

**Змістовий модуль 15. Електричне обладнання зварювальних установок.
Лекція № 21. Тема № 15. Електричне обладнання зварювальних
установок.**

План лекції

1. Види електричного зварювання
2. Основні вимоги до джерел живлення зварювальної дуги
3. Зварювальні перетворювачі постійного струму
4. Зварювальні апарати змінного струму
5. Електробезпека зварювальних робіт

1. Види електричного зварювання

Зварюванням називається процес одержання нероз'ємного з'єднання матеріалів шляхом місцевого нагрівання крайок деталей, що зварюються, до пластичного або розплавленого стану.

Міцність звареного з'єднання забезпечується атомними або молекулярними зв'язками. Важливе значення має при цьому взаємна дифузія атомів матеріалів, що зварюються.

Сучасна зварювальна техніка має у своєму розпорядженні велику різноманітність способів зварювання. Найбільше поширення одержало електричне дугове зварювання, при яким місцеве нагрівання крайок, що зварюються, здійснюється теплом електричної дуги.

Електродугове зварювання, при яким розплавлення металу крайок, що зварюються, деталей і електрода (або присадочного металу) проводиться за рахунок тепла, виділюваного електричною дугою, *виконується вручну, напівавтоматично й автоматично.*

Ручне дугове зварювання може проводитися двома способами: *способом Бенардоса й способом Славянова.*

Зварювання способом Бенардоса здійснюють у такий спосіб. Крайки виробу, що зварюються, приводять у зіткнення. Між електродом, який не плавиться (вугільним, графітовим чи вольфрамовим) і виробом збуджують електричну дугу. Крайки виробу і присадочний матеріал, що уводиться в зону дуги, нагрівають до плавлення й одержують ванночку розплавленого металу. Після затвердіння ванночки утворюється зварений шов. Даний спосіб використовується, як правило, при зварюванні кольорових металів або їх сплавів, а також при наплавленні твердих сплавів.

Зварювання способом Славянова виконують за допомогою електрода, що плавиться. Електрична дуга збуджується між металевим електродом, що плавиться, і крайками виробу, що зварюються. Виходить загальна ванна розплавленого металу, яка, прохолоджуючись, утворює зварений шов.

Автоматичне й напівавтоматичне зварювання під флюсом здійснюється шляхом механізації основних рухів, виконуваних зварником, - подачі електрода уздовж його осі в зону дуги й переміщення його уздовж шва, що зварюється.

При напіваавтоматичнім зварюванні механізована подача електрода уздовж його осі в зону дуги, а переміщення електрода уздовж шва, що зварюється, робить зварник вручну. При автоматичнім зварюванні механізовані всі операції, необхідні для процесу зварювання.

Розплавлений метал захищений від впливу кисню й азоту повітря спеціальним гранульованим флюсом. Висока продуктивність і гарна якість швів забезпечили широке застосування автоматичного й напіваавтоматичного зварювання під флюсом.

Електричне контактне зварювання проводиться за допомогою тепла, виділюваного струмом при проходженні через крайки виробу, що зварюються. При цьому в місці зіткнення крайок виділяється найбільша кількість тепла, що розігріває їх до зварювального стану. Завершується зварювання наступним здавлюванням крайок, що зварюються.

2. Основні вимоги до джерел живлення зварювальної дуги

Електродугове зварювання починається з короткого замикання зварювального ланцюга - контакту між електродом і деталлю. При цьому відбувається виділення теплоти й швидке розігрівання місця контакту. Ця початкова стадія вимагає підвищеної напруги зварювального струму.

У процесі зварювання при переході крапель електродного металу у зварювальну ванну відбуваються дуже часті короткі замикання зварювального ланцюга. Разом із цим змінюється довжина зварювальної дуги. При кожнім короткім замиканні напруга струму падає до нульового значення. Для наступного відновлення дуги необхідна напруга порядку 25...30 В. Така напруга повинна бути забезпечена за час не більше 0,05 с, щоб підтримати горіння дуги в період між короткими замиканнями.

Слід урахувати, що при коротких замиканнях зварювального ланцюга розвиваються великі струми (струми короткого замикання), які можуть викликати перегрів у проводці й обмотках джерела струму. Ці умови процесу зварювання в основному й визначили вимоги, пропоновані до джерел живлення зварювальної дуги. Для забезпечення стійкого процесу зварювання джерела живлення дуги повинні задовольняти наступним вимогам:

1. Напруга холостого ходу повинна бути достатньою для легкого збудження дуги й у той же час не повинна перевищувати норми техніки безпеки. Для однопостових зварювальних генераторів напруга холостого ходу не повинна бути більше 80 В, а для багатопостових - не більше 60 В. Для зварювальних трансформаторів установлена найбільша допустима напруга 70 В при зварювальній силі струму більше 200 А и напруга 100 В при зварювальній силі струму менше 100 А.

2. Напруга горіння дуги (робоча напруга) повинна швидко встановлюватися й змінюватися залежно від довжини дуги, забезпечуючи стійке горіння зварювальної дуги. Зі збільшенням довжини дуги напруга повинна швидко зростати, а зі зменшенням - швидко падати. Час відновлення робочої напруги від 0 до 30 В після кожного короткого замикання (при краплинному переносі металу від електрода до деталі, що зварюється) повинен бути менше 0,05 с.

3. Значення сили струму короткого замикання не повинне перевищувати зварювальне значення сили струму більш ніж на 40...50%. При цьому джерело струму повинно витримувати тривалі короткі замикання зварювального ланцюга. Ця умова необхідна для запобігання обмоток джерела струму від перегріву й ушкодження.

4. Потужність джерела струму повинна бути достатньою для виконання зварювальних робіт.

Крім того, необхідні пристрої, що дозволяють регулювати значення зварювальної сили струму в необхідних межах. Зварювальне встаткування повинне відповідати вимогам державного стандарту.

3. Зварювальні перетворювачі постійного струму

Зварювання на постійному струмі забезпечує одержання звареного з'єднання більш високої якості в порівнянні зі зварюванням на змінному струмі. Через відсутність нульових значень струму підвищується стабільність горіння дуги, збільшується глибина проплавлення, знижується розбризкування, поліпшується захист дуги, підвищуються міцнісні характеристики металу звареного шва, знижується кількість дефектів шва, а знижене розбризкування поліпшує використання присадочного матеріалу й спрощує операції зачищення звареного з'єднання від шлаків і застиглих бризів металу. Усе це привело до того, що для зварювання якісних швів відповідальних з'єднань більше застосовують зварювання на постійному струмі.

Зварювальні перетворювачі постійного струму підрозділяють на наступні групи:

- По кількості постів, що живляться, - однопостові, призначені для живлення однієї зварювальної дуги; многопостові, що живлять одночасно кілька зварювальних дуг.
- По способу установки - стаціонарні, установлювані нерухомо на фундаментах; пересувні, що монтуються на візках.
- По роду двигунів, що приводять генератор в обертання, - машини з електричним приводом; машини із двигуном внутрішнього згорання (бензиновим або дизельним).
- По способу виконання - однокорпусні, у яких генератор і двигун вмонтовані в єдиний корпус; роздільні, у яких генератор і двигун установлені на єдиній рамі, а привод здійснюється через спеціальну сполучну муфту.

Найбільше поширення в будівництві одержали однопостові генератори з розщепленими полюсами, що працюють за принципом використання магнітного потоку якоря для одержання падаючої зовнішньої характеристики. Збільшуючи або зменшуючи реостатом силу струму збудження в обмотці поперечних полюсів, змінюють магнітний потік, тим самим змінюються напруга струму генератора й величина зварювального струму.

Крім генераторів з дією, що розмагнічує, реакції якоря застосовують зварювальні генератори, у яких падаюча зовнішня характеристика й обмеження

величини сили струму короткого замикання забезпечується, що розмагнічує дією послідовної обмотки збудження, включеної у зварювальний ланцюг.

Останнім часом велике застосування у зварювальній виробництві одержали випрямні зварювальні установки. Вони перетворюють змінний струм у постійний за допомогою селенових, германієвих або кремнієвих випрямлячів.

Випрямні установки мають більш високий ККД. Крім того, слід зазначити такі важливі переваги їх, як відсутність обертових частин, малу масу, невеликі габарити й дешевизна. Важливою перевагою є також їхні високі динамічні властивості внаслідок меншої електромагнітної інерції. Сила струму й напруга при зміні режиму роботи зварювального ланцюга змінюються практично миттєво. Використовується трифазна мостова система випрямлення забезпечує меншу пульсацію випрямленого струму й більш рівномірне навантаження фаз силової мережі змінного струму.

4. Зварювальні апарати змінного струму

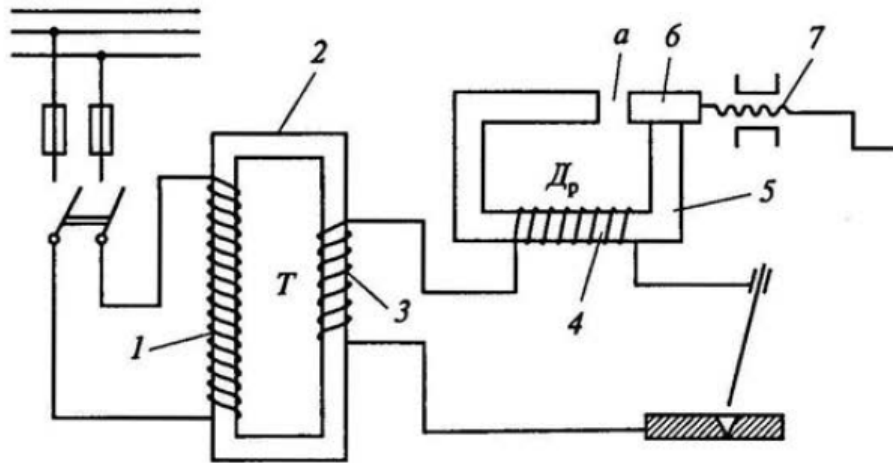
Застосовувані на заводах і на будівельно-монтажних майданчиках зварювальні апарати змінного струму підрозділяють на чотири основні групи:

1. З окремим дроселем типу СТЕ.
2. Із вбудованим дроселем типу СТН і ТСД.
3. З рухливим магнітним шунтом типу СТАН.
4. Зі збільшеним магнітним розсіюванням і рухливою обмоткою типу ТС і ТСК.

Ці групи відрізняються по конструкції й за електричною схемою. Зварювальні апарати складаються з понижувального трансформатора й спеціального пристрою. Трансформатор забезпечує живлення дуги змінним струмом напругою 60...70 В, а спеціальний пристрій служить для створення падаючої зовнішньої характеристики й регулювання величини зварювального струму.

Розглянемо принцип роботи зварювальних апаратів змінного струму на прикладі *зварювальних апаратів з окремим дроселем* (мал. 1), що полягають із понижувального трансформатора й дроселя.

Трансформатор T має сердечник (магнітопровід) 2 зі штампованих пластин, виготовлених з тонкої трансформаторної сталі товщиною 0,5 мм. На сердечнику розташовані первинна 1 і вторинна 3 обмотки. Первинна обмотка з ізолюваного дроту підключається до мережі змінного струму напругою 220 або 380 В. У вторинній обмотці, виготовленої з мідної шини, індукується струм напругою 60...70 В. Невелике магнітне розсіювання й малий омичний опір обмоток забезпечують незначне внутрішнє спадання напруги й високий ККД трансформатора. Послідовно вторинній обмотці у зварювальний ланцюг включена обмотка 4 дроселя Др (регулятора струму). Сердечник (магнітопровід) дроселя набраний із пластин тонкої трансформаторної сталі й складається із двох частин: нерухливої 5, на якій розташована обмотка дроселя, і рухливий 6, переміщеної за допомогою гвинтового пристосування 7.



Мал. 1. Схема зварювального трансформатора з окремим дроселем: 1, 3 - відповідно первинна й вторинна обмотки; 2 - сердечник; 4 - обмотка дроселя D_p ; 5, 6 - відповідно нерухлива й рухлива частини сердечника; 7 - гвинтове пристосування; a - зазор

Дросель призначений для регулювання зварювальної сили струму й створення падаючої зовнішньої характеристики трансформатора на дузі. При порушенні дуги (при короткім замиканні) великий струм, проходячи через обмотку дроселя, створює потужний магнітний потік, що наводить ЕРС дроселя, спрямовану проти напруги трансформатора. Вторинна напруга, що розвивається трансформатором, повністю поглинається спаданням напруги в дроселі. Напруга у зварювальному ланцюзі майже досягає нульового значення.

При виникненні дуги зварювальна сила струму зменшується; слідом за цим зменшується ЕРС самоіндукції дроселя, спрямована проти напруги трансформатора, і у зварювальному ланцюзі встановлюється робоча напруга, необхідна для стійкого горіння дуги, менша, чім напруга холостого ходу. Змінюючи величину зазору a між нерухливим і рухливим магнітопроводом, змінюють індуктивний опір дроселя й тим самим силу струму у зварювальному ланцюзі. При збільшенні зазору магнітний опір магнітопроводу дроселя збільшується, магнітний потік слабшає, зменшується ЕРС самоіндукції котушки і її індуктивний опір. Це приводить до зростання зварювальної сили струму. При зменшенні зазору зварювальна сила струму зменшується.

За цією схемою виготовлені й експлуатуються зварювальні трансформатори типу СТЕ. Такі трансформатори широко застосовуються на будівельно-монтажних майданчиках, на заводах і при зварюванні магістральних трубопроводів.

5. Електробезпе́чність зварювальних робіт

При справному стані устаткування й правильнім виконанні зварювальних робіт можливість поразки струмом виключається. Однак у практиці поразки електричним струмом відбуваються внаслідок несправності зварювального устаткування або мережі заземлення, неправильного підключення зварювального устаткування до мережі, неправильного ведення зварювальних робіт.

У цих випадках поразка від електричного струму відбувається при дотику до струмонесучих частин електропроводки й зварювальної апаратури. Величина сили струму, що проходить через організм людини, залежить від його електричного опору. Цей опір визначається не тільки умовами праці, але й станом здоров'я людини. небезпека поразки зварника й підсобних робітників струмом особливо велика при зварюванні великогабаритних резервуарів, під час роботи усередині ємностей лежачи або напівлежачи на металевих частинах виробу, що зварюється, або при виконанні зовнішніх робіт у сиру погоду, у сирих приміщеннях, котлованах, колодязях і ін.

Тому зварювальні роботи повинні виконуватися при дотриманні основних умов безпеки праці. Корпус зварювального агрегату або трансформатора повинен бути заземлений. Заземлення здійснюється, як правило, за допомогою мідного проводу, один кінець якого закріплюється до корпусу зварювального генератора або трансформатора, до спеціального болта з написом «земля», а другий кінець приєднується до заземлювальної шини. Заземлення пересувних зварювальних апаратів і генераторів проводиться до їхнього включення в силову мережу, а зняття заземлення - тільки після відключення від силової мережі. При зовнішніх роботах зварювальні агрегати й трансформатори повинні перебувати під навісом, у наметі або в будці для укриття від дощу й снігу. При неможливості дотримання таких умов зварювальні роботи під час дощу або снігопаду не роблять, а зварювальну апаратуру вкривають від впливу вологи.

Для підключення зварювальних апаратів до мережі повинні використовуватися настінні ящики з рубильниками, запобіжниками й затискачами. Уведення й виводи повинні мати втулки або вирви, що охороняють проводи від перегинів, а ізоляцію від псування. Усі зварювальні проводи повинні мати справну ізоляцію й відповідати застосовуваним струмам. Наприклад, для зварювального ланцюга при зварювальній силі струму 100 А необхідно застосовувати проведення марки ПР або ПРГ перетином не менш 10 мм², при силі струму до 300 А перетин повинний бути не менш 50 мм², а при силі струму 600 А - 100 мм². Застосування оголених проводів і проводів зі старою й розпатланою ізоляцією забороняється. При роботах усередині резервуара або при зварюванні складної металевої конструкції до зварника призначають чергового спостерігача, який повинен забезпечити безпеку робіт і при необхідності надати першу допомогу.

Питання для самоконтролю.

1. Що таке електродугове зварювання, які його види і способи?
2. перерахуйте основні вимоги до джерел живлення зварювальної дуги.
3. Чому застосування для зварювання постійного струму забезпечує більш якісний шов?
4. Намалуйте схему і поясніть роботу зварювального трансформатора з окремим дроселем.
5. Назвіть основні вимоги до електробезпеки зварювальних робіт.

Список літератури.

1. Зайцев В.Е. Электротехника. Электроснабжение, электротехнология и электрооборудование строительных площадок: учеб. пособие для студ. сред. проф. образования/ В.Е.Зайцев, Т.А.Нестерова. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. - §§ 6.1 – 6.5 (с. 70 - 79).

2. Електротехніка у будівництві: підручник / А. Є. Ачкасов, В. А. Лушкін, В. М. Охріменко та ін.; за ред. В. М. Охріменка; Харків. Нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. - § 15.1 – 15.5 (с. 256 – 265).