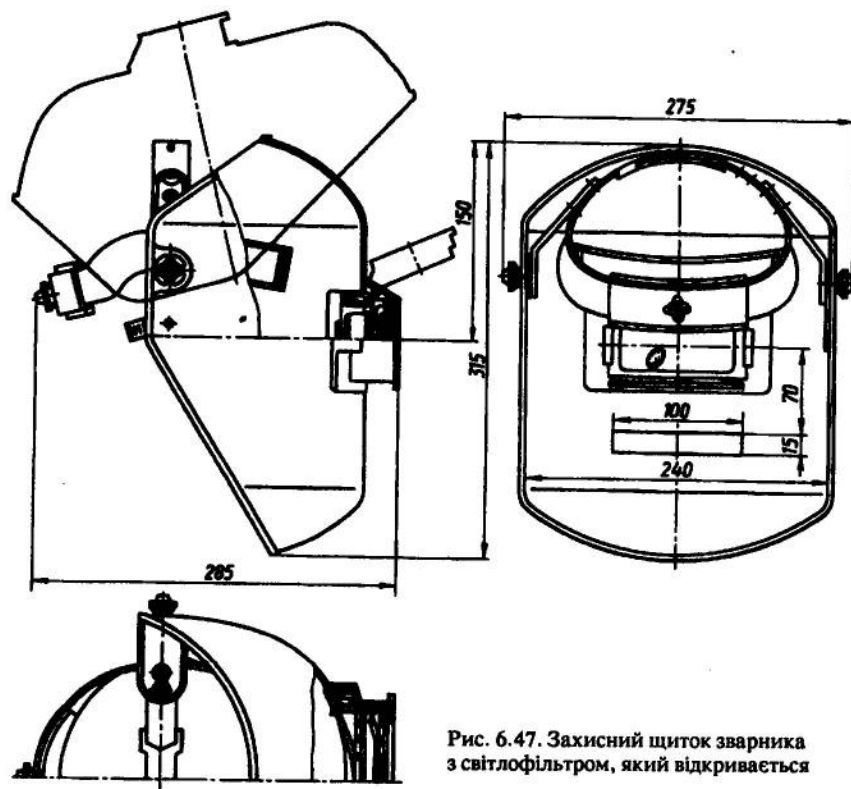


Рис. 6.47. Захисний щиток зварника з світлофільтром, який відкривається

6.37. Світлофільтри для різних видів зварювання

Вид зварювання	Струм, А	Світлофільтр	
Дугове зварювання металевим плавким електродом	30—60	С-4	
	60—150	С-5	
	150—275	С-6	
	275—350	С-7	
	До 600	С-8	
Дугове зварювання легких сплавів металевим електродом в інертних газах	20—40	С-5	
	40—80	С-6	
	80—100	С-7	
	100—175	С-8	
	175—275	С-9	
	275—300	С-10	
	20—40	С-5	
	40—80	С-6	
	80—100	С-7	
	100—175	С-8	
Дугове зварювання вольфрамовим електродом в інертних газах	175—275	С-9	
	275—300	С-10	
	20—40	С-5	
	40—80	С-6	
	80—100	С-7	
	100—175	С-8	
	175—275	С-9	
	275—300	С-10	
	Дугове зварювання металевим електродом у вуглекислому газі	30—60	С-1
		60—100	С-2
100—150		С-3	
150—175		С-4	
175—300		С-5	
300—400		С-6	
400—600		С-7	
30—50		С-5	
50—100		С-6	
100—175		С-7	
Плазмове зварювання	175—300	С-8	
	300—350	С-9	
	350—500	С-10	
	500—700	С-11	
	500—700	С-11	
	700—800	С-12	
	Понад 900	С-13	

6.38. Засоби захисту робітників

Призначення	Вид засобу захисту	Позначення	Вид окулярного скла
Для роботи на відкритих майданчиках при яскравому сонячному освітленні	О (відкритий)	О2 О02	Світлофільтр В
	ОД (відкритий подвійний)	ОД1	Те саме в комбінації з безколірним склом
При електрозварюванні в цеху	О (відкритий)	О2 О02	Світлофільтр В-2
	ОД (відкритий подвійний)	ОД1 ОД2	Те саме в комбінації з безколірним склом
	О (відкритий)	О2 О02	Світлофільтр В
При електрозварюванні на відкритому майданчику	ОД (відкритий подвійний)	ОД1 ОД2	Те саме в комбінації з безколірним склом
	ЗН (закритий з непрямою вентиляцією)	ЗН5 ЗН8 ЗН12	Світлофільтр В

З метою запобігання тепловим опікам зварник має працювати в спецодезю та рукавицях, мати черевики з боковими застібками, штани (без закотів) носити лише навігуск.

Кишені зварювальної куртки повинні закриватися клапанами, кінці рукавів рекомендується зав'язувати тасьмою, а при зварюванні у стельовому положенні користуватися азбестовими нарукавниками, міцно зав'язуючи їх на кистях рук, та брезентовими наплічниками для захисту плечей та шиї. Голова має бути захищеною головним убором, а на монтажному майданчику — фібровою каскою.

Не слід допускати перегріву електродотримачів і пальників для механізованого зварювання.

Зниження впливу на організм зварника шкідливих виділень та аерозолей досягають застосуванням місцевої та загальнообмінної вентиляції, подачею в зону дихання чистого повітря, а також використанням малотоксичних зварювальних матеріалів.

Стационарні пости дугового зварювання дрібних виробів повинні бути обладнані зварювальними столами з вбудованими місцевими відсмоктувачами або спеціально розробленими повітроприймачами.

Категорично забороняється проведення зварювальних робіт на посудинах, що знаходяться під тиском, всередині та зовні трубопроводів, резервуарів, ємкостей, у яких зберігалися легкозаймисті, горючі, вибухонебезпечні або токсичні речовини, без ретельної очистки та наступної перевірки вмісту залишків цих речовин.

На будівельно-монтажних майданчиках зварники повинні дотримуватися додаткових застережних заходів:

на висоті працювати із запобіжним поясом та прикріплюватися ним до міцних нерухомих конструкцій;

при проведенні робіт у декілька ярусів установлювати навіси або настили для захисту працюючих унизу від крапель розплавленого металу, шлаку, іскор та падаючих предметів;

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

використовувати для роботи на висоті тільки попередньо перевірені риштування та коліски. Риштування й коліски повинні бути суцільними, не вужчими ніж 1 м, мати міцні та стійкі загорожі при висоті понад 1,3 м;

не допускати роботу зварника при температурі оточуючого середовища нижче -30°C або при вітрі силою понад 6 балів.

Недотримання правил техніки безпеки при зварювальних роботах на будівельному майданчику може стати причиною виникнення пожеж. Тому робоче місце зварника повинно бути очищено в радіусі 10 м від деревних стружок, клоччя та займистого сміття. З цієї зони мають бути видалені інші вибухо- та вогненебезпечні речовини.

Контрольні питання

До параграфу "Обладнання поста ручного дугового зварювання"

1. Як обладнується пост ручного дугового зварювання в цехових умовах?
2. Назвіть типи електродотримачів, використовуваних для ручного дугового зварювання штучними електродами.
3. Як зварник повинен з'єднувати кінці зварювальних кабелів між собою?
4. Як вибирати кабелі, які з'єднують електродотримач з джерелом живлення?

5. Назвіть інструменти, якими користується зварник на своєму робочому місці.
6. Як організується робоче місце — пост зварника в монтажних умовах?

До параграфу "Підготовка напівавтоматів до зварювання"

1. Як називаються пристрої для напівавтоматичного дугового зварювання плавким електродом?
2. Як класифікують напівавтомати для дугового зварювання плавким електродом?
3. Назвіть складові частини зварювального напівавтомата.
4. Яка будова пальника для напівавтоматичного зварювання в середовищі вуглекислого газу?
5. Поясніть дію ротаметра-витратоміра поплавцевого типу.
6. Призначення та принцип дії двокамерного регулятора тиску стисненого повітря.
7. Призначення та будова газоелектричного клапана.
8. Які функції підігрівника та осушника газу?
9. Як організують робочий пост напівавтоматичного дугового зварювання плавким електродом у заводських умовах?
10. Як настроюється на заданий режим зварювальний напівавтомат?

До параграфів "Зварювальні автомати" і "Налагоджування та експлуатація зварювальних автоматів"

1. Як позначаються автомати для дугового зварювання?
2. У чому полягає класифікація апаратів для автоматичного зварювання?
3. Які функції виконують зварювальні автомати для зварювання плавким електродом?
4. Які особливості регулювання швидкості зварювання та сили зварювального струму в зварювальному автоматі?
5. Поясніть будову пальника автомата для зварювання у середовищі захисних газів.
6. Назвіть конструктивні елементи самохідних апаратів для дугового зварювання та функції цих елементів.
7. Які особливості роботи зварювального автомата при зварюванні кратера?
8. Перелічіть устаткування, яке використовується на виробничих дільницях автоматичного зварювання.

До параграфів "Устаткування для зварювання неплавким електродом", "Обладнання для запалювання дуги", "Налагоджування, експлуатація та ремонт устаткування для зварювання неплавким електродом", "Устаткування для імпульсно-дугового зварювання плавким електродом" і "Установки для плазмового зварювання"

1. Назвіть галузі застосування зварювання неплавким електродом у середовищі захисних газів.
2. Які джерела живлення застосовують для ручного аргонодугового зварювання вольфрамовим електродом?
3. Назвіть приклад устаткування для ручного аргонодугового зварювання неплавким електродом.
4. Назвіть устаткування загального призначення, з якого складають пости для ручного дугового зварювання неплавким електродом алюмінію та його сплавів.
5. Яким чином захищають зону зварювання на великогабаритних деталях?
6. Як влаштовано пальник для ручного аргонодугового зварювання вольфрамовим електродом?
7. Поясніть принцип дії та призначення осцилятора.
8. Як здійснюється стабілізація горіння дуги при аргонодуговому зварюванні неплавким електродом?
9. Як настроюється потрібна сила зварювального струму при ручному аргонодуговому зварюванні?
10. Назвіть галузі застосування автоматів для аргонодугового зварювання.

11. Як здійснюється захист металу деталей при автоматичному аргонодуговому зварюванні?
12. Яка будова автомата для аргонодугового зварювання неплавким електродом?
13. З яких частин складається пальник для автоматичного аргонодугового зварювання неплавким електродом?
14. Яка послідовність настроювання автомата для аргонодугового зварювання на заданий режим?
15. Як перевіряється надійність захисту зони зварювання газом?
16. Перелічіть вимоги до джерел живлення для імпульсно-дугового зварювання.
17. Якими елементами комплектуються установки для плазмового зварювання?
18. Як підготувати до роботи установку для плазмового зварювання типу УПС-301?

До параграфів "Експлуатація та ремонт", "Технічне обслуговування" і "Техніка безпеки"

1. Назвіть обов'язки робітника-зварника з експлуатації зварювального устаткування.
2. Які обов'язки покладені на наладчика зварювального устаткування?
3. Назвіть склад робіт з обслуговування та ремонту устаткування для зварювання плавним.
4. Як здійснюється заземлення зварювального устаткування?
5. Як перевіряються знання правил техніки безпеки у робітника-зварника?
6. Як вибираються світлофільтри для щитків, захищаючих обличчя зварника?
7. Які вимоги висуваються до одягу робітника-зварника?

Розділ 7. ОРГАНІЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

7.1. ВИБІР ТА НАСТРОЮВАННЯ РЕЖИМІВ РУЧНОГО ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ

Режимом зварювання називають сукупність основних характеристик зварювального процесу, які забезпечують відповідну якість зварних з'єднань. Параметрами режиму при дуговому зварюванні є: зварювальний струм, рід струму та його полярність, діаметр електрода, напруга на дузі, швидкість зварювання, швидкість подачі електродного дроту (при автоматичному та напівавтоматичному зварюванні, яка визначає зварювальний струм), величина й характер поперечного переміщення кінця електрода, висіт електрода, склад і товщина покриття, склад флюсу, початкова температура металу деталі, площа поперечного перерізу шва, який виконується за один прохід, число проходів, положення електрода та виробу в просторі тощо.

Параметри режиму визначають розміри та форму зварних швів, а також продуктивність праці зварника.

При ручному дуговому зварюванні основні параметри режиму впливають на розміри й форму шва (глибину провару та ширину шва) таким чином. Із збільшенням сили зварювального струму спостерігається збільшення глибини провару. Це зв'язано із зростанням тиску стовпа дуги на поверхню рідкої ванни, а також із зростанням кількості теплоти, що надходить до виробу. На ширину шва струм впливає незначно.

Рід струму й полярність можуть впливати на глибину провару через те, що на аноді та катоді виділяється різна кількість теплоти. Тому при зварюванні на постійному струмі зворотної полярності глибина провару на 40—45 % (під флюсом, що містить фтор) більша, ніж на струмі прямої полярності. При зварюванні від джерела змінного струму глибина провару на 15—20 % нижча ніж при зварюванні постійним струмом зворотної полярності, оскільки полярність дуги на

змінному струмі змінюється 100 разів у секунду, а це спричинює зменшення тепловиділення на деталі, коли вона є анодом.

При зварюванні штучними електродами глибина проплавлення більша на прямій полярності ніж на зворотній внаслідок особливостей тепловиділення в приелектродних зонах.

Ширина шва при зварюванні на прямій полярності менша ніж на зворотній, отже, менша порівняно із зварюванням на змінному струмі.

Збільшення діаметра електрода призводить до зменшення глибини провару й навпаки. Особливо помітно це при зварюванні на невеликих струмах.

Ширина шва збільшується із збільшенням діаметра електрода, що зумовлено зростанням рухливості стовпа дуги.

Напруга на дузі та довжина дуги мало впливають на глибину провару. Ширина шва прямо пропорційно залежить від напруги дуги. У разі надмірного збільшення довжини дуги збільшується її рухливість та розбризкування, значно зменшується глибина проплавлення, погіршується захист шва від оточуючого повітря.

Вибираючи швидкість переміщення дуги відносно виробу (швидкість зварювання), слід брати до уваги, що при недостатній швидкості глибина проплавлення мала через підтікання рідкого металу й шлаку під дугу, ширина шва та висота його підсилення зростають або виникає пропал тонкого металу через перегрів; при занадто великій швидкості спостерігається таке саме зменшення глибини провару внаслідок нестачі теплоти.

Амплітуда поперечних коливань кінця електрода дуже впливає на глибину провару та ширину шва. Із збільшенням амплітуди коливань знижується глибина провару та збільшується ширина шва, що зв'язано із зменшенням щільності джерела нагріву. Занадто розмашисті коливання кінця електрода погіршують якість поверхні шва, роблять її сильно ребристою. Із підвищенням первинної температури металу виробу від 100 до 400 °C помітно збільшується ширина шва та глибина провару, причому ширина шва зростає швидше, ніж його глибина. Це явище особливо помітне при виконанні багатощарових швів і наплавці.

Змінення положення електрода у просторі також можна впливати на форму й розміри шва. При зварюванні кутом назад глибина провару дещо збільшується, а ширина шва зменшується через більш інтенсивне (порівняно зі зварюванням вертикальним електродом) витікання металу ванни з-під стовпа дуги.

При зварюванні похилим електродом кутом уперед стовп дуги прагне зайняти положення, що збігається з віссю електрода. Тому стовп дуги розташовується над поверхнею виробу. Тиск стовпа дуги на ванну зменшується, а тому зменшується глибина провару й збільшується ширина шва порівняно із зварюванням вертикально розташованим електродом.

Зварювання на похилій поверхні характеризується тим, що з переміщенням дуги зверху вниз (на спуск) товщина рідкого шару металу під дугою зростає, що призводить до зменшення глибини провару. При цьому збільшується блукання дуги по поверхні деталі та зростає ширина шва.

При зварюванні знизу вверх (на підйом) товщина рідкого шару металу під дугою зменшується, а глибина провару збільшується. У цьому разі зменшується й зона блукання дуги та ширина шва.

Збільшення товщини покриття на поверхні стержня зумовлює зменшення товщини шва і деяке збільшення глибини провару через зменшення рухливості дуги та концентрації енергії дуги.

Визначення робочих параметрів режиму ручного дугового зварювання плавким електродом починають з вибору діаметра електрода (електродного стержня), який призначають залежно від товщини листів при зварюванні швів стикових з'єднань та від катета шва при зварюванні швів кутових і таврових з'єднань.

Нижче наведено діаметри електрода при зварюванні швів стикових з'єднань:

Товщина деталей при зварюванні у стик, мм	Діаметр електрода, мм
1,5—2	1,6—2
3	3
4—8	4
9—12	4—5
13—15	5

При зварюванні кутових таврових з'єднань діаметр електрода залежить від катета шва:

Катет шва при зварюванні кутових таврових з'єднань, мм	Діаметр електрода, мм
3	3
4—5	4
6—9	5

При зварюванні багатопрохідних швів стикових з'єднань перший прохід виконується електродами діаметром до 4 мм, використання електродів більшого діаметра не дає змоги достатньо проникнути у глибину розчищення для провару кореня шва.

Максимальна площа поперечного перерізу металу шва, виконаного за один прохід, має бути: для першого проходу (з розчищенням кромок) $F_1 = 6...8d_e$, для наступних $F_n = 8...12d_e$, де F_1 та F_n — площі поперечного перерізу швів, мм², d_e — діаметр электродного стержня, мм.

При зварюванні кутових і таврових з'єднань за один прохід виконують шви з катетом не більшим за 8—9 мм. У разі потреби виконання швів з більшими катетами застосовується зварювання двома й більше проходами.

Для кутових швів кількість шарів може бути визначена за формулою

$$n = \frac{S_{\text{зовн}}}{S_{\text{ш}}} = \frac{K^2 k_{\text{зб}}}{2S_{\text{ш}}}$$

де $S_{\text{зовн}}$ — площа перерізу чистини шва, утвореного за рахунок электродного металу, мм²; $S_{\text{ш}}$ — площа перерізу шару, мм²; K — катет шва, мм; $k_{\text{зб}}$ — коефіцієнт, який враховує збільшення перерізу шва через зазори та опуклість форми його поверхні: при $S_{\text{ш}} \leq 20$ мм² $k_{\text{зб}} = 1,3$; при $S_{\text{ш}} = 21...200$ мм² $k_{\text{зб}} = 1,2$.

Сила зварювального струму при ручному дуговому зварюванні визначається залежно від діаметра електрода та допустимої густини струму:

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

де d_e — діаметр електрода (стержня), мм; j — допустима густина струму, А/мм².

Значення допустимої густини струму j в електроді при ручному зварюванні вибирають за видом покриття та діаметром електрода (табл. 7.1).

7.1 Допустима густина струму при ручному зварюванні

Вид покриття	Діаметр електрода, мм	$j, \text{А/мм}^2$
Рутилове	3	14—20
	4	11,5—16
	5	10—13,5
	6	9,5—12,5
	3	13—18,5
Фтористокальцієве	4	10—14,5
	5	9—12,5
	6	8,5—12,0

При наближених розрахунках сила зварювального струму може бути також визначена за однією з наступних емпіричних формул:

$$I_{зв} = kd_e;$$

$$I_{зв} = k_1 d_e^{1,5};$$

$$I_{зв} = d_e (k_2 + \alpha d_e),$$

де $k_1 = 20 \dots 25$; $k_2 = 20$; $\alpha = 8$ — емпіричні коефіцієнти, визначені дослідницьким шляхом.

Найзручніше при визначенні сили зварювального струму користуватися першою формулою. Значення k вибирають за діаметром електрода:

Діаметр електрода, мм	k
2	5—30
3	30—45
4	35—50
5	40—55
6	45—60

Коефіцієнт k при визначенні максимального зварювального струму для покритих електродів з алюмінію дорівнює 60—65, для мідних — 85—100.

Якщо товщина металу менша за $1,5 d_e$, то струм в дузі зменшують на 10—15 % порівняно з розрахунковим. При товщині металу понад $3 d_e$ силу струму збільшують на таку саму величину. При зварюванні на вертикальній площині сила зварювального струму має бути зменшена на 10...15 %, а в стельовому положенні — на 15—20 % порівняно з силою струму для зварювання у нижньому положенні.

Тип і марку електрода вибирають залежно від хімічного складу, фізико-механічних властивостей зварюваного матеріалу, а також призначення та вимог до надійності зварної конструкції.

Швидкість зварювання, напругу в дузі та нахил електрода вибирає зварник, виходячи з умов забезпечення певної якості та розмірів (глибини проплавлення, опуклості та ширини) шва.

У табл. 7.2—7.9 наведено орієнтовані режими дугового зварювання штучними плавкими електродами різних металів і сплавів при виконанні різноманітних типів зварних з'єднань.

7.2 Зварювальний струм, А, при застосуванні електродів АНО

Діаметр електрода, мм	Положення шва	АНО-1	АНО-3, АНО-4	АНО-5	АНО-6	АНО-7, АНО-8	АНО-9	АНО-11
		3	Нижнє	—	100—140	—	100—150	100—140
	Вертикальне	—	90—100	—	90—120	100—110	—	90—110
	Стельове	—	100—120	—	90—130	120—130	—	100—130
4	Нижнє	180—240	170—200	160—230	160—210	170—200	160—190	170—200
	Вертикальне	—	140—160	120—160	150—180	130—140	160—200*	130—150
	Стельове	—	140—170	130—180	140—180	150—170	—	150—170
5	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
	Стельове	—	—	—	—	170—190	—	170—190
6	Нижнє	350—400	270—320	270—380	280—350	—	—	—

*При зварюванні низу вгору зварювальний струм 130—150 А.

**При зварюванні низу вгору зварювальний струм 160—180 А.

7.3 Режими ручного дугового зварювання стикових з'єднань

(положення шва — нижнє)

Товщина металу, мм	Кількість шарів у шві	Номер шару	Діаметр електрода, мм	Зварювальний струм, 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
		III	4	140—160	180—200	160—190
10—12	2—3/підварочний	Наступні	5	180—200	250—270	230—250
		Підварочний	4	160—180	200—220	170—200
		I	4	160—180	200—220	160—190
12—18	4—5/підварочний	Наступні	5	220—250	250—270	230—250
		Підварочний	5	180—200	230—250	200—250
		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

Примітки: 1. Режими зварювання наведені для металу завтовшки 4—8 мм без розчищення кромки, 10—18 мм з V-подібним та 12—60 з X- і U-подібним розчищенням кромки.
2. У чисельнику наведено кількість шарів з одного боку шва, у знаменнику — з іншого.

7.4 Режими ручного дугового зварювання низьколегованих сталей

Електрод	Діаметр електрода, мм	Зварювальний струм, А, при положенні шва		
		нижньому	вертикальному	стельовому
УОНИ 13/55	3	80—110	70—100	70—100
	4	120—150	100—130	100—130
	5	160—190	140—170	—
	6	190—230	170—210	—
ДСК-50	3	100—130	90—110	90—110
	4	160—200	140—180	140—180
	5	220—240	180—220	—

Продовження табл. 7.4

Електрод	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А, при положенні шва		
		нижньому	вертикальному	стельовому
СК-2-50	4,0	160—220	140—180	140—180
	5,0	180—280	160—200	—
КД-11	3,0	100—140	100—120	100—120
	4,0	160—220	140—180	—
АНО-25	5,0	180—280	160—200	—
	3,0	60—100	70—110	80—130
	4,0	140—170	130—150	130—170
АНО-26	5,0	160—230	160—180	—
	3,0	80—130	70—110	160—240
АНО-27	4,0	120—180	120—150	160—180
	5,0	160—240	130—170	—

7.5 Режими ручного дугового одноелектродного зварювання арматурних стержнів протяжними та багатошаровими швами

Діаметр стержня, мм	Кількість шарів у шві	Номер шару	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Положення шва у просторі
До 20	1	I	4	150—175	Нижнє або вертикальне
22—32	1	I	5	220—225	Нижнє
	2	I	4	200	“
36—40	2	II	2×4	300	“
	2	I	5	250	“
45—80	2	II	2×5	400	“
	2	I	5	175	Вертикальне

7.6 Режими дугового ванного одноелектродного зварювання стикових з'єднань горизонтальних арматурних стержнів у мідних формах

Діаметр стержня, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Зазор між торцями стержнів, 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

7.7 Орієнтовні режими ручного зварювання бронз штучними електродами

Тип бронзи	Марка стержня електрода	Діаметр електрода, мм	Зварювальний струм, А
Олов'яний	Бр ОФ 9-0,3	5—6	160—220
	Бр ОФ 6,5-0,4	7—8	220—260
Алюмінієвий	Бр АЖ 9-4	5—6	220—280
	Бр АЖМц 10-3-1,5	—	—

Примітка. Струм постійний, полярність зворотна.

7.8 Орієнтовні режими ручного дугового зварювання алюмінію та його сплавів покритими електродами

Товщина деталі, мм	Діаметр електрода, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В
6	5	280—200	30—34
8	6	300—320	30—34
10	6—7	320—380	30—34
12	8	350—450	32—36
14	8	400—450	32—36
16	8	400—450	32—36
18	8—10	450—500	32—36
20	8—10	500—550	32—36

Примітка. Струм постійний зворотної полярності. Зварювання проводять безперервно у межах одного електрода без коливань його кінця. Дані наведено для електродів марок ОЗА, ЭА, АФ тощо.

7.9 Орієнтовні режими ручного зварювання міді покритими електродами

Товщина металу, мм	Діаметр електрода, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В
2	2—3	100—120	25—27
3	3—4	120—160	25—27
4	4—5	160—200	25—27
5	5—6	240—300	25—27
6	5—7	260—340	26—28
7—8	6—7	380—400	26—28
9—10	6—8	400—420	26—28

Примітка. Зварювання виконується на постійному струмі зворотної полярності. Деталі завтовшки понад 10—12 мм зварюють у 3—6 шарів струмом 500 А електродами діаметром $d_e = 6—8$ мм.

Ручне дугове зварювання неплавким вольфрамовим електроодом у захисних газах використовується для з'єднання деталей широкого кола легованих та високолегованих сталей, кольорових металів і сплавів, а також для виконання кореневих і підварочних швів до застосування інших способів зварювання. Таке зварювання може виконуватись без присадки і з присадкою-дротом, яка додатково подається зварником у зону плавлення при постійно існуючій дузі змінного чи постійного струму. Ручне дугове зварювання вольфрамовим електроодом тонкостінних деталей з кольорових металів може виконуватись і в імпульсно-дуговому режимі, коли водночас існують дві дуги: одна — основна імпульсна постійного струму, інша — постійно існуюча малопотужна, або чергова дуга (як правило, живиться від самостійного джерела живлення).

При зварюванні на прямій полярності на виробі виділяється до 70 % теплоти дуги, що гарантує більш глибоке проплавлення основного металу. При зворотній полярності на електроді-аноді виділяється більша кількість теплової енергії, що призводить до його перегріву і навіть оплавлення. Тому зварювання на зворотній полярності вольфрамовим електроодом не застосовують. На постійному струмі прямої полярності зварюють леговані сталі, титан, мідь та їх сплави. Змінний струм використовують для зварювання алюмінію та алюмінієвих сплавів, а також мідних сплавів з високим вмістом алюмінію.

Розміри та форма зварних швів, що виконуються ручним зварюванням неплавким електроодом, залежать від основних параметрів режиму так само, як і при ручному зварюванні плавким електроодом.

Перед зварюванням кінець вольфрамового електрода загострюють під кутом 30—60° на довжину двох-трьох діаметрів. Форма загострення залежить від товщини деталі і впливає на форму й розміри швів. Із зменшенням кута загострення та діаметра притуплення глибина проплавлення у певних межах зростає.

Як захисні гази при зварюванні неплавким електродом використовують аргон (для алюмінію, титану, мідних сплавів), азот або суміш азоту з гелієм та аргоном (для міді).

Надійність захисту металу визначається діаметром сопла пальника. Рекомендуються такі розміри вихідного сопла:

Діаметр вольфрамового електрода, мм	Діаметр вихідного сопла пальника, мм
2—3	10—12
4	12—16
5	14—18
6	16—22

Режим ручного дугового зварювання неплавким електродом у середовищі інертних газів вибирають також із урахуванням товщини зварюваного металу й діаметра вольфрамового електрода (ГОСТ 23949-80).

Залежність зварювального струму від діаметра вольфрамового електрода наведена у табл. 7.10.

7.10. Залежність зварювального струму, А, від діаметра вольфрамового електрода

Діаметр вольфрамового електрода, мм	Змінний струм при зварюванні		Постійний струм при зварюванні	
	в аргоні	в гелії	в аргоні	в гелії
1	10—75	10—40	20—65	10—50
2	40—90	30—60	65—200	50—150
3	90—150	60—120	200—300	150—200
4	150—220	100—180	300—400	200—300
5	220—300	150—200	350—400	300—350
6	300—400	200—300	300—480	300—400

Примітка. Для зварювання на змінному струмі застосовують електродні дроти з чистого вольфраму, на постійному — з вольфраму з добавками окисів лантану, ітрію або торію.

У табл. 7.11—7.14 наведено орієнтовні режими ручного аргонодугового зварювання деяких металів. У випадках зварювання з присадкою її хімічний склад, як правило, відповідає складу зварюваного металу.

7.11. Орієнтовні режими аргонодугового зварювання стикових з'єднань титанових сплавів

Товщина металу, мм	Діаметр вольфрамового електрода, мм	Діаметр присадкового дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Витрата аргону, л/хв, для захисту	
					дуги	зворотного шва
<i>Без розчищення</i>						
0,8	1,0	0,8—2,0	30—50	12—15	8—12	3—4
1,0	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
<i>V-подібна підготовка кромок, 60°</i>						
4,0	2,0	2,5—3,0	120—130	14—16	12—14	3—4

7.12. Орієнтовні режими зварювання міді у середовищі азоту вольфрамовим електродом

Товщина деталі, мм	Діаметр вольфрамового електрода, мм	Діаметр присадкувального дроту, мм	Зварювальний струм, А	Діаметр вихідного отвору сопла пальника, мм
1,2—1,5	2,5—3,0	1,6—2,0	120—130	6—8
2,5—3,0	3,0—4,0	2,5—3,0	200—230	8—10

Примітка. Присадка — бронза Бр КМц-3-1.

7.13. Орієнтовні режими дугового зварювання алюмінію неплавким електродом

Тип з'єднання	Товщина деталі, мм	Діаметр, мм		Захисний газ				Кількість проходів
		вольфрамового електрода	присадкувального дроту	аргон		гелій		
				сила зварювального струму, А	витрата газу, л/хв	сила зварювального струму, А	витрата газу, л/хв	
З відбортовкою	1,0	1,0	—	45—50	4—5	35—45	12—15	1
	1,5	1,5—2,0	—	70—75	5—6	50—60	18—20	1
	2,0	1,5—2,0	—	80—85	7—8	65—75	20—22	1
У стик, без розчищення кромок, одностороннє	2,0	1,5—2,0	1,0—2,0	55—75	5—6	50—60	18—20	1
	3,0	3,0—4,0	2,0—3,0	100—120	7—8	100—160	24—30	1
У стик, без розчищення кромок двостороннє	4,0	3,0—4,0	2,0—3,0	120—150	8—10	90—120	26—31	1
	4,0	3,0—4,0	3,0—4,0	120—180	7—8	100—160	20—26	2
У стик, з розчищенням кромок	5,0	4,0—5,0	3,0—4,0	200—280	8—10	160—200	22—28	2
	6,0	4,0—5,0	3,0—4,0	240—270	8—10	200—240	22—28	2
Таврове, кутове, напусткове	6,0	4,0—5,0	3,0—4,0	220—280	7—8	180—240	20—26	3
	8,0	4,0—5,0	4,0—5,0	270—300	9—12	250—280	27—35	3
	10,0	5,0—6,0	4,0—5,0	270—380	9—12	250—280	27—35	3
Таврове, кутове, напусткове	2—4	2,0—4,0	1,5—4,0	100—200	5—7	80—160	16—18	1—2
	4—8	4,0—5,0	3,0—4,0	200—300	7—8	180—250	20—24	2—4
	10	5,0—6,0	4,0—5,0	270—320	9—10	250—300	25—28	2—4

7.14. Орієнтовні режими аргонодугового зварювання міді вольфрамовим електродом

Підготовка кромок	Товщина деталі, мм	Діаметр електрода, мм	Діаметр присадкувального дроту, мм	Число проходів (крім підварочного)	Витрата аргону, л/хв	Зварювальний струм, А
Без розчищення	1,2	2,5—3,0	1,6	1	7—8,5	120—130
	1,5	2,5—3,0	2,0		7—8,5	140—150
	2,5	3,5—4,0	2,5—3,0		7,5—9,5	220—230
	3,0	3,5—4,0	2,5—3,0		7,5—9,5	230—240
V-подібне розчищення кромок ($\alpha=70\dots 90^\circ$)	10,0	4—4,5	3,0	3	7—8	Перший прохід 200—300
		4—4,5	5,0		7	Другий прохід 200—350
		4—4,5	6,0		7	Третій прохід 200—400
		4—4,5	3,0		7	Підварочний шов 250—350
	12,0	4—4,5	3,0	4	8—10	Перший прохід 250—350
		4—4,5	5,0		8—10	Другий прохід 250—400
		4—4,5	6,0		8—10	Третій прохід 300—450
		4—4,5	6,0		8—10	Четвертий прохід 300—450
		4—4,5	3,0		8—10	Підварочний шов 250—350

Підготовка кромок	Товщина деталі, мм	Діаметр електрода, мм	Діаметр присаджувального дроту, мм	Число проходів (крім підварочного)	Витрата аргону, л/хв	Зварювальний струм, А
Х-подібне розчищення кромок ($\alpha=70\dots90^\circ$)	19	5—5,5	3,0	6	10—12	Перший і другий проходи 250—400
		5—5,5	5,0		10—12	Третій і четвертий проходи 250—450
	25	5—5,5	6,0	8	10—12	П'ятий і шостий проходи 300—500
		5—5,5	3,0		12—14	Перший і другий проходи 250—400
		5—5,5	5,0		12—14	Третій і четвертий проходи 300—500
		5—5,5	6,0		12—14	Сьомий і восьмий проходи 350—600

Зварювальний струм регулюється спеціальним пристроєм джерела живлення. Вимірюється амперметром, послідовно ввімкненим у коло із зварювальною дугою. Постійний струм вимірюють найчастіше приладами магнітоелектричної системи, змінний — амперметрами електромагнітної системи. Розширення меж вимірювань амперметром досягається застосуванням шунтів-опірників у колах постійного струму, які з'єднуються паралельно з амперметром. У колах змінного струму з цією метою використовуються трансформатори струму.

Напруга на дузі, як вже зазначалося, відповідає довжині дуги, яку зварник підтримує у межах $1,0—1,1 d_e$ де d_e — діаметр електродного стержня. Вимірюють напругу дуги вольтметрами, ввімкненими паралельно у зварювальне коло.

7.2. МЕХАНІЗОВАНЕ, НАПІВАВТОМАТИЧНЕ ТА АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ У СЕРЕДОВИЩІ ЗАХИСНИХ ГАЗІВ ВІДКРИТОЮ ДУГОЮ ТА ПІД ШАРОМ ФЛЮСУ

Напівавтоматичне зварювання у захисних газах та незахищеною — відкритою дугою з успіхом використовується для виконання як коротких, так і довгих прямолінійних і криволінійних швів, швів у різних просторових положеннях. Спосіб характеризується тією ж маневреністю, що й ручне дугове зварювання. Перевагами напівавтоматичного зварювання є вища продуктивність, невелика кількість шлаку, малі затрати праці та часу на розчищення шва, а також можливість вільного спостереження за дугою.

Напівавтоматичне зварювання може виконуватися дротом суцільного перерізу або порошковим. Як захисні застосовуються вуглекислий газ, аргон, гелій, азот, а також суміші цих газів, у тому числі й з киснем. Захисний газ вибирають з урахуванням властивостей зварюваного металу і вимог до зварних швів.

Інертні гази застосовуються у зварюванні хімічно активних металів, активні — коли потрібні властивості металу можуть бути забезпечені за рахунок металургійних процесів.

Суміші газів (інертних з активними) застосовують для підвищення стійкості горіння дуги, збільшення глибини проплавлення, зменшення розбризкування, поліпшення формування шва, підвищення щільності металу швів, підвищення продуктивності зварювання тощо.

Напівавтоматичне зварювання плавким електродом виконується на постійному струмі (частіше при зворотній полярності), неплавким електродом — на змінному або постійному струмі прямої полярності.

Автоматичне зварювання з газовим або флюсовим захистом застосовується для з'єднання деталей завтовшки від 2 до 100 мм.

Завдяки підвищеній густині струму на електродному дроті автоматичне зварювання характеризується високою продуктивністю, а також високою якістю металу шва, що пояснюється надійним захистом зони зварювання від впливу оточуючого середовища.

Зварювання під шаром флюсу виконується одним або кількома дротами в одну або окремі ванни від джерел змінного чи постійного струму.

Автоматичне та напівавтоматичне зварювання плавким і неплавким електродом може здійснюватися у режимі безперервного або імпульсного горіння дуги.

Основні параметри режиму напівавтоматичного та автоматичного зварювання (зварювальний струм, напруга на дузі, рід струму й полярність, діаметр електродного дроту та швидкість зварювання) впливають на розмір й форму шва так само, як і при ручному зварюванні. Параметри, характерні лише для механізованого зварювання, виявляють свій вплив таким чином. Із збільшенням вильоту електрода зростає інтенсивність підігріву та збільшується швидкість його плавлення, внаслідок чого знижується сила зварювального струму, а тому й глибина провару. Із зменшенням вильоту маємо зворотне явище.

Із зменшенням насипної маси флюсу збільшується об'єм порожнини навколо стовпа дуги, що збільшує рухливість дуги та ширину шва. Глибина провару при цьому зменшується.

Коригуванням витрати порошкового присаджувального металу на 1 м шва збільшують ширину шва і одержують оптимальні енергетичні характеристики та продуктивність процесу зварювання під шаром флюсу.

Параметри імпульсів струму при імпульсно-дуговому зварюванні плавким електродом (амплітуда струму, його тривалість, а також тривалість пауз між імпульсами) впливають на характер перенесення металу в дузі та сталість процесу зварювання.

Робочі параметри режиму напівавтоматичного та автоматичного зварювання вибирають, орієнтуючись на потрібну глибину проплавлення основного металу $h = \delta/2 + 1\dots3$ мм, де δ — товщина зварюваного металу, мм. Відомо, що на 1 мм проплавлення в середньому доводиться 80—100 А, тому зварювальний струм визначають за формулою

$$I = (80\dots100)h.$$

Визначити зварювальний струм можна також за відношенням граничного значення струму на 1 мм діаметра електродного дроту:

Діаметр електродного дроту, мм	Струм на 1 мм діаметра електрода, А
2	100—300
3	105—210
4	110—200
5	120—200
6	130—200

Діаметр електродного дроту орієнтовно можна знайти за формулою

$$d_e = 1,13 \sqrt{I_{33}/j},$$

де I_{33} — зварювальний струм, А; j — допустима густина струму, А/мм².

Наприклад, для автоматичного зварювання стикових швів без скосу кромок діаметр дроту залежить від допустимої густини струму таким чином:

Діаметр електродного дроту d_e , мм	Допустима густина струму, А/мм ²
2	65—200
3	45—90
4	35—60
5	30—50
6	25—45

Дріт діаметром 1—3 мм використовується у напівавтоматах і автоматах з механізмами, які забезпечують постійну швидкість подачі дроту. Зварювання й наплавлення дротом більшого діаметра раціональніше виконувати на апаратах з автоматичним регулюванням напруги на дузі з примусовою зміною швидкості подачі електрода. Напруга на дузі регулюється у зварювальних автоматах спеціальними регуляторами.

Напругу на дузі (табл. 7.15) та швидкість зварювання вибирають для прийнятних діаметра дроту й зварювального струму з урахуванням вимог до форми і розмірів швів.

7.15. Значення напруги на дузі при автоматичному зварюванні під шаром флюсу

Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В
2—3	200—300	30—32
	300—400	32—36
	400—600	36—40
4—6	400—600	34—38
	700—900	38—42
	900—1100	40—44

У більшості напівавтоматів та автоматів з постійною швидкістю подачі дроту та працюючих за принципом саморегулювання дуги зварювальний струм на-строюється зміною швидкості подачі електродного дроту при зміні пар шестерень у коробках швидкостей, варіаторними механізмами або регуляторами частоти обертання двигунів постійного струму.

В апаратах з автоматичними регуляторами напруги дуги зварювальний струм установлюється на джерелі живлення зміною напруги неробочого ходу або нахилу вольт-амперної характеристики.

Рід струму та полярність визначаються фізичними й технологічними особливостями способу зварювання. Так, механізоване зварювання плавким електро-дом у середовищі захисних газів, самозахисним дротом або під шаром флюсу, склад якого містить велику кількість фтору, потребує застосування постійного струму зворотної полярності, аргонодугове зварювання — постійного струму прямої полярності.

Флюс вибирають залежно від виду зварюваного металу:

Зварюваний метал	Флюс
Вуглецеві та низьколеговані сталі	AE-348A, OClI-45
Низьколеговані та середньолеговані сталі	АН-10, АН-32
Високоміцні середньолеговані сталі	АН-14, АН-15
Низьколеговані сталі (багатодугове швидкісне зварювання)	АН-60
Високолеговані сталі	АН-26, АНФ-5
Мідь та її сплави	АН-20

Захисний газ для зварювання вибирають залежно від хімічного складу металу та особливостей конструкції виробу:

Призначення	Захисний газ
Зварювання тонколистових з'єднань з високолегованих не-ржавіючих та жароміцних сталей, алюмінію, міді, титану та їх сплавів	Аргон (ГОСТ 10157-79*)
Заміна аргону для піддування (при зварюванні) активних і рідкісних металів. Додатки до аргону при зварюванні міді, алюмінію, титану та їх сплавів	Гелій (ГОСТ 20461-75*)
Зварювання міді та мідних сплавів	Азот (ГОСТ 9293-74*)
Зварювання вуглецевих, низьколегованих та високолегова-них нержавіючих сталей; зварювання у суміші газів тонколи-стових конструкцій зі сталей	Вуглекислий газ (ГОСТ 8050-85)

Рекомендації щодо вибору орієнтовних режимів механізованого, напівавтоматичного та автоматичного зварювання плавким електро-дом у вуглекислому газі, у середовищі аргону та під шаром флюсу для різних металів і сплавів наведено в табл. 7.16—7.36.

7.16. Режим механізованого зварювання сталей у вуглекислому газі стикових з'єднань без скосу кромок

Товщина металу, мм	Діаметр електродно-го дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год
<i>Однобічні шви</i>				
1	0,8	50—60	18—20	14—16
2	1	90—120	19—21	18—28
3—5	2	160—200	27—29	20—22
6—8	2	280—300	28—30	20—25
<i>Двобічні шви</i>				
3—5	2	160—200	27—29	20—22
6—8	2	280—300	28—30	25—30
10	2	280—320	30—32	22—26
12—14	2	300—340	32—34	20—22

Примітка. Виліт електрода 12—20 мм.

7.17. Режими механізованого зварювання сталей у вуглекислому газі V- та X-подібних стикових з'єднань (двобічні шви)

Товщина металу, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год
<i>V-подібне розчищення кромок</i>			
18—26	280—300	28—30	16—20
	380—400	30—32	18—22
18—26	420—440	30—32	16—22
<i>X-подібне розчищення кромок</i>			
12—18	380—400	30—32	16—20
20—26	420—440	30—32	16—22
28—40	440—460	32—34	16—22

Примітки: 1. Дані наведено для зварювання дротом діаметром 2 мм, виліт електро-да 12—20 мм.

2. У чисельнику — режими для першого проходу і підварочного шва.

7.18. Режими автоматичного та механізованого зварювання у вуглекислому газі таврових з'єднань сталей без скошу кромок (двобічні та однібічні шви)

Катет шва, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Виліт електрода, мм	Зварювальний струм, 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

7.19. Режими автоматичного зварювання кутових швів вуглецевих та низьколегованих сталей у вуглекислому газі

Товщина металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год	Катет шва, мм	Кількість шарів	Витрата 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
	0,8	90	18—19	16—18	1,2—2,0	1	6—8	7—9
1,5—2,0	0,8	75	18—20	16—18	1,5—3,0	1	6—8	7—9
	0,8	110	19—20	16—18	2,0—3,0	1	6—8	7—9
	1,0	75—120	18—19	13,7—18	1,5—4,0	1	8—10	8—10
1,5—3,0	1,2	90—130	19—21	12,6—16	2,0—6,0	1	8—10	10—12
	1,2	120—150	20—22	16—18	3,0—4,0	1	12—16	10—12
	1,6	150—180	27—29	20—22	3,0—4,0	1	12—16	16—18
3,0—4,0	2,0	300—350	30—32	25—30	7,0—9,0	1—2	17—18	20—24
	2,0	300—350	30—32	25—32	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

7.20. Режими зварювання електрозаклепками у вуглекислому газі з проплавленням верхнього елемента

Товщина металу, мм		Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, 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	350—400	32—34	1,5—1,8
2,0	8,0	2,0	450—500	35—37	1,2—1,5
2,0	8,0	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

7.21. Режими механізованого зварювання арматурних стержнів відкритою дугою самозахисним дротом суцільного перерізу

Діаметр стержня, мм	Вертикальні стики			Горизонтальні стики		
	Діаметр дроту, мм	Напруга на дузі, В	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Діаметр дроту, мм	Напруга на дузі, В	Швидкість подачі електродного дроту, м/год
20—22	1,6	24—25	186	1,6	29—30	241
25—28	1,6	25—26	215	1,6	29—30	241
32	1,6—2,0	26—30	253	2,0	30—32	312
36	1,6—2,0	26—27	253	2,0	30—32	312
40	1,6—2,0	29—30	274	2,0	30—32	312

7.22. Режими механізованого зварювання сталей під флюсом

Товщина металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Постійний струм зворотної полярності		Швидкість подачі електродного дроту, 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

7.23. Режими автоматичного наплавлення під флюсом

Електродний матеріал	Діаметр електродного дроту, розміри стрічки, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість наплавлення, м/год
Дріт суцільного перерізу	2	300—400	28—34	15,5—61
	3	300—600	30—36	
	4	400—800	34—40	
	5	500—1000	36—45	
	2,0	150—250	26—30	
2,5	180—300	28—34		
3,0	200—400	5,6—14		
Порошковий дріт	3,6	240—450	34—40	
	60×0,5	500—800	24—28	10—20
	100×0,5	800—1000	30—34	

7.24. Орієнтовні режими автоматичного зварювання під флюсом стикових швів металоконструкцій на флюсовій подушці

Товщина металу, мм	Тип шва та підготовка кромок	Зазор, мм	Діаметр, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В		Швидкість зварювання, $1 \cdot 10^{-3}$ м/с
					змінний струм	постійний струм зворотної полярності	
10	Однібічний без розчищення кромок	2—4	5	700—750	34—38	30—32	7,8—8,3
14		4—6	5	850—900	36—40	30—34	7—7,5
16		5—7		900—950	28—42	30—34	5,6—6,1

Продовження табл. 7.24

Товщина металу, мм	Тип шва та підготовка кромок	Зазор, мм	Діаметр, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В		Швидкість зварювання, $1 \cdot 10^{-3}$ м/с
					змінний струм	постійний струм зворотної полярності	
10	Двобічний без розчищення кромок	2—4	5	700—750	36—40	30—34	7,8—8,3
14		2—4	4	675—725			7,8—8,3
16		2—4	5	725—775			7,5—8,1
Понад 17	Багат шаровий одна та двобічний з V- та X-подібною підготовкою кромок	3—1	4—5	750—800	36—38	33—35	5,6—6,1
		3—1	4—5	825—875*	38—40		

* Режим наведено для другого та наступних шарів.

7.25. Орієнтовні режими автоматичного зварювання сталей під флюсом

Товщина металу, мм	Максимальний зазор між кромками, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/с
<i>Однобічне зварювання</i>				
6	1,5—2	650—700	34—38	0,011
8	2—3	750—800	36—38	0,013
10	2,5—3,5	750—900	38—40	0,0089
12	3—4	800—900	38—40	0,007
<i>Двобічне зварювання</i>				
6	1—1,5	400—500	30—34	0,011
8	1,5	500—600	32—34	0,013
10	1,5	600—650	34—36	0,012
12	1,5	650—700	36—38	0,01
16	2	750—800	38—40	0,0089
20	3	850—900	30—42	0,007
30	6—7	850—900	38—40	0,0038
40	8—9	1050—1150	40—42	0,0033

Примітки: 1. Зварювання без розчищення кромок, зварювальний дріт діаметром 5 мм.

2. Однобічне зварювання виконують на флюсо-мідній підкладці.

3. Зварювання першого шару шва при двобічному зварюванні здійснюють на флюсовій подушці.

7.26. Орієнтовні режими автоматичного зварювання під флюсом стикових швів на титані

Товщина металу, мм	Зварювання	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість подачі дроту, м/с	Швидкість зварювання, $1 \cdot 10^{-2}$ м/с
2,5	На підкладці, що залишається	2	180—200	30—32	4,2—4,8	1,3—1,5
3	Те саме	2,5	240—260	30—32	4,2—4,8	1,3—1,5
4	“	2,5	270—290	30—32	4,8—5,3	1,3—1,5
4	На мідній підкладці	3	340—360	32—34	4,1—4,3	1,3—1,5
5	Те саме	3	370—390	32—34	4,5—4,8	1,3—1,5
6	“	3	390—420	32—34	4,8—5,1	1,3—1,4

Продовження табл. 7.26

Товщина металу, мм	Зварювання	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість подачі дроту, м/с	Швидкість зварювання, $1 \cdot 10^{-2}$ м/с
8	Двобічне на мідній підкладці	3	350—380	32—34	4,5—4,8	1,3—1,4
8		4	590—600	32—34	2,5—2,8	1,1—1,4
10	Двобічне	3	440—460	32—34	5,0—5,3	1,3—1,5
12		3	450—500	32—34	5,3—5,6	1,3—1,5
16	“	4	590—600	32—34	2,5—2,8	1,1—1,3
18—20	“	4	600—610	32—34	2,5—2,8	1,1—1,3

7.27. Орієнтовні режими автоматичного зварювання міді під флюсом

Товщина металу, мм	Розчищення кромок	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год (м/с)
<i>Стикове з'єднання</i>				
5—6	Без розчищення	500—550	38—42	45—40 (12,6—11,2)
10—12		700—800	40—44	20—15 (5,6—4,2)
16—20		850—1000	45—50	1,2—8 (3,4—2,2)
25—30	U-подібне	1000—1100	45—50	8—6 (2,2—1,7)
35—40		1200—1400	48—55	6—4 (1,7—1,1)
16—20	Однобічне	850—1000	45—50	12—8 (3,4—2,2)
<i>Кутове з'єднання</i>				
25—30	U-подібне	1000—1100	45—50	8—6 (2,2—1,7)
35—40		1200—1400	48—55	6,4—4 (1,7—1,1)
45—60		1400—1600	48—55	3—5 (0,98—0,84)

7.28. Орієнтовні режими автоматичного зварювання алюмінієвих бронз (Бр.АМц 9-2; Бр.АЖ9-4; Бр.АЖМц 10-3-1,5) під флюсом АН-20 дротом Бр.АМц 9-2 діаметром 5 мм

Товщина металу, мм	Розчищення кромок	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год ($1 \cdot 10^{-3}$ м/с)	Висота шару флюсу	Примітки	
10	Без розчищення	450	35—36	25 (7)	25	Двобічне зварювання Перший прохід Другий прохід Підварочний шов	
15		V-подібне	550	35—36	25 (7)		25
			650	36—38	20 (5,6)		30
26	X-подібне	650	36—38	25 (7,0)	30	Перші проходи Другі (зовнішні) проходи	
		750	36—38	25 (7,0)	30		
		800	36—38	20 (5,6)	30		

7.29. Орієнтовні режими автоматичного зварювання алюмінію по флюсу одним електродним дротом

Товщина металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Швидкість зварювання, м/год ($1 \cdot 10^{-3}$ м/с)	Шар флюсу, мм	
				Висота	Ширина
4	1,0—1,1	140—160	24—26 (6,7—7,2)	7	25
6	1,2—1,3	170—160	24—26 (6,7—7,2)	8	26
8	1,4—1,5	190—210	20—22 (5,6—6,0)	9	26
10	1,6—1,7	220—250	20—22 (5,6—6,0)	9	27
12	1,8—1,9	260—280	18—19 (5,0—5,3)	10	27
14	2,1—2,3	300—350	17—18 (4,7—5,0)	11	29

Товщина металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Швидкість зварювання, м/год ($1 \cdot 10^{-3}$ м/с)	Шар флюсу, мм	
				Висота	Ширина
16	2,5—2,6	350—370	16—17 (4,4—4,7)	11	32
18	2,8—2,9	400—450	15—16 (4,2—4,4)	12	42
20	3,0—3,1	450—470	14—15 (3,9—4,2)	14	40
22	3,2—3,3	470—480	13—14 (3,6—3,9)	15	44
25	3,5—3,7	500—550	12—13 (3,6—3,9)	16	46

7.30. Орієнтовні режими автоматичного зварювання алюмінію по флюсу розщепленим електродом

Товщина металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Відстань між осями дрітків, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год ($1 \cdot 10^{-3}$ м/с)	Шар флюсу, мм	
						Висота	Ширина
12	1,6	7—9	320—340	34—36	17—18 (4,7—5,0)	30	11
16	2,0	8—10	400—450	38—40	15—16 (4,2—4,4)	42	12
20	2,5	9—12	460—500	38—40	12—14 (3,3—3,9)	46	16

7.31. Орієнтовні режими зварювання високоміцних сталей у суміші 75 % аргону та 25 % вуглекислого газу

Діаметр зварювального дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Виліт дроту, мм	Витрата газу, л/хв
1,0	150—200	24—26	10—13	12—15
1,2	180—280	25—27	12—15	14—16
1,4	220—350	25—28	15—18	15—18
1,6	280—400	26—29	18—20	16—20

7.32. Орієнтовні режими автоматичного аргондугового зварювання алюмінію плавким електродом

Тип з'єднання	Товщина металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год ($1 \cdot 10^{-3}$ м/с)	Витрата аргону, л/хв	Кількість проходів
У стик, без розчищення кромки	4—6	1,5—2,0	140—220	19—22	25—30 (6,9—8,4)	6—10	2
	8—10	1,5—2,0	220—300	20—25	15—25 (4,2—6,9)	8—10	2
	12	2,0	280—300	20—25	15—20 (4,2—5,6)	8—10	2
У стик, з V-подібним розчищенням кромки, на підкладці	6—8	1,5—2,0	240—280	22—25	15—25 (4,2—6,9)	8—10	1
	10	2,0—2,5	420—460	27—29	15—20 (4,2—5,6)	8—10	1
У стик, з X-подібним розчищенням кромки	12—16	2,0—2,5	280—300	24—26	12—15 (3,3—4,2)	12—20	2—4
	20—25	2,5—4,0	380—520	26—30	10—20 (2,8—5,6)	28—30	2—4
	30—40	2,5—4,0	420—540	27—30	10—20 (2,8—5,6)	28—30	3—5
	50—60	2,5—4,0	460—540	28—32	10—20 (2,8—5,6)	28—30	5—8
Таврове	4—6	1,5—2,0	200—260	18—22	20—30 (5,6—8,4)	6—10	1
	8—12	2,0	270—300	24—26	20—25 (5,6—6,9)	8—12	1—2

7.33. Орієнтовні режими напівавтоматичного аргондугового зварювання алюмінію плавким електродом

Тип з'єднання	Товщина металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год ($1 \cdot 10^{-3}$ м/с)	Витрата аргону, л/хв	Кількість проходів
У стик, без розчищення кромки	4—6	1,5—2,0	140—240	19—22	20—30 (5,6—8,4)	6—10	2
	8—10	1,5—2,0	220—300	22—25	15—25 (4,2—6,9)	8—10	2
	12	2,0	280—300	23—25	15—18 (4,2—5,0)	10—12	2
У стик, з V-подібним розчищенням кромки, на підкладці	5—8	1,5—2,0	220—280	21—24	20—25 (5,6—6,9)	8—10	2—3
	10—12	2,0	260—280	21—25	15—20 (4,2—5,6)	8—10	3—4
У стик, з X-подібним розчищенням кромки	12—16	2,0	280—360	24—28	20—25 (5,6—6,9)	10—12	2—4
	20—25	2,0	330—360	26—28	18—20 (5,0—5,6)	12—15	4—8
Таврове, кутове та напусткове	30—60	2,0	330—360	26—28	18—20 (5,0—5,6)	12—15	10—40
	4—6	1,5—2,0	200—260	18—22	20—30 (5,6—8,4)	6—10	1
	8—16	2,0	270—330	24—26	20—25 (5,6—8,4)	8—12	2—6
20—30	2,0	330—360	26—28	20—25 (5,6—8,4)	12—15	10—40	

7.34. Режими автоматичного аргондугового зварювання плавким електродом стикових з'єднань високолегованих сталей

Товщина металу, мм	Зварювальний струм, А	Діаметр зварювального дроту, мм	Кількість шарів	Швидкість зварювання, м/год	Витрата аргону, л/хв
--------------------	-----------------------	---------------------------------	-----------------	-----------------------------	----------------------

• Без розчищення

1	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

V-подібне розчищення під кутом 50°

4	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

7.35. Орієнтовні режими зварювання стикових швів на титані плавким електродом у середовищі інертних газів без розчищення кромки

Товщина металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год ($1 \cdot 10^{-3}$ м/с)	Виліт електродного дроту, мм	Витрата захисного газу, л/хв
3—8	1,6	350—450	28—36	25—40	20—25	30—40
			22—28	7—11,2		
10—12	1,6—2	440—520	38—40	20—35	20—28	70—90
			30—34	(5,6—0,8)		
			42—48	25—30		
15	3	600—650	30—32	(7—8,4)	25—30	70—100
16—36	5	780—1200	46—52	15—25	40—55	100—120
			34—38	(4,2—7)		

Примітка. У чисельнику — при зварюванні у гелію, у знаменнику — в аргоні.

7.36. Режими механізованого аргонодугового зварювання титану плавким електродом

Товщина металу, мм	Зварювальний струм, А	Діаметр електродного дроту, мм	Напруга на дузі, В	Виліт електрода, мм	Витрата 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

Примітки: 1. Режими наведено для стикових, таврових та напунктових з'єднань.
2. Струм зварювання постійний зворотної полярності.

При механізованих та автоматичних способах зварювання неплавким електродом в інертному газі діаметр присаджувального дроту вибирають за потужністю дуги або діаметром вольфрамового електрода: $d_{пр} = 0,5...0,7 d_e$.

Параметри режиму автоматичного зварювання деяких металів неплавким електродом у захисних газах наведено в табл. 7.37—7.40.

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

Товщина металу, мм	Діаметр вольфрамового електрода, мм	Зварювальний струм, А	Діаметр присаджувального дроту, мм	Швидкість зварювання, м/год	Витрата аргону, л/хв
1,0	2	40—70	—	25—50	5—6
1,5	4	80—100	2,0	14,5—20	7—8
2,0	4	100—120	2,0	14,5—20	7—8
3,0	4	150—170	2,0	10—14,5	12—14
5,0	6	240—260	2,0	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

7.38. Режими автоматичного аргонодугового зварювання неплавким електродом титану та його сплавів

Товщина металу, мм	Діаметр вольфрамового електрода, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Довжина дуги, мм	Швидкість зварювання, м/год	Витрата аргону, л/хв	
						в зоні зварювання	із зворотного боку
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	15—20	27—28	4—5

Примітка. Діаметр присаджувального дроту 1,5...2 мм.

7.39. Режим автоматичного аргонодугового зварювання вольфрамовим електродом високолегованих сталей

Товщина металу, мм	Зварювальний струм, А	Швидкість зварювання, м/год	Витрата аргону, л/хв
<i>Стикове з'єднання з присадкою</i>			
1,0	80—140	32—65	4
2,0	140—240	20—32	6—7
4,0	200—280	14—32	7—8

Товщина металу, мм	Зварювальний струм, А	Швидкість зварювання, м/год	Витрата аргону, л/хв
<i>Стикове з'єднання без присадки</i>			
1,0	110—200	25—32	6—7
4,0	130—250	25—32	7—8

Примітки: 1. Діаметр присаджувального дроту 1,7—2 мм.

2. Струм постійний, прямої полярності.

7.40. Орієнтовні режими механізованого імпульсно-дугового зварювання неплавким електродом у середовищі аргоно стикових з'єднань з титану без розчищення кромок

Товщина зварюваного металу, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Швидкість зварювання, м/год ($1 \cdot 10^{-3}$ м/с)	Тривалість, с	
				імпульсу	паузи
<i>Однобічне зварювання</i>					
0,5	30—50	8,9	10—15 (2,8—4,2)	0,15—0,20	0,15—0,20
1,0	70—130	6—10	10—25 (2,8—7,0)	0,12—0,20	0,10—0,20
1,5	90—120	10—12	10—15 (2,8—4,2)	0,15—0,20	0,15—0,20
2,0	160—200	10—12	10—15 (2,8—4,2)	0,15—0,20	0,15—0,20
<i>Двобічне зварювання</i>					
1,5	85—135	6,8	12—24 (3,4—6,8)	0,12—0,22	0,10—0,12
2,0	130—175	6—8	12—24 (3,4—6,8)	0,16—0,38	0,10—0,14
3,0	250	10	24 (6,8)	0,16	0,12

Параметри режиму механізованого зварювання плавким електродом (табл. 7.41—7.42) устанавлюються так.

7.41. Режими імпульсно-дугового зварювання плавким електродом стикових з'єднань алюмінієвих сплавів у аргоні

Товщина зварюваного металу, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Зварювальний струм, А	Напруга на дузі, В	Виліт електрода, мм	Швидкість зварювання, м/год	Витрата 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

Примітка. Струм постійний, полярність зворотна.

7.42. Орієнтовні режими механізованого імпульсно-дугового зварювання плавким електродом

Типи з'єднань	Товщина зварюваного металу, мм	Просторове положення шва	Діаметр електродного дроту, мм	Середній струм, А	Швидкість подачі електрода, м/год	Напруга на дузі, В	Параметри імпульсів		
							Амплітуда, А	Тривалість, мс	Частота, с ⁻¹

Сплав АМзб, електродний дріт марки СВ-АМзб (в аргоні)

Стикові	4	Нижне	1,6	70—80	130—140	18—19	600	1,2	100
	4	Вертикальне	1,6	70—80	130—140	18—19	500	1,2	50
	4	Стьєлове	1,6	70—80	130—140	18—19	400	2,0	50
	4	Нижне	1,6	120	200—220	19—20	550	1,2	100
	4	Вертикальне	1,6	120	200—220	19—20	480	1,2	50
	4	Стьєлове	1,6	120	200—220	19—20	380	2,0	50
	6	Нижне	2,0	140	170—180	19—20	550	1,2	100
	6	Вертикальне	2,0	140	170—180	19—20	360	2,0	50
	10	Нижне	2,0	160—180	250	20—22	650	1,2—2,0	100
	10	Стьєлове	2,0	160—180	250	20—22	600	1,2	100

Типи з'єднань	Товщина зварюваного металу, мм	Просторове положення шва	Діаметр електродного дроту, мм	Середній струм, А	Швидкість подачі електрода, м/год	Напруга на дузі, В	Параметри імпульсів		
							Амплітуда, А	Тривалість, мс	Частота, с ⁻¹
Таврові	4	Вертикальне	1,6	80—90	140—150	20—22	500	1,2	50
	4	Стельове	1,6	80—90	140—150	20—22	400	2,0	50
	6	Нижнє	1,6	140—160	230—250	22—23	500	1,2	100
	6	Вертикальне	1,6	140—160	230—250	22—23	300	2,0	100
	6	Стельове	1,6	140—160	230—250	22—23	500	1,2	100
	6	Стельове	2,0	140—160	175—195	22—23	360	2,0	100
	10	Нижнє	2,0	240—250	330—340	21—23	350	2,0	100
<i>Маловуглецева сталь, електродний дріт марки Св-08Г2С (в суміші 20 % Аг і 80 % СO₂)</i>									
Стикові кутові, напукстові	3	Нижнє	1,6	140—160	150—170	18—20	360—380	3,0	50
	4—5	Вертикальне	1,6	180—200	180—190	21—23	340—400		
	5—6	Нижнє	1,6	220—230	250	25—27	420—430		
<i>Маловуглецева сталь, електродний дріт марки Св-08Г2С, активуюче покриття поверхні дроту — водний розчин суміші 7,3 % Сs₂СO₃ і 1,2 % Na₂СO₃ (у вуглекислому газі, полярність пряма)</i>									
Кутові	3—4	Нижнє	1,6	220—260	190—200	23—25	550—600	4,5—5,0	100
Стикові	3—4		1,6	220—240	190—195	23—24	550—600	4,5—5,0	100
Кутові, напукстові	5—6		1,6	250—310	225—240	25—27	650—700	5,0	100
Стикові, кутові, напукстові	8—10		1,6—2,0	280—420	240	26—32	650—800	5,0	100
Кутове	4—6	Вертикальне зверху вниз	1,6	230—270	195—230	24—25	600—650	5,0	100
	4—5	Стельове	1,6	200—220	180—190	23—24	550—600	4,5—5,0	100

Примітка. 1. Зварювання металів завтовшки понад 4 мм з V-подібним розчищенням кромок за ГОСТ 14771-76.

Спочатку задаються вихідні дані — параметри режиму зварювання та параметри імпульсів. Можливі два варіанти: або задаються параметри режиму зварювання та параметри імпульсного процесу, або задаються лише параметри режиму зварювання. У другому варіанті слід визначити потрібні величини імпульсів. Устаткування настроюють у безімпульсному режимі. Джерело живлення настроюють на потрібну напругу неробочого ходу, а напівавтомат — на задану швидкість подачі електродного дроту. В імпульсних джерелах живлення з накопиченням енергії (конденсаторного типу) амплітуду імпульсів підбирають, змінюючи напругу заряду конденсаторів. Тривалість імпульсів устанавлюється коригуванням ємності та індуктивності розрядного кола.

В імпульсних джерелах без накопичувача енергії імпульси струму формуються подачею на дуговий проміжок трансформованої мережної напруги. Тривалість імпульсів устанавлюється зміною кута ввімкнення тиристорів, амплітуда — зміною живильної напруги. Слід надавати перевагу більш м'яким режимам — режимам, які характеризуються меншою амплітудою та більшою тривалістю імпульсів.

7.3. ЕЛЕКТРОШЛАКОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

Електрошлакове зварювання застосовується для з'єднання деталей практично будь-якої товщини і з будь-яких конструкційних металів та сплавів. Виконується електрошлакове зварювання одним або кількома дротиками, електродною глациною або плавким мундштуком. Джерелом нагріву є енергія, що виділяється у ванні розплавленого флюсу під час проходження крізь неї струму від електрода до виробу. Основні параметри режиму електрошлакового зварювання: зварювальний струм або відповідна швидкість подачі електродного дроту, напруга зварювання, товщина металу на один електрод, швидкість поперечного переміщення електрода, глибина шлакової ванни, виліт електрода, зазор між кромками деталей.

Із збільшенням зварювального струму ширина металевої ванни спочатку збільшується, а потім зменшується.

Глибина металевої ванни монотонно зростає із збільшенням зварювального струму. За певного струму у зварних швах можуть з'явитися гарячі тріщини через надмірне зростання глибини металевої ванни. Допустимий коефіцієнт форми ванни (відношення ширини металевої ванни до її глибини) та відповідно допустимий зварювальний струм залежить від товщини зварюваного металу, його хімічного складу, складу зварювальних матеріалів та жорсткості закріплення деталей. Допустимий струм обмежує допустиму швидкість зварювання. Експериментально устанавлено, що швидкість електрошлакового зварювання деталей завтовшки до 50 мм не повинна перевищувати 4 м/год, а товщих — 0,5 м/год.

Із збільшенням напруги зварювання ширина металевої ванни збільшується. При снаді напруги нижче певного мінімуму ширина ванни може стати меншою за ширину зазора між кромками, і тоді виникає непровар. Глибина металевої ванни із зміною напруги зварювання змінюється незначно. При збільшенні зазора між зварюваними кромками ширина металевої ванни зростає, а глибина не змінюється. Із збільшенням глибини шлакової ванни її ширина зменшується. Практично глибина шлакової ванни знаходиться в межах 30—70 мм.

Збільшення глибини шлакової ванни супроводжується зменшенням глибини металевої ванни. Із збільшенням кількості електродів ширина шва збільшується, що пояснюється зменшенням потужності та розосередженням джерела нагріву по товщині зварюваних кромок. При цьому збільшується й глибина металевої ванни. Збільшення швидкості зворотного-поступальних переміщень електродів уздовж зазора між кромками зменшує ширину шва. Проте чим більша швидкість подачі електродів, тим більшою може бути швидкість коливань і це не призводить до непроварів.

Додаткові параметри впливають на розміри та форму шва так. Збільшення діаметра електрода незначно зменшує глибину металевої ванни та збільшує її ширину. Із збільшенням вильоту електрода зварювальний струм зменшується, тому що зростає опір самого дроту. Внаслідок цього ширина й глибина металевої ванни помітно зменшуються. Так само діє й попереднє підігрівання електрода від додаткового джерела. Збільшення відстані між електродами діє зворотню збільшенню їхньої кількості. Висота підсилення шва залежить від заглиблення у формуючих канавках повзунів або накладок і приймається рівною 1,5—2 мм при зварюванні виробів без подальшої механічної обробки і 8—10 мм — з механічною обробкою.

Оптимальна швидкість подачі електродного дроту при електрошлаковому зварюванні знаходиться в межах 100—500 м/год (0,018—0,54 м/с), напруга — 35—58 В, сухий виліт електрода — 60—90 мм.

Кількість електродів та площу їх перерізу вибирають, виходячи з товщини зварюваних деталей. При товщині деталей 40—110 мм — один електрод, 110—150 мм — два, 250—500 — три.

Швидкість поперечних коливальних електродів звичайно становить 25—40 м/год (0,007—0,01 м/с).

Для електрошлакового зварювання вуглецевих сталей використовують флюси типу АН-8, АН-8М, АН-22, для легованих сталей підвищеної міцності — АН-9, для легованих та високолегованих сталей і сплавів — АНФ-1, АНФ-7, 48-ОФ-6 та ін., для зварювання чавуну — АНФ-14, титану та його сплавів — АН-Т2, на початку електрошлакового процесу — флюс АН-25 тощо.

Параметри режиму електрошлакового зварювання деяких сталей і титану наведено в табл. 7.43—7.45.

7.43. Режими електрошлакового зварювання сталей дрютяними електродами

Товщина зварюваного металу, мм	Зварювальний струм на один електрод, А	Напруга зварювання, В	Кількість електродів	Діаметр електродного дроту, мм	Швидкість поперечного руху електрода, м/год	Швидкість подачі електрода, м/год	Витримка електрода біля поверхні, с	Зазор, мм	Швидкість зварювання, м/год	Глибина шлакової ванни, мм	Сухий виліт електрода, мм
30	350—370	32—34	1	2,5	—	170	—	30	0,9—1,0	20—25	40—45
70	650	47	1	3	31	338,5—403	5	25—30	0,9—1,1	60—65	90—95
90	600—620	42—46	2	3	26—32	302,5	4—6	24—27	1,6	50—70	60—80
250	500—550	50—55	2	3	31	232—252	5	28—32	0,4—0,5	45—50	60—70
300	400—450	46—48	3	3	31—36	202—222	5	30	0,7	45—50	60—70
450	200	36—38	9	3	—	60—80	5	30—33	0,6	40—45	50—70

7.44. Режими електрошлакового зварювання сталей з присаджувальним порошкоподібним матеріалом (ППМ)

Товщина металу, мм	Зварювальний зазор, мм	Зварювальний струм, А	Напруга зварювання, В	Швидкість подачі електродного дроту (d = 4 мм), м/год	Витрата ППМ, г/с	Швидкість зварювання, м/год
30	25	900—1000	43—45	158,5	5—6	6
40	25	900—1000	48—50	158,5	6,7	4,5
50	26—27	1000—1100	50—52	187	6,7—7,5	4,6
60	27—28	1000—1100	52—54	187	7,5—8,4	4

7.45. Орієнтовні режими електрошлакового зварювання титану та його сплавів

Товщина металу, мм	Зазор між кромками, мм	Кількість дрютяних електродів	Зварювальний струм, А	Витрата аргону, л/хв
<i>Зварювання пластинчастим електродом*</i>				
30—50	23—25	—	1200—1600	6—7,2
50—80	23—25	—	1600—2000	8,4—12
80—100	24—26	—	2000—2400	12—14,4
110—120	24—26	—	2400—2800	14,4—16,8
<i>Зварювання плавким мундштуком**</i>				
100—110	30—32	1; 2	2510—2980	30
200—250	30—32	2; 3	4760—6210	42—48
300—350	32—34	3	7590—9260	54—60
400	32—34	4	10970	60

*Напруга зварювання 16—18 В, глибина шлакової ванни 30—40 мм.

**Напруга зварювання 19—22 В, глибина шлакової ванни 30—40 мм.

7.4. ПЛАЗМОВЕ ЗВАРЮВАННЯ

Плазмове зварювання застосовується для з'єднання деталей з низьковуглецевих, низьколегованих та високолегованих сталей і сплавів, а також з міді, нікелю, титану та їх сплавів.

Для отримання стисненої дуги — плазми (цілком або частково іонізованого газу з температурою в декілька тисяч градусів за Цельсієм) служать плазмотрони. Джерелом електронів у плазмотронах є електроди з чистого вольфраму або вольфраму з добавками окисів лантану чи ітрію.

Плазмоутворюючими та захисними газами в плазмотронах є аргон, гелій та водень (табл. 7.46).

7.46. Орієнтовні режими зварювання стикових з'єднань

Товщина металу, мм	Зварювальний струм, А	Напруга, В	Швидкість зварювання, м/год	Діаметр електрода, мм	Витрата газів, л/хв		Склад плазмоутворюючого і захисного газів
					плазмоутворюючого	захисного	
<i>Нержавіюча сталь</i>							
2,0	160—220	18—22	35—60	3,0	0,8—1,3	3—4	Ar
3,2	145	32	45	2,8	4,7	16,5	Ar+5 % H ₂
3,5	130—150	22—23	15—16	2,5	2,3	6	Ar
4,7	165	36	24	3,4	6,2	21,5	Ar+5 % H ₂
6,0	180—190	25—27	12—13	2,7	2,8	8,0	Ar
6,3	240	38	21	3,4	8,5	24	Ar+5 % H ₂
8,0	250	—	12	3,0	3,2	10	Ar
10,0	290	30	10	3,0	3,5	10,0	Ar
<i>Мідь</i>							
2,5	180	28	15	2,8	4,7	28,5	Ar
3,2	300	33	15	3,4	3,8	2,8	He*; Ar**
<i>Нікель</i>							
3,2	200	30	41	2,8	7,1	28,5	Ar+5 % H ₂
6,0	245	31,5	22,5	3,4	4,7	—	Ar+5 % H ₂
8,2	310	31,5	14	3,4	5,7	—	Ar+5 % H ₂
<i>Алюмінієвий сплав АМг 5М</i>							
6	200—250	35—36	30	—	2,0	15	Ar
8	300—320	36—37	25—27	—	2,0	18	Ar
10	320—350	36—37	22—25	—	2,0	21	Ar
<i>Низьковуглецева сталь</i>							
3,2	185	28	18	2,8	6,2	28,5	Ar
4,3	200	29	15	2,8	5,7	28,5	Ar
6,3	275	33	14	3,4	7,1	28,5	Ar

*Плазмоутворюючий газ.

**Захисний газ.

Керування геометрією швів при плазмовому зварюванні здійснюється зміною струму, полярності, витрати плазмоутворюючого та захисного газів, геометрії внутрішніх каналів плазмотрона тощо.

Наприклад, при зварюванні на зворотній полярності шви відрізняються підвищеним відношенням ширини шва до його глибини, а також більшою пло-

щею проплавлення, ніж на прямій полярності. Додатки до плазмотворюючого аргону 5—10 % водню призводять до розширення стовпа дуги та ширини шва. Зменшення струму до певного рівня зменшує провар, а збільшення витрати плазмотворюючого газу — збільшує проплавлення. Глибина проплавлення помітно зменшується із зростанням швидкості зварювання, при цьому зростає імовірність утворення підрізів. Зменшення діаметра сопла підвищує концентрацію теплової енергії, що вводиться до виробу.

Контрольні питання

1. Назвіть основні параметри режиму ручного дугового зварювання.
2. Як впливають основні параметри режиму ручного дугового зварювання на ширину шва та глибину проплавлення деталей?
3. Як вибирають діаметр електродів для ручного дугового зварювання?
4. Як вибрати вольфрамовий електрод для аргонодугового зварювання?
5. Перелічіть гази, використовувані при ручному зварюванні неплавким електродом.
6. Як впливає полярність постійного струму на особливості аргонодугового зварювання вольфрамовим електродом?
7. Назвіть основні параметри режиму автоматичного зварювання під шаром флюсу. Як вони впливають на розміри та форму шва?
8. Назвіть основні параметри електрошлакового зварювання та поясніть їх вплив на розміри та форму шва.
9. Назвіть декілька марок флюсів, які використовуються для зварювання під шаром флюсу та для електрошлакового зварювання.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Александров А. Г., Заруба И. И., Пинковский И. В. Источники питания для дуговой и электрошлаковой сварки. — Дн-ск: Промінь, 1978. — 152 с.
2. Александров А. Г., Заруба И. И., Пинковский И. В. Эксплуатация сварочного оборудования. — К.: Будівельник, 1990. — 224 с.
3. Закс М. И. Сварочные выпрямители. — Л.: Энергоатомиздат, 1986. — 96 с.
4. Закс М. И., Коганский Б. А., Печенин А. А. Трансформаторы для электродуговой сварки. — Л.: Энергоатомиздат, 1988. — 136 с.
5. Малышев Б. Д., Мельник В. И., Гегия И. Г. Ручная дуговая сварка. — М.: Стройиздат, 1990. — 319 с.
6. Оборудование для дуговой сварки / Под ред. В. В. Смирнова. — Л.: Энергоатомиздат, 1986. — 656 с.
7. Резницкий А. М., Коцюбинский В. С. Ремонт и наладка электросварочного оборудования. — М.: Машиностроение, 1991. — 265 с.
8. Розаренов Ю. Н. Оборудование для электрической сварки плавления. — М.: Машиностроение, 1987. — 208 с.
9. Сварка и резка в промышленном строительстве / Под ред. Б. Д. Малышева. М.: Стройиздат, 1989. — 590 с.
10. Технология механизированной дуговой и электрошлаковой сварки: Уч. пос. / Н. И. Каховский, Ю. М. Готальский, В. Е. Патон. — М.: Высш. шк., 1978. — 355 с.
11. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б. Е. Патона. — М.: Машиностроение, 1974. — 768 с.
12. Чвертко А. И., Патон В. Е., Тимченко В. А. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки / Под ред. Чвертко А. И. — М.: Машиностроение, 1981. — 264 с.
13. Шебеко Л. П. Оборудование и технология автоматической и механизированной сварки. — М.: Высш. шк., 1986. — 279 с.

ЗМІСТ

Розділ 1. Електрична зварювальна дуга та вимоги до джерел живлення	3
1.1. Фізичні явища в дуговому розряді	3
1.2. Електричні характеристики дуги	4
1.3. Вимоги до джерел живлення	4
1.4. Призначення та класифікація джерел	7
Контрольні питання	9
Розділ 2. Зварювальні трансформатори	9
2.1. Принцип дії	9
2.2. Трансформатори для ручного зварювання	11
2.3. Стабілізатори дуги змінного струму. Зварювальні трансформатори зі стабілізацією дуги	16
2.4. Трансформатори для механічного зварювання	18
2.5. Ввімкнення, налагоджування та технічне обслуговування	21
Контрольні питання	26
Розділ 3. Випрямлячі для дугового зварювання	26
3.1. Загальні відомості та класифікація випрямлячів	26
3.2. Принцип дії	27
3.3. Випрямлячі для ручного зварювання	30
3.4. Випрямлячі для механізованого зварювання у вуглекислому газі	32
3.5. Принцип дії універсальних випрямлячів з тиристорним вирівнюючим блоком	36
3.6. Багатопостові випрямлячі	39
3.7. Інверторні випрямлячі	42
3.8. Технічне обслуговування	42
Контрольні питання	44
Розділ 4. Зварювальні генератори та перетворювачі	45
4.1. Принцип дії колекторного та вентильного генераторів	45
4.2. Перетворювачі для ручного зварювання	48
4.3. Перетворювачі для механізованого зварювання	51
4.4. Універсальні генератори	52
4.5. Вентильні генератори	54
4.6. Ввімкнення, налагоджування та технічне обслуговування	55
Контрольні питання	56
Розділ 5. Зварювальні агрегати	56
5.1. Загальні відомості	56
5.1.2. Зварювальні агрегати з колекторними генераторами та бензиновими двигунами	57
5.3. Зварювальні агрегати з дизельними двигунами	60
5.4. Зварювальні агрегати з вентильними генераторами	64
5.5. Зварювальні агрегати з електроприводом	67
5.6. Ввімкнення, налагоджування та технічне обслуговування	68
Контрольні питання	77

Розділ 6. Обладнання для ручного дугового, механізованого, автоматичного зварювання	77
6.1. Обладнання поста ручного дугового зварювання	77
6.2. Напівавтомати для дугового зварювання	83
6.3. Підготовка напівавтоматів до роботи	96
6.4. Зварювальні автомати	102
6.5. Налаштування та експлуатація зварювальних автоматів	116
6.6. Устаткування для зварювання неплавким електродом	119
6.7. Обладнання для запалювання дуги	123
6.8. Автомати для зварювання неплавким електродом	125
6.9. Налаштування, експлуатація та ремонт устаткування для зварювання неплавким електродом	128
6.10. Устаткування для імпульсно-дугового зварювання плавким електродом	131
6.11. Установки для плазмового зварювання	133
6.12. Налаштування, експлуатація та ремонт устаткування для плазмового зварювання	136
6.13. Експлуатація та ремонт	138
6.14. Технічне обслуговування	140
6.15. Техніка безпеки	142
Контрольні питання	147
Розділ 7. Організація зварювальних робіт	149
7.1. Вибір та налаштування режимів ручного дугового зварювання	149
7.2. Механізоване, напівавтоматичне та автоматичне зварювання у середовищі захисних газів відкритою дугою та під шаром флюсу	158
7.3. Електрошлакове зварювання	171
7.4. Плазмове зварювання	173
7.5. Контрольні питання	175
Список рекомендованої літератури	175