

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ І УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему «Дослідження функціональних можливостей
зварювального джерела Magic Wave 2200 job»

Виконав: студент групи Маш-61

Спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

Олексин Богдан Іванович

Керівник: к.т.н., доцент Швець Олексій петрович
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ І УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ

Рівень вищої освіти – другий магістерський
Спеціальність 133 - Галузеве машинобудування
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
Машинобудування
(назва кафедри)

(підпис)

професор Віталій ВЛАСОВЕЦЬ
(прізвище та ініціали)

“ _____ ” _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Олексину Богдану Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Дослідження функціональних можливостей зварювального джерела Magic Wave 2200 job»

Керівник роботи к.т.н., доцент Швець Олексій Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЛНУП від 12 вересня 2024 року №616/к-с

2. Строк подання студентом роботи до 11 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до работ: довідкова література, інструкції з експлуатації зварювального апарата Magic Wave 2200 job, каталоги зварювального

обладнання, витратних матеріалів та газів, каталоги та характери вольфрамових електродів, методики оцінки якості зварних з'єднань, інструкції з охорони праці.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

4.1. Загальні відомості про процес MIG/MAG зварювання та зварювальний апарат TPS 2700 СМТ; 4.2. Аналіз режимів роботи джерела зварювального струму TPS 2700 СМТ; 4.3. Методика та результати експериментальних досліджень; 4.4. Охорона праці.

5. Перелік графічного матеріалу:

Графічні матеріали до роботи виконати у вигляді презентації в середовищі PowerPoint обсягом 10-12 листів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		Завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3	Швець О.П. доц. каф. машинобудування			
4	Городецький І.М. доц. каф. ФІМ та БВ			

7. Дата видачі завдання “ ____ ” _____ 20__ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1	Загальні відомості про процес MIG/MAG зварювання	27.09.24	
2	Аналіз режимів роботи джерела зварювального струму TPS 2700 СМТ	18.10.24	
3	Методика та результати експериментальних досліджень	08.11.24	
4	Охорона праці	18.11.24	
5	Оформлення пояснювальної записки	29.11.24	
6	Оформлення графічної частини	11.12.24	

Студент

_____ (підпис)

Олексин Б.І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Швець О.П.

_____ (прізвище та ініціали)

УДК 621.791

Олексин Б.І. «Дослідження функціональних можливостей зварювального джерела Magic Wave 2200 job». /Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024. 66 с.

Проведено аналіз конструкції та особливостей керування зварювальним джерелом живлення експлуатації зварювального апарата MagicWave 2200 job для аргонодугового зварювання. Користуючись інструкціями з експлуатації, було розроблено нові методики та рекомендації щодо налаштування параметрів зварювання. Отримані залежності перевантаження зварювального електрода від його діаметра та максимального струму зварювання. Досліджено вплив балансу змінного струму на ефект очистки поверхні алюмінієвих деталей, вплив зміщення змінного струму на якість процесу зварювання алюмінію, оцінено вплив частоти змінного струму на форму зварного шва. Розглянуто питання охорони праці під час експлуатації зварювального апарата MagicWave 2200 job.

Табл. 4; рис. 46; бібліогр. джерел 27.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ TIG ЗВАРЮВАННЯ	7
1.1 Загальні відомості про процес TIG зварювання	7
1.2 Особливості техніки виконання ручного аргоно-дугового TIG зварювання	12
1.3 Загальна характеристика джерела живлення Magic Wave 2200 job	15
1.4 Мінімально необхідне обладнання для виконання зварювальних робіт	18
1.5 Органи керування зварювального апарата Magic Wave 2200 job	19
1.6 Послідовність налаштування зварювального апарата на режим зварювання	24
Висновки за розділом	25
2 АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ АПАРАТА MAGIC WAVE 2200 JOB ДЛЯ TIG ЗВАРЮВАННЯ	26
2.1 Керування пальником на різних режимах зварювання	26
2.2 2-тактний режим	27
2.3 Режим точкового зварювання	28
2.4 4-тактний режим	29
2.5 Спеціальні 4-тактні режими	31
2.6 Режим імпульсного зварювання	35
2.7 Режим виконання прихваток	36
Висновки за розділом	38
3 МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	39
3.1 Методика встановлення параметрів процесу зварювання TIG в меню налаштування апарата MagicWave 2200 job	39
3.2 Методика налаштування параметрів змінного струму та зміни полярності зварювання в меню налаштування апарата MagicWave 2200 job	46

3.3	Методика налаштування параметрів зварювання постійним струмом	51
3.4	Утворення закруглення на кінці електрода	52
3.5	Контроль перевантаження електрода	53
	Висновки за розділом	56
4	ОХОРОНА ПРАЦІ	57
4.1	Загальні відомості про безпеку використання зварювального апарата Magic Wave 2200 job	57
4.2	Призначення та сфера використання зварювального апарата MagicWave 2200 job	58
4.3	Основні правила захисту робітників при роботі зі зварювальним апаратом MagicWave 2200 job	59
4.4	Моделювання процесу формування і виникнення травмо-небезпечної ситуації під час роботи зі зварювальним апаратом MagicWave 2200 job	60
	Висновки за розділом	62
	ВИСНОВКИ	63
	БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	64

ВСТУП

Зварювання належить до числа великих винаходів людства. Воно докорінно змінило суть багатьох технологічних процесів виробництва машин і механізмів, будівництва суден і споруд, відіграє важливу роль в освоєнні космосу.

Зварювання зіграло важливу роль на усіх етапах розвитку виробництва у світі, індустріалізації нашої країни. В даний час зварювання перетворилось на великий самостійний вид виробництва. Воно застосовується для створення і зведення принципово нових конструкцій і споруд, для ремонту машин і апаратів, для отримання виробів зі спеціальними властивостями. Зварні конструкції працюють при надвисоких і наднизьких температурах, з тисками, що значно перевищують атмосферний, і в умовах космічного вакууму. Сучасні досягнення в галузі зварювання дозволяють з'єднувати не тільки метали, а й пластмаси, скло, кераміку та інші матеріали. При цьому елементи, що зварюються, можуть мати розміри від декількох мікрон (у радіоелектроніці) до десятків метрів (у машинобудуванні і будівництві).

Коло проблем, які охоплюються нині зварюванням, вимагає великих знань в таких галузях знань, як матеріалознавство, фізична хімія, фізика високих енергій, квантова механіка, обчислювальна техніка та ін. Можна стверджувати, що зварювання в ланцюзі незупинного технічного прогресу є його істотною ланкою. Надзвичайно широкі можливості зварювання та народжених ним суміжних технологій забезпечують широке ефективне застосування цих методів на всіх етапах життєвого циклу машин та інших конструкцій: виготовлення, сервіс (з ремонтом включно), утилізація.

1 АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ТІГ ЗВАРЮВАННЯ

1.1 Загальні відомості про процес ТІГ зварювання

Технологічний процес ТІГ зварювання - це процес електродугового зварювання плавленням в середовищі захисних газів. Його застосовують в тих випадках, коли необхідно отримати оптимальну якість зварних швів без бризок. Він підходить для нержавіючої сталі, алюмінієвих і нікелевих сплавів, а також для з'єднання тонкого листового металу з алюмінію та нержавіючої сталі в будівельній, машинобудівній та аерокосмічній галузях.

Під час зварювання ТІГ необхідний струм подається через вольфрамовий електрод, який є стійким до температури та не плавиться (рис. 1.1). Цей електрод випромінює електричну дугу, яка нагріває та розплавляє матеріал деталі. Електрод встановлений в середині сопла для подачі захисного газу. Це захищає його від хімічних реакцій із навколишнім повітрям. Для захисту використовують інертні гази: аргон, гелій або їх суміші. Інертні гази (які не реагують з металом) запобігають виникненню хімічних реакцій у зварювальній ванні та в нагрітому електроді. Це забезпечує високу якість зварних швів [1, 15, 17].

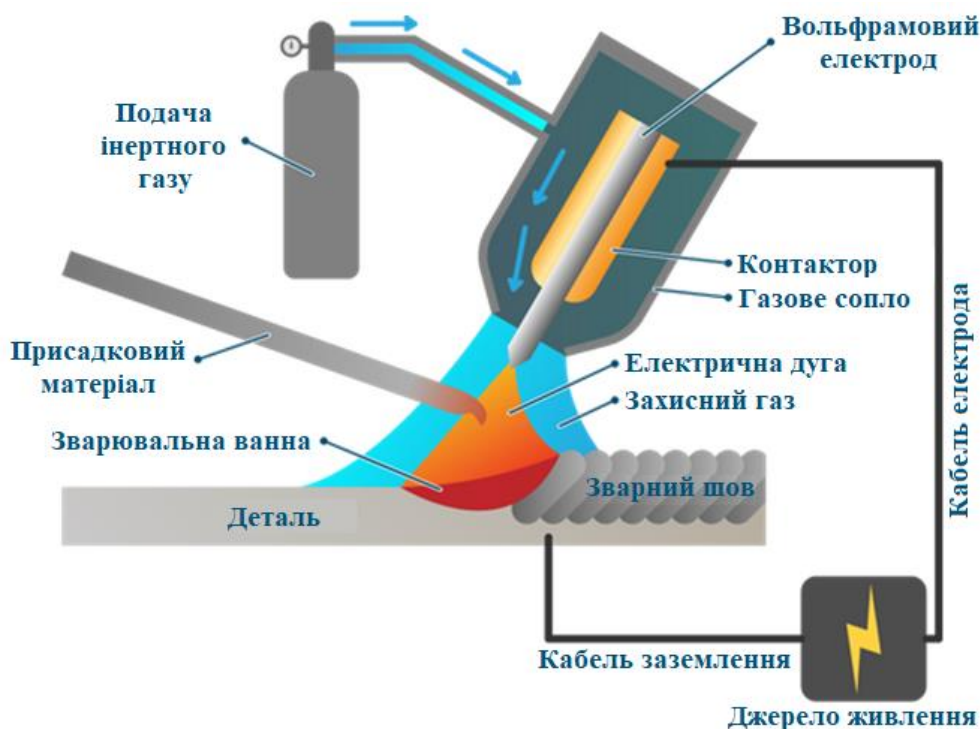


Рисунок 1.1 – Технологічна схема процесу ТІГ зварювання

Оскільки вольфрамовий електрод не розплавляється, то під час TIG зварювання присадковий матеріал подається в зону зварювання вручну або за допомогою спеціального механізму подачі дроту.

Завдяки тому, що вольфрам має найвищу точку плавлення (3380 °C), то електрод не плавиться під дією електричної дуги, яка нагріває та плавить матеріал деталі. Такі електроди виготовляються за допомогою процесу спікання. Для поліпшення властивостей до їх складу можуть додавати окисні добавки. Електроди маркують кольоровими кодами відповідно до добавки [12]:

- Чистий вольфрам (WP) – зелений;
- Оксид церію (WC 20) – сірий;
- Оксид лантану (WL 20) – блакитний;
- Оксид цирконію (WZ 20) – білий;
- Діоксид торію (WT 20) – червоний;
- Діоксид ітрію (WY 20) – синій;
- Оксид рідкісноземельних елементів (WS 2) – бірюзовий.

Для TIG зварювання може застосовуватись як постійний (DC) так і змінний (AC) струм. Зварювання з постійним струмом виконують на прямій полярності (коли на електроді мінус), оскільки зворотна (плюсова) полярність призводить до руйнування електрода. Змінний струм в основному використовується для зварювання алюмінію, магнію та їх сплавів через наявність оксидної плівки на їх поверхні. Це забезпечує ефект очищення та тривалий строк служби електроду.

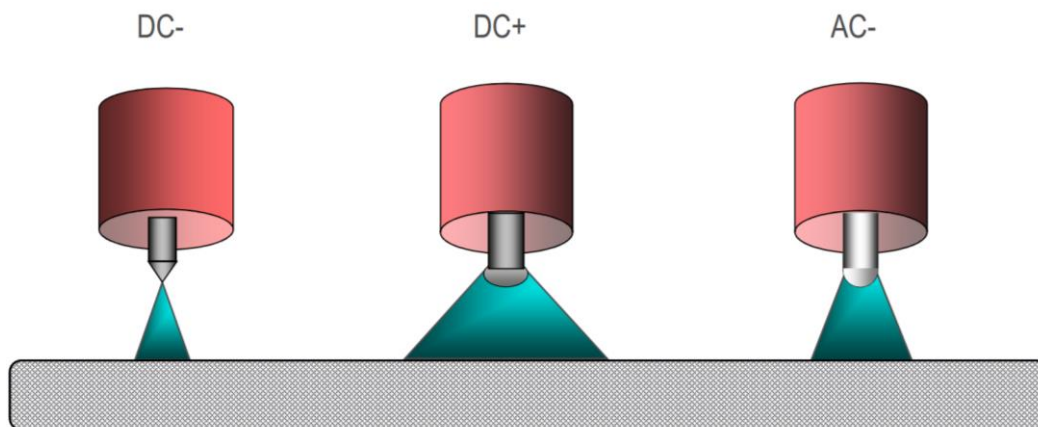


Рисунок 1.2 – Вплив полярності зварювання на форму дуги

Сучасні апарати для TIG зварювання можуть працювати в імпульсному режимі, який забезпечує зниження термічного впливу дуги на деталь, покращує зовнішній вигляд зварного шва, забезпечує кращу здатність до перекриття зазору та підвищує тиск дуги [15].

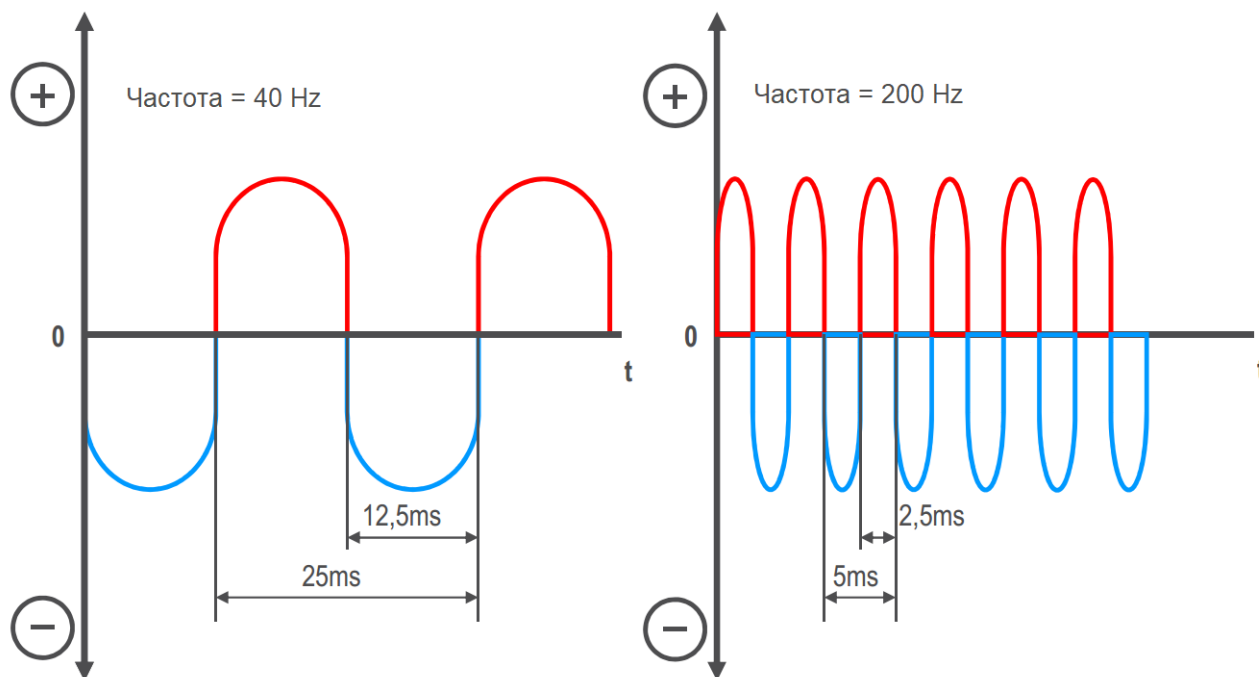


Рисунок 1.3 – Графіки імпульсного зварювального струму на різних частотах

Вплив частоти струму на форму зварного шва ілюструє рис. 1.4. З нього чітко видно, що зі збільшенням частоти струму розміри лусочок зменшуються.

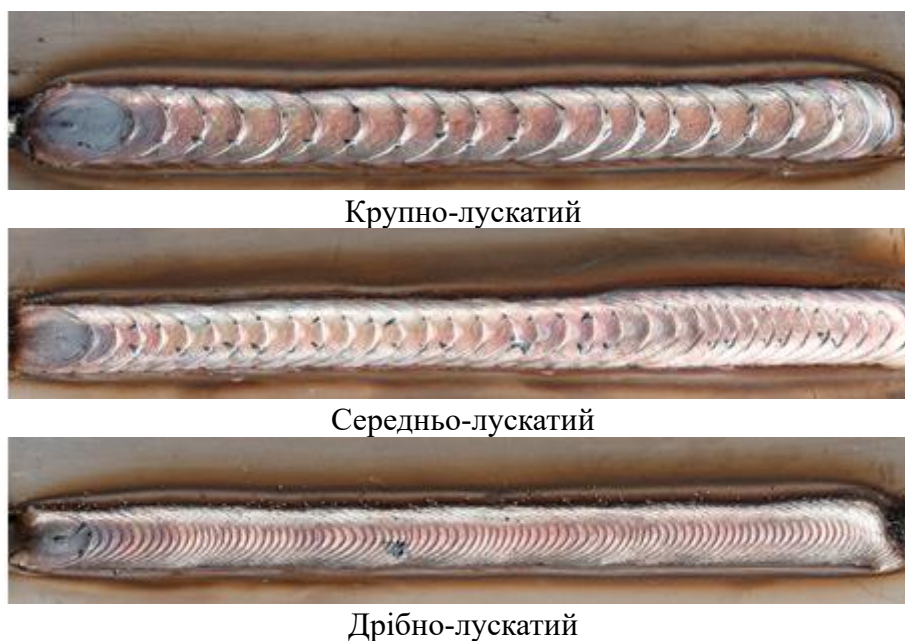


Рисунок 1.4 – Вигляд швів при імпульсному зварюванні

Завдяки постійній зміні полярності при зварювання на змінному струмі забезпечується ефект очистки поверхні деталі та глибоке проникнення зварювальної ванни (рис. 1.5).

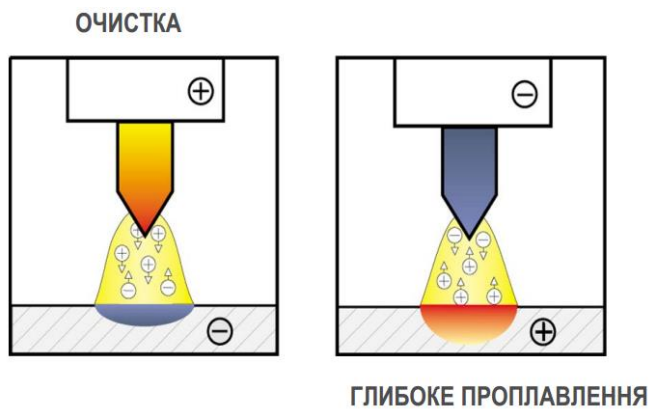


Рисунок 1.5 – Вплив зміни полярності зварювання на змінному струмі

Як відомо, змінний струм складається з півхвиль прямої (+) і зворотної (-) полярностей [26]. Струм зворотної полярності забезпечує руйнування оксидної плівки на поверхні зварюваного металу, а струм прямої полярності відповідає за ефективність розплавлення основного металу. У процесі зварювання на змінному струмі, в момент переходу з прямої полярності на зворотну, завжди відбувається обрив дуги, блукання дуги та поява постійної складової струму зварювання. Це пов'язано з тим, що під час перебування зварювального струму в зоні півхвилі зворотної полярності, коли амплітудне значення струму становить менше 30% від діючого, до електрода прикладається позитивний потенціал, що перешкоджає протіканню зварювального струму, в результаті чого й виникає обрив дуги і поява постійної складова зварювального струму. В сучасних апаратах ця проблема вирішується за допомогою вбудованого в них високочастотного джерела напруги, яке використовується для збудження дуги. У момент переходу дуги з прямої на зворотню полярність короткочасно вмикається осцилятор в режим стабілізатора горіння дуги, що полегшує її збудження на зворотній полярності.

Електронні компоненти сучасного зварювального обладнання генерують замість синусоїдальної напруги прямокутні різнополярні імпульси напруги (струму) (рис. 1.6). Перемикання струму від прямої до зворотної полярності відбувається значно швидше завдяки використанню прямокутних імпульсів. У момент переходу струму через нульове значення вже сформоване високе значення напруги дозволяє моментально запалити дугу. Таким чином дуга

стабілізується без використання осцилятора, який працює в режимі стабілізатора горіння дуги.

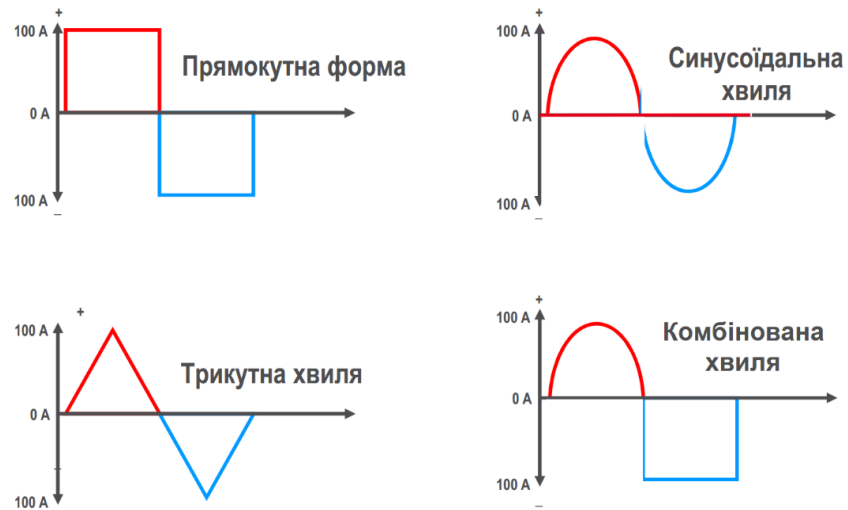


Рисунок 1.6 – Графіки різнополярних імпульсів синусоїдального струму

В сучасних апаратах для аргано-дугового зварювання на змінному струмі ефект очищення поверхні регулюють за допомогою функції балансу струму. Діаграма змінного струму за різних значень балансу хвилі та його вплив на форму провару шва представлені на рис. 1.7.

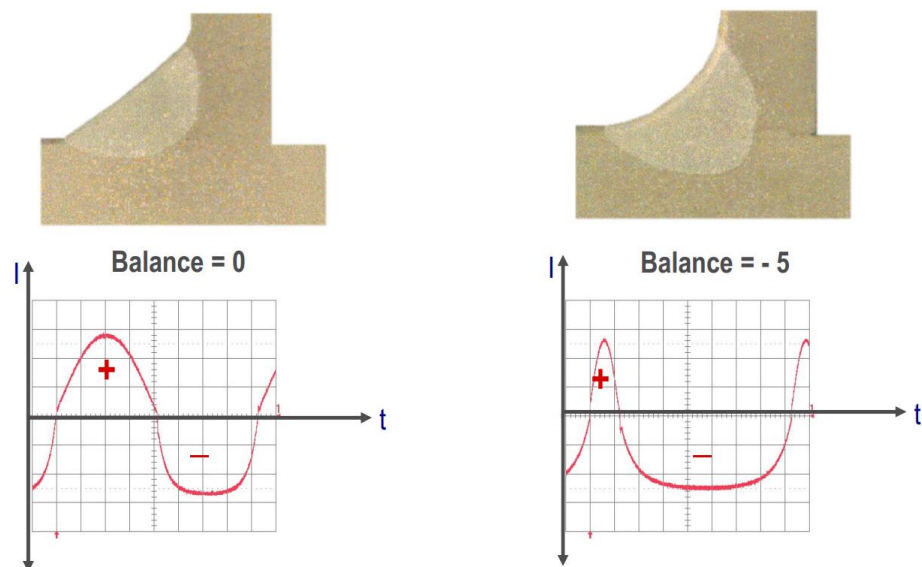


Рисунок 1.7 – Вплив балансу струму на форму провару шва

Крім поліпшеної стабільності дуги, регулювання балансу безпосередньо впливає на ефективність очищення, форму дуги та ширину зварювальної ванни (рис. 1.8).

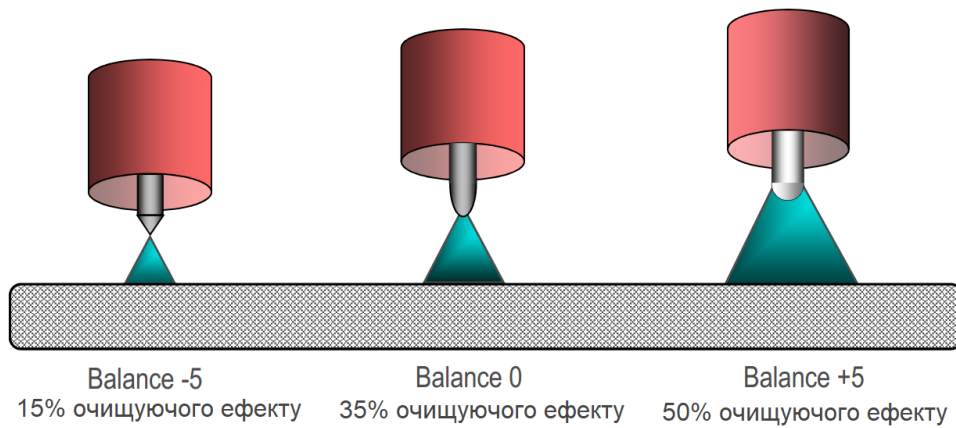


Рисунок 1.8 – Вплив балансу струму на форму дуги при ТІГ зварюванні

Пропорційно застосовуючи фазу плюсового балансу до мінусової фази змінного струму можна регулювання термічний вплив на вольфрамовий електрод.

1.2 Особливості техніки виконання ручного аргано-дугового ТІГ зварювання

Ручне аргано-дугове ТІГ зварювання подекуди вважається одним з найскладніших процесів зварювання, через необхідність постійного підтримування короткої довжини, запобігання замикання електроду і заготовки, та вимог до високого досвіду та навичок зварювальника.

Подібно до ацетилено-кисневого зварювання, для аргано-дугове ТІГ зварювання зазвичай потрібно використовувати дві руки: однією рукою зварник подає присадковий дріт у зону зварювання для заповнення шва, другою рукою маніпулює зварювальним пальником, розплавляючи метал та утворюючи зварювальну ванну [7, 15, 26].

Техніка зварювання тонколистового металу без подачі присадкового дроту кутових, стикових та інші з'єднань називають сплавленням. Така техніка має застосування у випадку, коли кромки заготовок добре підігнані одна до одної та міцно зафіксовані. Оплавляючи кромки заготовок зварювальною дугою, відбувається їхнє злиття, а після охолодження і кристалізації утворюється монолітний зварний шов.

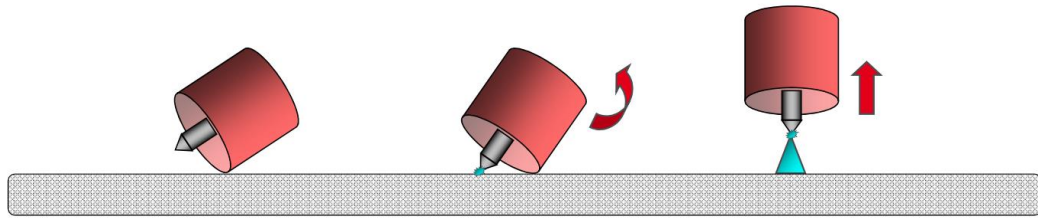


Рисунок 1.9 – Послідовність запалювання дуги

Для того, щоб розпочати аргано-дугове TIG зварювання, необхідно наблизити пальник до заготовки таким чином, щоб кінчик вольфрамового електроду був на відстані 2-3 мм від неї, а вісь електроду під кутом 90° .



Рисунок 1.10 – Ведення процесу зварювання без присадки

Після натискання кнопки запуску та запалювання дуги, тримайте пальник на місці, поки не почне утворюватися зварювальна ванна, кругові рухи пальником у горизонтальній площині сприятимуть створенню зварювальної ванни бажаного розміру. Після утворення зварювальної ванни необхідного розміру, нахиліть TIG пальник приблизно на 75° і починайте його рівномірне та повільне переміщення, розплавляючи крайки заготовок і утворюючи зварний шов.

В більшості випадків, під час TIG)зварювання виникає потреба подавати присадковий дріт до зварювальної ванни для того щоб сформувати валик шва і утворити міцне нероз'ємне з'єднання. Присадковий дріт має бути близьким за хімічним складом та фізичними властивостями до основного металу зварної деталі, однак можуть існувати певні виключення, коли є особливі вимоги до зварного шва чи під час зварювання спеціальних матеріалів.

Перед початком зварювання налаштовують необхідний режим роботи обладнання, подачу захисного газу. Для початку зварювання слід наблизити

пальник до заготовки таким чином, щоб кінчик вольфрамового електроду був на відстані 2-3 мм від неї. Натиснувши кнопку на пальнику запалюють дугу і тримають зварювальний пальник на місці, тим самим розігріваючи метал, доки не утвориться зварювальна ванна. Круговими рухами пальника досягають зварювальної ванни необхідного розміру. Після утворення зварювальної ванни, потрібно нахилити пальник приблизно під кутом 75° і почати повільно та плавно рухатися вздовж уявної лінії напрямку зварювання. Далі починають вводити присадковий дріт до передньої кромки зварювальної ванни (рис. 1.11).

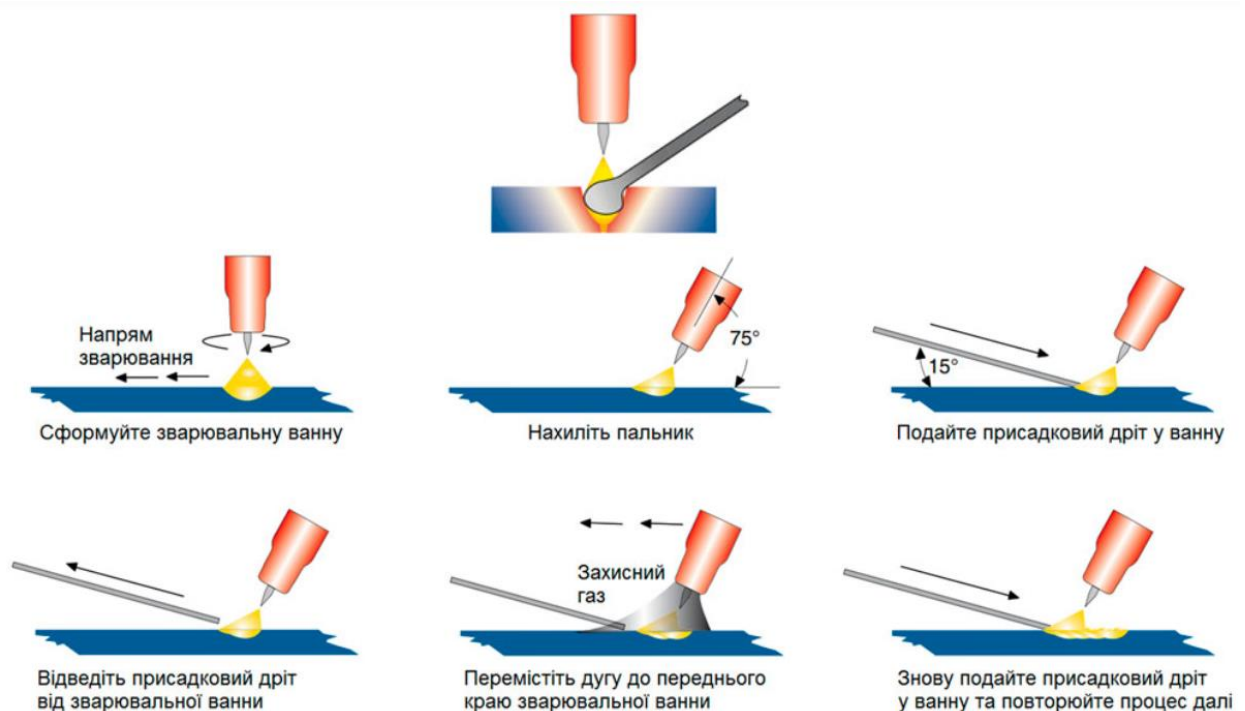


Рисунок 1.11 – Ведення процесу зварювання з присадковим дротом

Присадковий дріт зазвичай тримають під кутом приблизно 15° і подають на передній край ванни. Зварювальна дуга розплавляє дріт і таким чином відбувається заповнення та формування шва. Для контролю рівномірності формування шва, присадковий дріт потрібно вводити не безперервно, а ступінчасто з рівномірним інтервалом та інтенсивністю.

Під час зварювання важливо утримувати оплавлений кінець присадкового дроту всередині зони газового захисту, щоб уникнути його окислення та забруднення зварного шва.

1.3 Загальна характеристика джерела живлення Magic Wave 2200 job

Magic Wave (MW) 2200 job є повністю цифровим джерелом струму інверторного типу для TIG зварювання з мікропроцесорним керуванням. Модульна конструкція та можливість встановлення розширень системи забезпечують високий рівень гнучкості у використанні. Його можна адаптувати до будь-якої виробничої ситуації. Дане джерело струму може працювати від генератора. Завдяки захищеним елементам керування та корпусу з порошковим покриттям забезпечується висока міцність обладнання при повсякденній експлуатації [27].



Рисунок 1.12 – Загальний вигляд джерела живлення Magic Wave 2200 job

В джерелах для TIG зварювання моделі MagicWave доступна функція зварювання імпульсною дугою в широкому діапазоні частот. Для оптимізації послідовності запалення дуги при TIG зварюванні на змінному струмі технологія MagicWave дозволяє враховувати не лише діаметр електрода, а й його поточну температуру, яка розраховується за тривалістю зварювання та простоїв. Запалювання дуги на зворотній полярності (Reverse Polarity Ignition, RCI) забезпечує чітке реагування на момент запалювання під час зварювання на постійному струмі.

Весь процес зварювання керується центральним блоком керування шляхом обробки великої кількості цифрових сигналів. У процесі зварювання апарат безперервно проводить збір фактичних даних та негайно реагує на виявлені зміни. Закладені алгоритми керування дозволяють підтримувати заданий режим роботи, в результаті чого досягаються:

- висока точність процесу зварювання;
- точна відтворюваність заданих параметрів процесу;
- хороша якість зварних робіт.

В залежності від сфери застосування джерело струму MagicWave може комплектуватись та використовуватися з різними системними розширеннями й додатковим обладнанням (див. рис. 1.13) [24, 27].

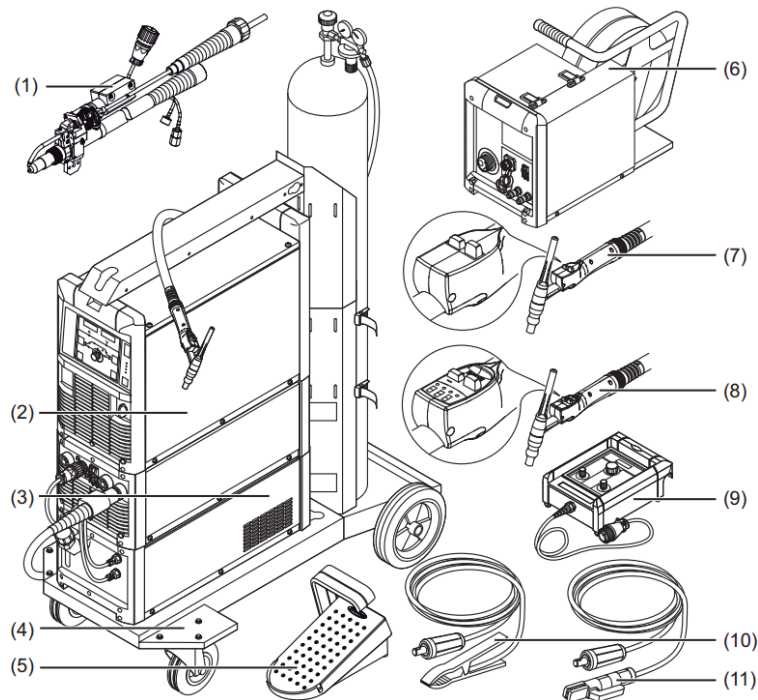


Рисунок 1.13 – Комплект обладнання до джерела живлення Magic Wave 2200 job

- 1 - роботизований пальник з приводами подачі для подачі холодного дроту;
 2 - джерело струму; 3 - охолоджувальний модуль; 4 - транспортний візок з кріпленням для газового балона; 5 - ножний пристрій дистанційного керування;
 6 - механізм подачі холодного дроту; 7 - стандартний зварювальний пальник з функцією Up/Down (Більше/Менше); 8 - зварювальний пальник Jobmaster TIG;
 9 - пульт дистанційного керування обладнанням для роботизованого зварювання; 10 - кабель заземлення; 11 - кабель з електродотримачем

Проста концепція органів керування забезпечує можливість швидкого перегляду основних параметрів процесу та відрегулювати їх належним чином.

Апарат має вбудовану пам'ять (режим завдань), який дозволяє легко зберігати параметри процесу та за потреби відновити їх для виконання зварних з'єднань, що часто повторяються під час виробництва.

Наявність стандартного роз'єму LocalNet (рис. 1.14) дозволяє легко поєднати цифрової системи керування додаткового обладнання (наприклад, зварювальні пальники JobMaster TIG, пальники для роботизованого зварювання, RCU тощо).

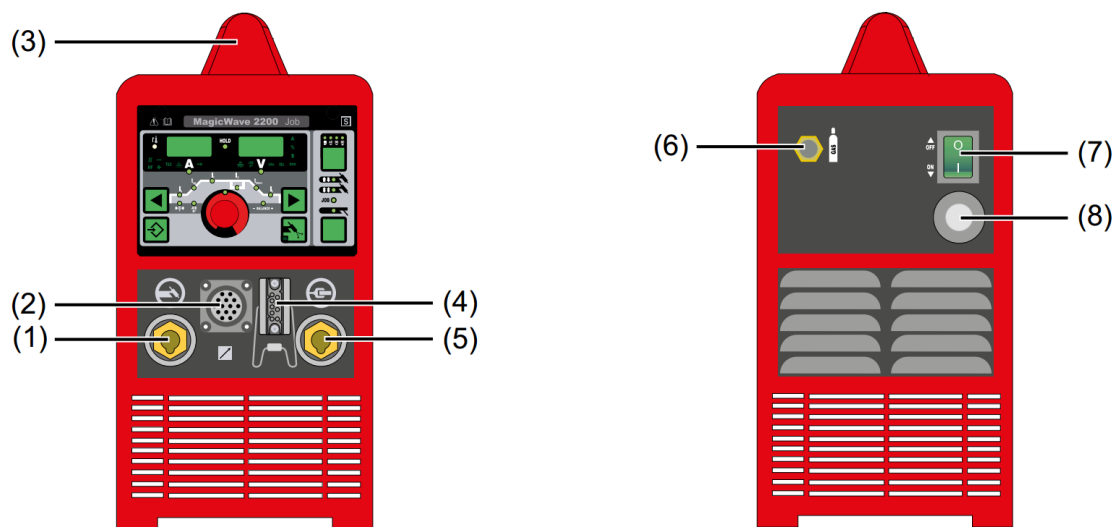


Рисунок 1.14 – Будова джерела живлення Magic Wave 2200 job

- 1 - роз'єм для підключення пальника для TIG зварювального або електродного кабелю з електродотримачем для зварювання стрижневим електродом;
 2 - роз'єм LocalNet для підключення спеціального обладнання (наприклад, дистанційного керування, зварювального пальника JobMaster тощо); 3 - ручка для транспортування; 4 - роз'єм для підключення керуючого штекера звичайного зварювального пальника або інтерфейсу робота чи інших автоматичних установок; 5 - роз'єм для підключення кабелю заземлення;
 6 - роз'єм для підведення захисного газу; 7 - мережевий вимикач джерела струму; 8 - мережевий кабель

Для отримання оптимальних результатів під час зварювання на змінному струмі джерела струму MagicWave мають функцію автоматичного утворення кульки на кінці вольфрамового електрода з врахуванням його діаметра.

Зварювальні апарати MagicWave можуть використовуватися на промислових підприємствах та в майстернях для ручного та автоматичного ТІГ зварювання деталей з низьколегованих та високолегованих хромонікелевих сталей. Завдяки можливості перемикання з постійного на змінний струм та регулюванню його частоти вони чудово справляються зі зварюванням алюмінію, алюмінієвих сплавів та магнію.

1.4 Мінімально необхідне обладнання для виконання зварювальних робіт

Залежно від методу зварювання для роботи з джерелом струму необхідно мати певний мінімальний комплект обладнання. Його підбирають також виходячи з технологічного завдання на виконання процесу зварювання, вимог до його якості та організації виробництва. В табл. 1.1 наведено опис відповідного мінімального комплекту обладнання для різних способів зварювання.

Таблиця 1.1 – Мінімально необхідний комплект обладнання для виконання зварювальних робіт апаратом MagicWave 2200 [27]

Спосіб зварювання	Необхідний комплекту обладнання
1	2
Зварювання на змінному струмі	- джерело струму MagicWave - кабель заземлення - зварювальний пальник - газовий редуктор - присадковий матеріал
Зварювання на постійному струмі	- джерело струму MagicWave - кабель заземлення - зварювальний пальник - газовий редуктор - присадковий матеріал

Закінчення таблиці 1.1

1	2
Автоматизоване зварювання	<ul style="list-style-type: none"> - джерело струму MagicWave - зварювальний робота або зварювальна установка - кабель заземлення - пальник для роботизованого або машинного зварювання (при використанні пальників для роботизованого та машинного зварювання з водяним охолодженням додатково потрібен охолоджувальний модуль) - система подачі захисного газу - механізм подачі холодного дроту та присадковий матеріал (залежно від завдання)
Зварювання стрижневим електродом	<ul style="list-style-type: none"> - джерело струму MagicWave - кабель заземлення - кабель з електродотримачем - стрижневі електроди (залежно від завдання)

1.5 Органи керування зварювального апарата Magic Wave 2200 job

Органи керування зварювального апарата Magic Wave 2200 job розташовані на його передній панелі. До них входять: спеціальні індикатори; два цифрові дисплеї; кнопки вибору та перемикання параметрів налаштування; схема параметрів зварювання; регулювальна ручка (рис. 1.15) [24, 25].

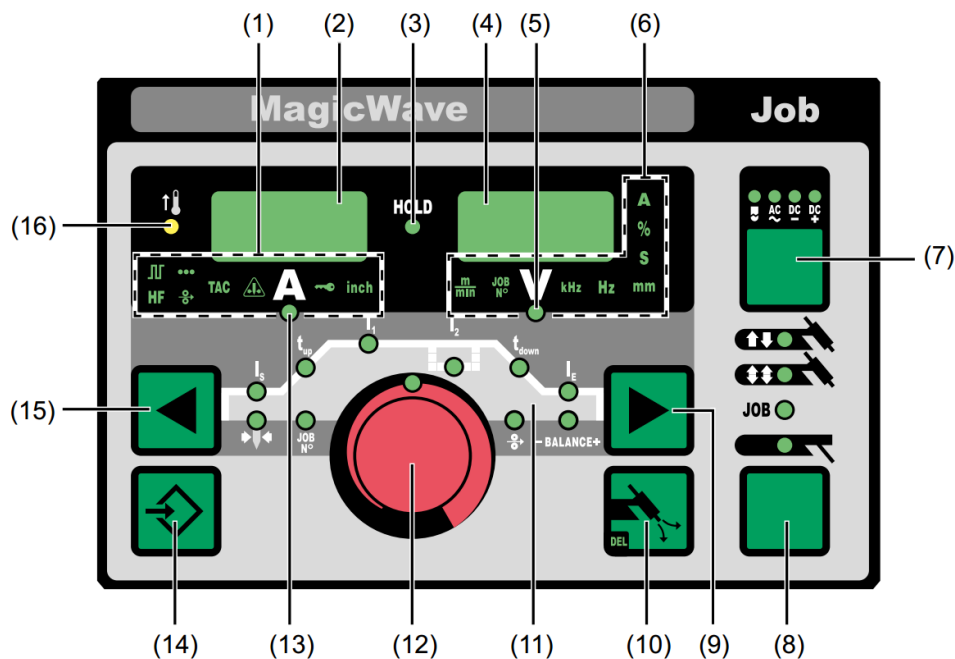










Рисунок 1.15 – Панель керування зварювального апарата Magic Wave 2200 job

Основною особливістю панелі керування є логічне розташування її елементів. Необхідні для роботи параметри можна вибирати шляхом натискання кнопок та повороту регулятора і відображаються в процесі зварювання на цифровому дисплеї.







Таблиця 1.2 – Елементи панелі керування зварювального апарата
MagicWave 2200 Job

№	Індикатор	Назва та функції
1		Спеціальні індикатори
		Індикатор імпульсів Засвічується, коли для параметра F-P задана частота імпульсів
		Індикатор точкового зварювання Засвічується, коли для параметра SPt задана тривалість точкового зварювання
		Індикатор прихваток Засвічується, коли для параметра tAS заданий період часу
		Індикатор перевантаження електрода Засвічується, при перевантаженні вольфрамового електрода
		Індикатор ключа Засвічується, коли ключ активований
		Індикатор дюймів Засвічується, коли для параметра SEt задано US
		Індикатор ВЧ-запалювання (високочастотне запалювання) Засвічується, коли для параметра HFt заданий інтервал для високочастотних імпульсів
		Індикатор механізму подачі дроту без струму Засвічується, коли приєднаний механізм подачі дроту без струму
2		Лівий цифровий дисплей
3		<p>Індикатор HOLD</p> <p>Кожен раз після завершення зварювання фактичні значення струму зварювання й напруги зберігаються і засвічується індикатор Hold.</p> <p>Показники, які відображаються індикатором Hold, відносяться до останнього досягнутого значення робочого струму I_1. Якщо вибрати інші параметри, індикатор Hold погасне. Однак, якщо знову вибрати параметр зварювання I_1, показники Hold знову будуть доступні.</p> <p>Індикатор Hold гасне, якщо:</p> <ul style="list-style-type: none"> - розпочата нова операція зварювання; - задано зварювальний струм I_1; - змінено режим; - змінено метод зварювання. <p>Показники Hold не відображаються, якщо:</p> <ul style="list-style-type: none"> - не було досягнуто фази робочого струму або - використовувався педальний пульт дистанційного керування.

Продовження таблиці 1.2

4		Правий цифровий дисплей
5		<p>Індикатор напруги зварювання</p> <p>Засвічується, якщо вибрано параметр I1. Під час зварювання на правому цифровому дисплеї відображається поточна фактична напруга зварювання.</p> <p>Перед зварюванням на правому цифровому дисплеї відображається наступне:</p> <ul style="list-style-type: none"> - «0.0», якщо вибрано режим зварювання TIG; - «50 V» (50 В), якщо вибрано режим зварювання стержневим електродом (після затримки 3 секунди; 50 В – приблизне середнє значення імпульсної напруги холостого ходу).
6		Індикатори одиниць вимірювання
		<p>Індикатор мм/хв.</p> <p>Засвічується, якщо вибрано параметр зварювання Fd.1 або Fd.2</p>
		<p>Індикатор № завдання</p> <p>Засвічується в режимі завдань</p>
		<p>Індикатор кГц</p> <p>Засвічується, коли вибрано параметр F-P, якщо для частоти імпульсів введено значення ≥ 1000 Гц.</p>
		<p>Індикатор Гц</p> <p>Засвічується, коли:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вибрано параметр F-P, якщо для частоти імпульсів введено значення < 1000 Гц; - вибрано параметр ACF.
		<p>Індикатор А</p>
		<p>Індикатор %</p> <p>Засвічується, якщо вибрані параметри зварювання I_S, I_2 та I_E, а також параметри dcY, I-G та HCU.</p>
		<p>Індикатор s</p> <p>Засвічується, якщо вибрані параметри зварювання t_{up} і t_{down}, а також наступні параметри:</p> <ul style="list-style-type: none"> - GPr; - tAC - dt2; - Ito; - G-L; - t-S; - Hti - Arc. - G-H; - t-E; - Ct; - SPt - dt1; - HFt;
		<p>Індикатор mm</p> <p>Засвічується, якщо вибрано параметр Fdb</p>

7		<p>Кнопка Mode (Режим роботи) Дозволяє вибирати режим роботи. Після вибору режиму біля відповідного символу засвітиться світлодіод.</p> <p>2-тактний режим</p> <p>4-тактний режим</p> <p>Режим завдань</p> <p>Зварювання стержневим електродом</p>
8		<p>Кнопка Parameter selection (Вибір параметрів) (справа) Дозволяє вибрати параметри зварювання на схемі (10). Після вибору параметра зварювання біля відповідного символу загоряється світлодіод.</p>
9		<p>Кнопка перевірки газу Дозволяє встановити швидкість витрати захисного газу на регуляторі тиску. При натисканні кнопки відбувається подача захисного газу протягом 30 с. Щоб зупинити подачу газу раніше, необхідно натиснути кнопку ще раз.</p>
10		<p>Схема параметрів зварювання На даній схемі представлені найважливіші параметри зварювання для відповідного режиму. Параметри відображені послідовно. За схемою можна переміщуватися за допомогою лівої і правої кнопок вибору параметрів.</p>
		
		<p>Starting current I_s (Стартовий струм) Використовується для зварювання TIG. Значення струму зварювання I_s для режимів зварювання TIG на постійному і змінному струмах зберігаються окремо.</p>
		<p>UpSlope t_{up} (Зростання) Використовується для зварювання TIG. Це період, за який стартовий струм I_s збільшився до заданого робочого струму I_1. Показники зростання струму t_{up} зберігаються окремо для 2-тактного і 4-тактного режимів.</p>
		<p>Main current I_1 (welding current) (Робочий (зварювальний) струм)</p> <ul style="list-style-type: none"> - для зварювання TIG; - для зварювання стержневим електродом.

		<p>Reduced current I_2 (Знижений струм) Використовується для 4-тактного режиму TIG і спеціального 4-тактного режиму TIG.</p>
		<p>DownSlope t_{down} (Спад струму) Використовується для зварювання TIG. Це період, за який вказаний робочий струм I_1 зменшився до рівня кінцевого струму I_E. Величина спаду струму t_{down} зберігаються окремо для 2-тактного і 4-тактного режимів.</p>
		<p>Final current I_E (Кінцевий струм) Використовується для зварювання TIG</p>
		<p>Wire speed (Швидкість подачі дроту) (тільки для MagicWave 4000/5000). Дозволяє задати параметр Зварювання Fd.1, якщо доступний механізм подачі дроту без струму.</p>
		<p>Job No (№ завдання) В режимі завдань дозволяє добути записи про параметри зварювання, збережені під номерами завдань.</p>
		<p>Electrode diameter (Діаметр електрода) Дозволяє ввести діаметр вольфрамового електрода при зварюванні TIG.</p>
11		<p>Регулювальна ручка Дозволяє змінювати параметри зварювання. Вибраний параметр можна змінити, якщо на регулювальній ручці засвітився індикатор.</p>
12		<p>Індикатор зварювального струму Дозволяє вказувати зварювальний струм для параметрів зварювання. - Starting current I_s (Стартовий струм) - Welding current I_1 (Зварювальний струм) - Reduced current I_2 (Знижений струм) - Final current I_E (Кінцевий струм) Перед початком зварювання на лівому цифровому дисплеї відображається задане значення. На правому цифровому дисплеї також відображаються значення параметрів I_s, I_2 і I_E у відсотках від значення зварювального струму I_1. Після початку зварювання автоматично вибирається параметр зварювання I_1. На лівому цифровому дисплеї відображається фактичне значення зварювального струму. На схемі параметрів зварювання (10) засвічуються світлодіоди для різних параметрів (I_s, t_{up} та ін.), відображаючи відповідне положення в процесі зварювання.</p>
13		<p>Кнопка Store (Зберегти) Дозволяє зберегти завдання і отримати доступ до меню налаштування.</p>

Закінчення таблиці 1.2


13		Кнопка Store (Зберегти) Дозволяє зберегти завдання і отримати доступ до меню налаштування.
14		Кнопка Parameter selection (Вибір параметрів) (зліва) Дозволяє вибрати параметри зварювання на схемі (10). Після вибору параметра зварювання біля відповідного символу засвітиться світлодіод.
15		Індикатор перегріву Засвічується при перегріві джерела струму (наприклад, у випадку перевищення тривалості включення).


1.6 Послідовність налаштування зварювального апарата на режим зварювання

З міркувань техніки безпеки переконайтесь, що вольфрамовий електрод не торкається до тіла зварювальника чи інших робітників або до струмопровідних чи заземлених частин (корпуса апарата, зварювального стола тощо) [20, 27].

Переведіть мережевий вимикач в положення «I». Після цього вольфрамовий електрод в зварювальному пальнику буде знаходитися під напругою.


Натисніть на кнопку Mode (Режим роботи), для того щоб вибрати потрібний режим TIG:


 - 2-тактний режим;


 - 4-тактний режим.

Примітка: При використанні джерел живлення MagicWave:

Натисніть на кнопку Mode (Режим роботи), для того щоб вибрати потрібний режим TIG:

 - процес зварювання змінним струмом;

 - процес зварювання змінним струмом з функцією автоматичного утворення кульки на кінці електрода;

 - процес зварювання постійним струмом.

За допомогою лівої і правої кнопок вибору параметрів можна вибрати параметри по схемі параметрів зварювання.

Для того, щоб встановити необхідне значення вибраного параметра зварювання слід використовувати регулювальну ручку на панелі керування.

Всі параметри зварювання, задані за її допомогою, зберігатимуться до наступних змін, навіть при вимиканні і наступному вмиканні джерела живлення.

Висновки за розділом

Зварювальний апарат Magic Wave (MW) 2200 job для TIG зварювання оснащений цифровим джерелом струму інверторного типу. Крім стандартних можливостей в джерелі для зварювання моделі MagicWave доступна функція зварювання імпульсною дугою в широкому діапазоні частот. Це свідчить про можливість адаптувати його до будь-якої виробничої ситуації. Однак, незважаючи на наявність зрозумілого та інформаційного інтерфейсу керування та інструкції з експлуатації, зварювальники часто стикаються з проблемою правильного вибору технологічних параметрів роботи апарата під зщадані умови зварювання.

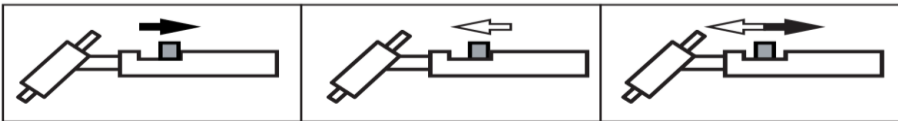
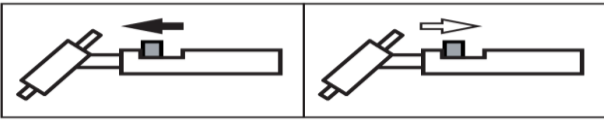
2 АНАЛІЗ РЕЖИМІВ РОБОТИ АПАРАТА MAGIC WAVE 2200 JOB ДЛЯ TIG ЗВАРЮВАННЯ

2.1 Керування пальником на різних режимах зварювання

Джерело живлення зварювального апарата MagicWave 2200 в залежності від обраного виду зварювання може працювати в різних режимах. Необхідний вид та режим зварювання вибирається шляхом перемикання кнопки 8 (рис. 1.15) на панелі керування. Натискаючи на неї можна вибрати 2- або 4-тактний режим зварювання, режим зварювання штучними покритими електродами (ММА), або увійти в режим вибору збережених завдань Job (параметрів процесу). Вибір необхідного режиму підтверджується засвічуванням світлодіоду біля відповідного символу.

Виконання процесу зварювання в заданому режимі передбачає відповідне керування зварювальним пальником. Характеристика основних маніпуляцій з кнопкою на пальнику наведені в табл. .

Таблиця 2.1 – Маніпуляції з кнопками зварювального пальника

		
Відтягнути назад і утримувати кнопку пальника	Відпустити кнопку пальника	Відтягнути назад і відразу відпустити кнопку зварювального пальника (< 0,5 с)
		
Змістити вперед і утримувати кнопку пальника	Відпустити кнопку пальника	

В процесі зварювання зварювальник має правильно керувати пальником щоб досягти максимальної якості виконання процесу.

2.2 2-taktний режим

Для встановлення 2-тактного режиму зварювання натисканням кнопки вибору режиму досягти моменту, коли індикатор засвітиться біля символу з двома односторонніми стрілками. Вибравши роботу у 2-тактному режимі, встановіть параметр SPt (тривалість точкового зварювання) у вимкнене положення (OFF). Індикатор точкового зварювання на панелі керування при цьому не повинен світитися [27].

Виконання процесу зварювання в 2-тактному режимі ілюструє діаграма на рис. 2.2.

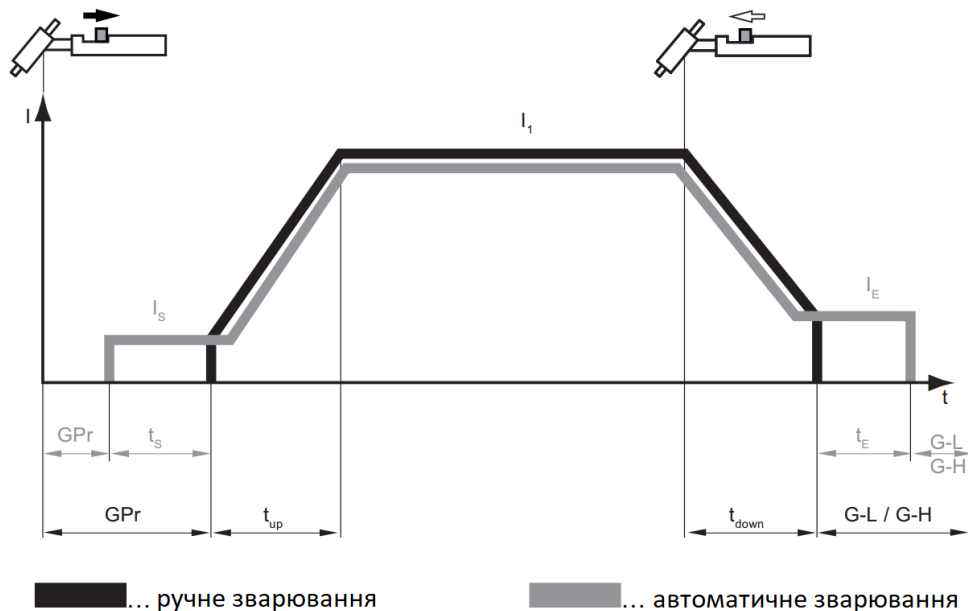


Рисунок 2.2 – Діаграма процесу ТІГ зварювання в 2-тактному режимі

Для початку зварювання слід відтягнути кнопку пальника назад та утримувати її. В момент натискання і утримання кнопки керування на зварювальному пальнику подається сигнал до електромагнітного клапана системи подачі захисного газу. Клапан відкривається і починається попередня подача газу протягом заданого часу GPr (час попередньої подачі газу).

При ручному зварюванні після закінчення часу GPr відбувається запалювання дуги стартовим струмом I_s (фаза стартового струму), який є нижчим

від робочого струму. Це забезпечує поступове нагрівання ним деталі, що необхідне для правильного розташування присадного матеріалу.

Фаза плавного наростання струму від стартового до основного (зварювального) I_1 визначається параметром t_{up} , який налаштовується перед початком зварювання в межах від 0,1 до 9,9 с. Після її закінчення зварювання відбуватиметься на основному струмі I_1 , який вибирається за товщиною зварюваних деталей та діаметром вольфрамового електрода. Протягом усього цього часу зварювальник має утримувати кнопку керування пальником у натиснутому положенні.

Для завершення зварювання слід відпустити кнопку пальника. При цьому основний струм зменшиться до кінцевого I_E . Він дозволяє уникнути місцевого перегріву матеріалу за рахунок акумуляції тепла кінці шва (провалювання зварювального шва та утворення кратера). Фаза зниження струму на діаграмі відображена параметром t_{down} . Після її завершення дуга гасне і зварювання припиняється. Однак, система подачі захисного газу продовжує його подачу ще протягом певного періоду G-H (час продування газу при максимальному зварювальному струмі) чи G-L (час продування газу при мінімальному зварювальному струмі). Це забезпечує кращий захист зварного шва та вольфрамового електрода від окислення.

При виконанні автоматичного зварювання в системі налаштування 2-тактного режиму можна також задавати тривалість зварювання на стартовому t_s та кінцевому t_E струмах.

2.3 Режим точкового зварювання

Якщо в налаштуваннях джерела живлення параметру SPt було надано певне значення, то 2-тактний режим перетвориться в режим точкового зварювання. В такому випадку на панелі керування засвітиться індикатор точкового зварювання (див. табл. 1.2) [27].

Для виконання точкового зварювання необхідно відтягнути назад і одразу відпустити кнопку зварювального пальника (рис. 2.3).

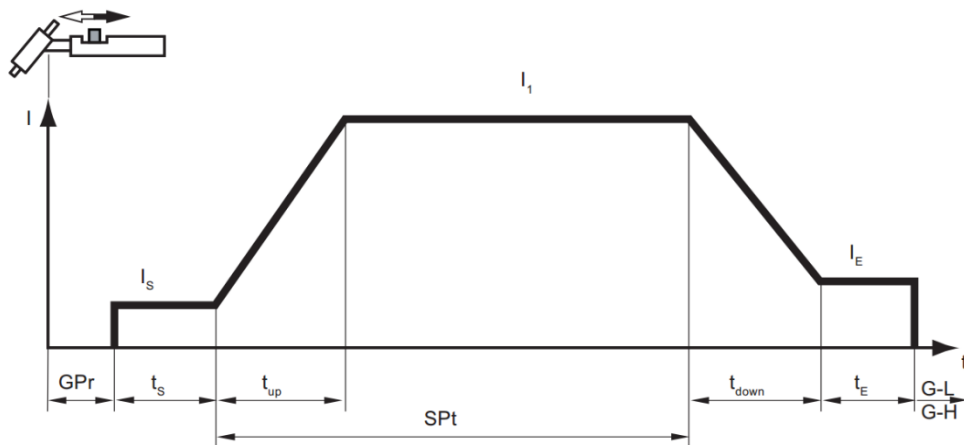


Рисунок 2.3 – Діаграма процесу точкового ТІГ зварювання

З рис. бачимо, що тривалість зварювання визначається значенням, встановленим для параметра Spt . Для дострокового закінчення процесу зварювання необхідно знову відтягнути назад кнопку пальника.

При використанні додаткового ногого пристрою дистанційного керування для початку точкового зварювання необхідно натиснути на педаль керування. При цьому слід враховувати, що в режимі точкового зварювання ножний пристрій дистанційного керування не дозволяє регулювати потужність зварювальної дуги.

2.4 4-тактний режим

Для встановлення 4-тактного режиму зварювання натисканням кнопки вибору режиму забезпечують положення, коли індикатор засвітиться біля символу з двома двосторонніми стрілками. Вибравши роботу у звичайному 4-тактному режимі, параметр встановлення спеціального 4-тактного режиму SFS слід встановити на значення OFF (вимкнено) [27].

Виконання процесу зварювання в 2-тактному режимі ілюструє діаграма на рис. 2.4.

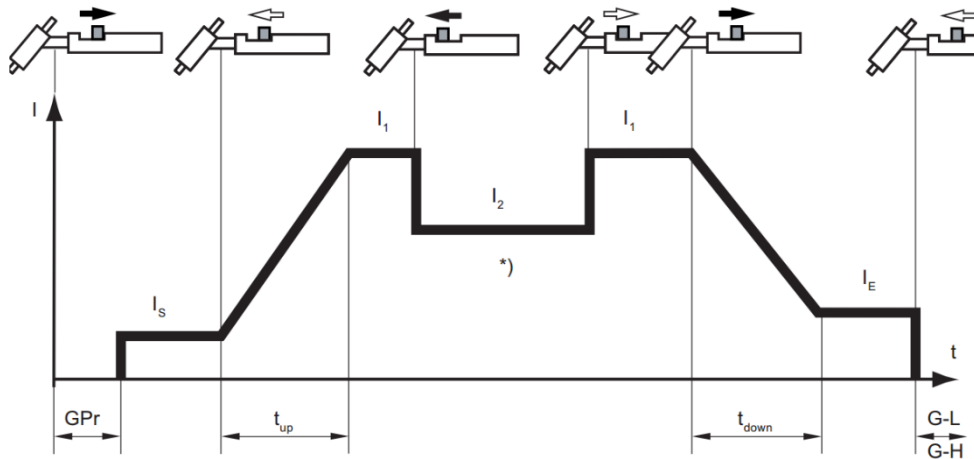


Рисунок 2.4 – Діаграма процесу ТІГ зварювання в 4-тактному режимі

* - тимчасове зниження сили струму

Процес зварювання розпочинається на стартовому струмі I_s . Для цього потрібно відтягнути кнопку пальника назад та утримувати її.

Для виконання зварювання на робочому струмі I_1 слід відпустити кнопку пальника. Продувка захисного газу і запалювання дуги буде відбуватися як і при 2-тактному режимі. Фаза наростання струму t_{up} розпочнеться в момент відпускання кнопки пальника.

Особливістю процесу 4-тактного зварювання є можливість тимчасового зниження робочого зварювального струму до заданого значення I_2 (див. рис. 2.4). Фаза тимчасового зниження сили струму використовується з метою запобігання місцевому перегріву матеріалу в процесі зварювання.

Для активації тимчасового зниження сили струму потрібно перемістити кнопку пальника вперед та утримувати її в такому положенні. Для повернення до робочого струму слід відпустити кнопку пальника.

При наступному відтягуванні кнопки пальника на себе почнеться фаза зниження основного струму до кінцевого струму I_E . Параметри t_{down} , G-H та G-L налаштовуються як і в попередньому прикладі.

Для повного завершення циклу зварювання потрібно відпустити кнопку пальника.

2.5 Спеціальні 4-тактні режими

Перший варіант спеціального 4-тактного режиму в апараті MagicWave 2200 активується, якщо в його налаштуваннях для параметра SFS встановити значення «1». Таке налаштування виключає необхідність утримування кнопки пальника у натиснутому положенні вперед під час переходу на тимчасове зниження струму (рис. 2.5) [27].

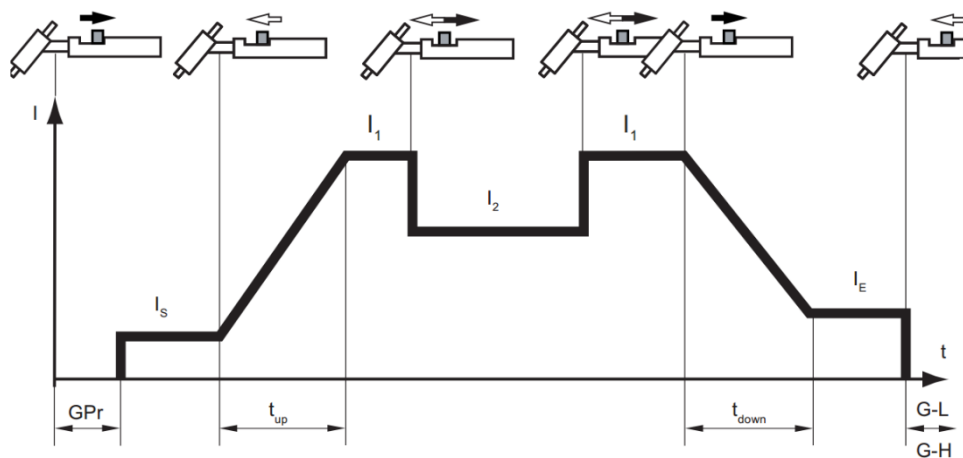


Рисунок 2.5 – Діаграма процесу TIG зварювання в спеціальному 4-тактному режимі (1 варіант)

Для тимчасового зниження сили струму до заданого значення I_2 необхідно відтягнути назад і відразу відпустити кнопку зварювального пальника. Якщо ще раз відтягнути назад і відразу відпустити кнопку пальника, відновиться зварювання на основному струмі I_1 .

Другий варіант спеціального 4-тактного режиму активується, якщо для параметру SFS надати значення «2». При цьому тимчасове зниження та наростання сили зварювального струму буде здійснюватися за допомогою встановлених величин фази спаду t_{down} та наростання t_{up} (див. рис. 2.6).

Для переходу з основного на знижений струм в другому спеціальному варіанті 4-тактного режиму необхідно змістити вперед і утримувати кнопку зварювального пальника. Зварювальний струм I_1 впродовж заданої фази спаду

t_{down} плавно знизиться до заданого значення I_2 . Зварювання відбуватиметься на зменшеному струмі до моменту відпускання кнопки пальника.

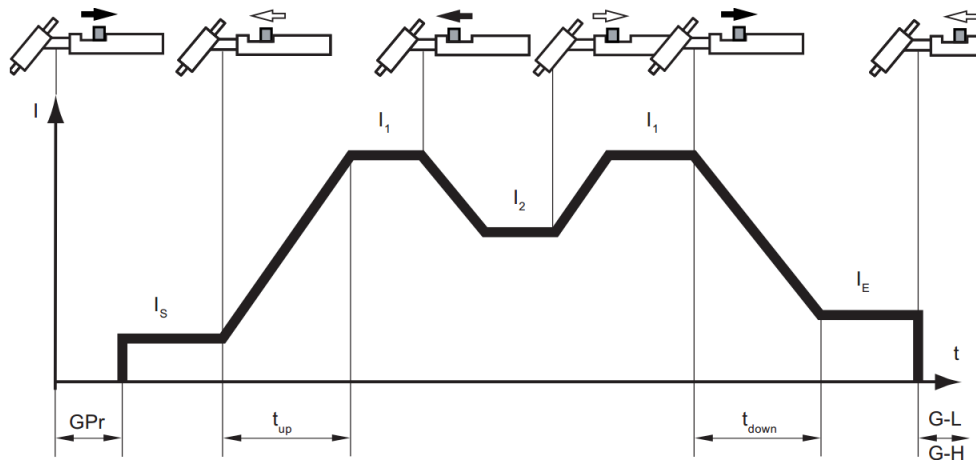


Рисунок 2.6 – Діаграма процесу ТІГ зварювання в спеціальному 4-тактному режимі (2 варіант)

В момент відпускання кнопки зварювального пальника зварювальний струм протягом задано фази наростання t_{up} збільшиться до значення основного струму I_1 .

Третій варіант спеціального 4-тактного режиму активується, якщо для параметра SFS задати значення «3». Для тимчасового зниження зварювального струму необхідно змістити вперед та утримувати кнопку зварювального пальника. Після відпускання кнопки пальника відновлюється зварювання на заданому основному струмі I_1 (рис. 2.7).

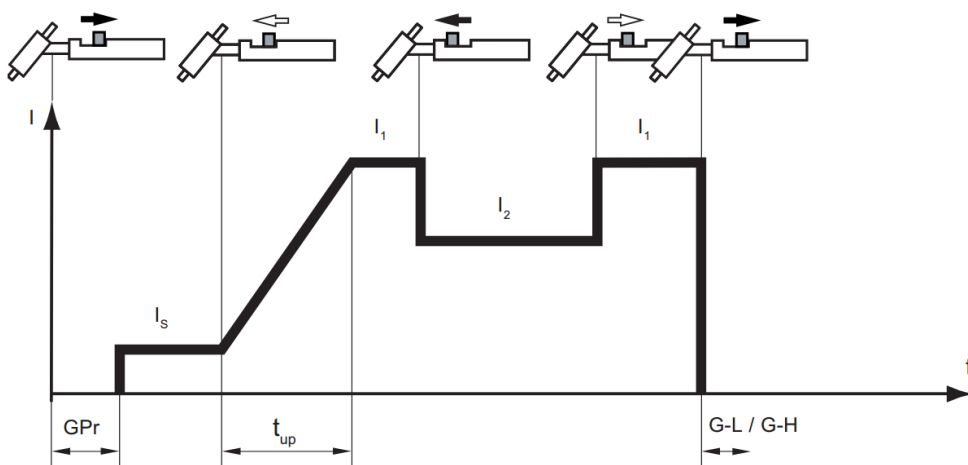


Рисунок 2.7 – Діаграма процесу ТІГ зварювання в спеціальному 4-тактному режимі (3 варіант)

Відмінною особливістю даного режиму є те, що при відтягуванні кнопки пальника назад, зварювання негайно завершується без проходження фази спаду струму та подачі струму заварювання кратера.

Четвертий варіант спеціального 4-тактного режиму активується, якщо під час налаштування для параметра SFS встановлено значення «4». В такому режимі для початку зварювання та зварювання на основному струмі необхідно відтягнути назад і одразу відпустити кнопку зварювальної пальники. Сила зварювального струму з урахуванням заданого часу наростання t_{up} автоматично збільшиться від значення пускового струму I_s до значення основного струму I_1 (рис. 2.8).

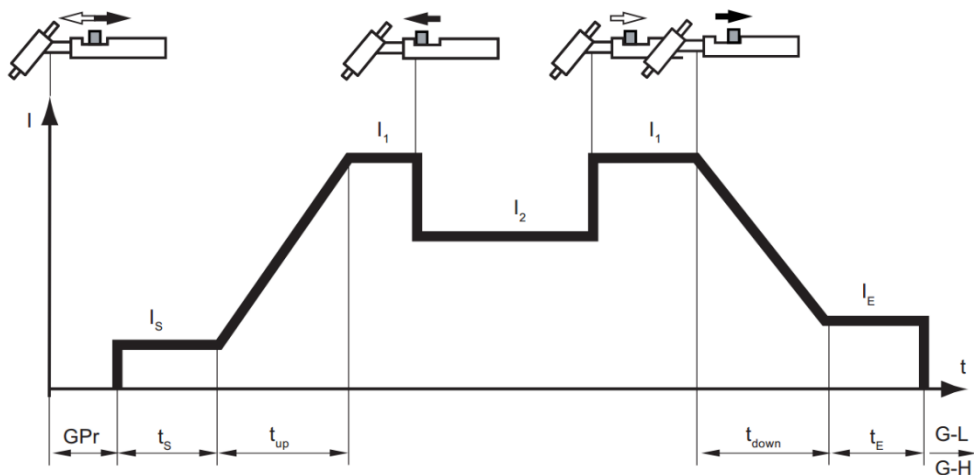


Рисунок 2.8 – Діаграма процесу TIG зварювання в спеціальному 4-тактному режимі (4 варіант)

Для тимчасового зменшення сили зварювального струму переміщують вперед і утримувати кнопку зварювального пальника. Для наступного його відновлення необхідно відпустити кнопку пальника, як і в попередньо розглянутому режимі.

Завершення зварювання відбувається шляхом відтягування кнопки назад та відпускання її. Від попереднього режиму процес завершення відрізняється тим, що при ньому відбувається зниження струму до величини заварювання кратера з наступною продувкою сопла після згасання дуги.

Наступний (п'ятий) варіант спеціального 4-тактного режиму активується, якщо для параметра SFS вибрано значення «5». Цей варіант налаштування дозволяє збільшувати та зменшувати силу зварювального струму при використанні зварювальних пальників, в яких не підтримується функція Up/Down (більше/менше) (рис. 2.9).

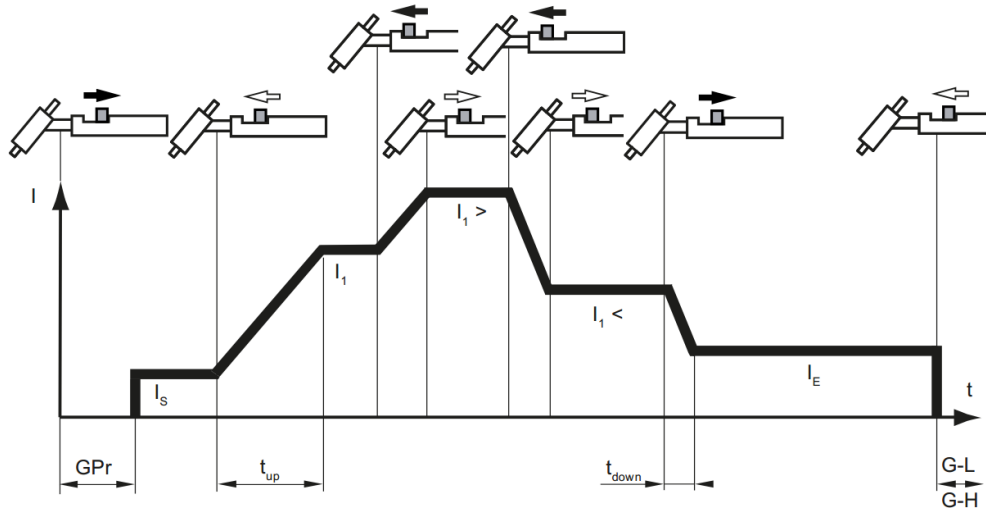


Рисунок 2.9 – Діаграма процесу TIG зварювання в спеціальному 4-тактному режимі (5 варіант)

В даному режимі, чим довше кнопка пальника утримується в зміщеному вперед положенні в процесі зварювання на основному струмі I_1 , тим більше буде зростати сила зварювального струму (аж до максимального значення). Після відпускання кнопки пальника сила зварювального струму залишиться на тому ж рівні. Якщо ж кнопку пальника знову змістити вперед і утримувати її, то сила зварювального струму буде зменшуватися. Завершення процесу зварювання відбувається як і при звичайному 4-тактному режимі з переходом на кінцевий струм та продувкою сопла.

Ще один (шостий варіант) спеціального 4-тактного режиму активується, якщо для параметра налаштування SFS встановлено значення «6». В такому режимі для початок зварювання на стартовому струмі I_s та активації фази наростання струму необхідно відтягнути назад та утримувати кнопку зварювального пальника (рис. 2.10).

Тимчасове зменшення сили струму до заданого значення I_2 та зворотне перемикання на значення основного струму I_1 відбувається при натисканні на короткий час ($< 0,5$ с) і відпусканні кнопки зварювального пальника. Завершення процесу зварювання відбувається при натисканні та утримуванні кнопку зварювального пальника більше $0,5$ с, а потім її відпусканні. Після завершення фази зниження струму та фази кінцевого струму процес автоматично завершується.

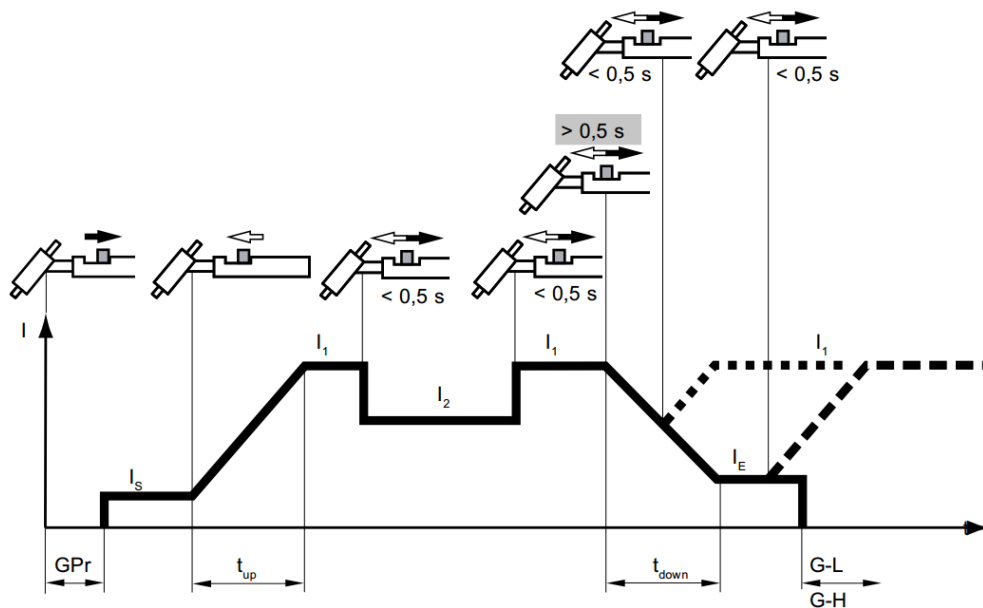


Рисунок 2.11 – Діаграма процесу ТІГ зварювання в спеціальному 4-тактному режимі (6 варіант)

Якщо під час перебігу фази зниження струму або фази кінцевого струму знову натиснути й утримувати кнопку зварювального пальника не більше $0,5$ с, а потім відпустити її, то ці відповідні струми перейдуть в основний струм, і процес зварювання продовжиться.

2.6 Режим імпульсного зварювання

Впродовж тривалого процесу зварювання можуть виникати умови, коли налаштований на початку зварювання зварювальний струм не буде оптимальним для виконання усього процесу. Так при недостатній силі струму основний метал

може погано розплавлятися, а у разі перегріву рідкий розплав може почати капати. Вирішити цю проблему дозволяє застосування імпульсного зварювання WIG (зварювання пульсуючим зварювальним струмом).

Суть імпульсного WIG зварювання полягає в тому, що впродовж усього процесу невисокий базовий струм I-G різко збільшується, досягаючи значно більшого високого рівня імпульсного струму I_1 та через встановлений час dcY (робочий цикл) знову знижується до базового значення I-G (рис. 2.11). В такому режимі відбувається швидке розплавлення невеликих ділянок зварюваного виробу, які потім швидко остигають [27].

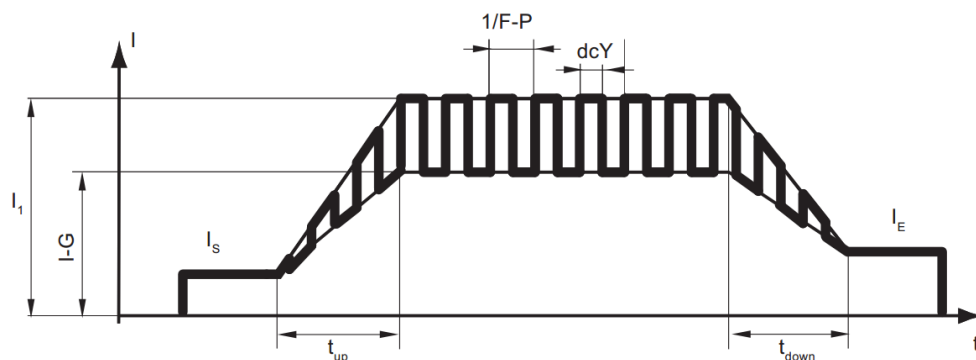


Рисунок 2.12 – Діаграма процесу TIG зварювання в імпульсному режимі
F-P – частота імпульсу; 1/F-P – часовий інтервал між двома імпульсами

Під час виконання імпульсного зварювання ручним способом присадковий дріт слід додавати у фазі максимального струму, що доступно лише в нижньому діапазоні частот (0,25 - 5 Гц). Вища частота імпульсів використовується, як правило, під час автоматичного зварювання для стабілізації зварювальної дуги.

Режим імпульсного зварювання рекомендується застосовувати для зварювання сталевих труб в тісних умовах та тонких листів.

2.7 Режим виконання прихваток

Функція виконання прихватки доступна лише для процесу TIG зварювання на постійному струмі. Якщо в меню налаштування для параметра tAC (прихватка) вказується певний період часу, то функція виконання прихватки може

бути призначена в 2-тактному та 4-тактному режимах роботи зварювального апарату. Послідовність роботи цих режимів залишається незмінною [27].

Протягом періоду t_{AC} джерелом живлення подається імпульсний зварювальний струм (рис. 2.13), що покращує функціонування зварювальної ванни під час скріплення двох заготовок. В імпульсному режимі джерело живлення автоматично регулює параметри подачі імпульсів як функцію від заданого основного струму, тому не потрібно задавати будь-які параметри подачі імпульсів. Подача імпульсного зварювального струму починається після завершення фази стартового струму I_s з фази наростання t_{up} .

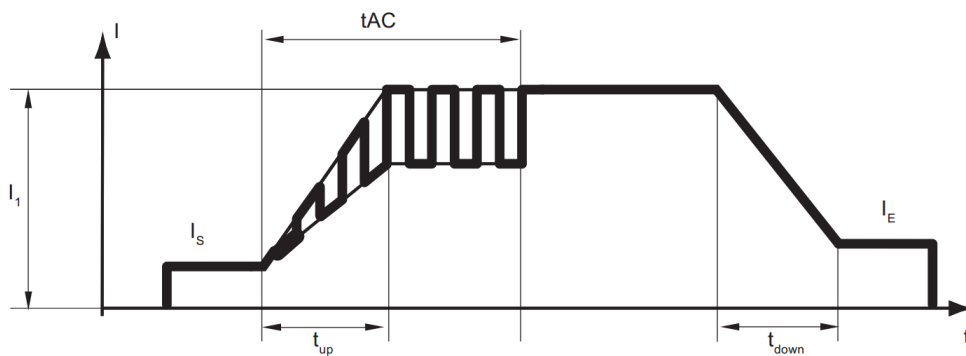


Рисунок 2.13 – Діаграма процесу TIG зварювання в режимі прихваток
 t_{AC} – тривалість подачі імпульсного зварювального струму для процесу
 виконання прихватки

Залежно від заданого часу t_{AC} подача імпульсного зварювального струму може продовжуватися до фази кінцевого струму I_E включно, коли для параметра налаштування t_{AC} встановлено значення «ON» (вкл). Після закінчення часу t_{AC} зварювання відбувається на постійному зварювальному струмі, а будь-які параметри подачі імпульсів, які були встановлені раніше, продовжують бути доступними.





Для того, щоб встановити необхідний час виконання прихватки, налаштування t_{AC} можна об'єднати з параметром налаштування SPt тривалості точкового зварювання.



Висновки за розділом


Зварювальні джерела серії MagicWave відрізняються від інших джерел для TIG зварювання можливістю зміни роду зварювального струму та функцією обплавлення кінця вольфрамового електрода. З поміж можливих способів зварювання, які може забезпечувати зварювальне джерело MagicWave 2200 Job особливої уваги заслуговують режими зварювання імпульсною дугою. Проаналізувавши його функціональні можливості встановлено можливість виконання зварювання у дев'ятьох різних режимах. Розглянуті діаграми технологічних процесів зварювального апарата дозволили визначити перелік параметрів, для яких необхідно дослідити їх залежності від умов зварювання та як вони впливають на якість зварних з'єднань.

3 МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Методика встановлення параметрів процесу зварювання TIG в меню налаштування апарата MagicWave 2200 job

Для входу до меню налаштування параметрів процесу TIG зварювання необхідно за допомогою кнопки «Режим роботи» вибрати 2-тактний  або 4-тактний  режим. Далі необхідно натиснути та утримувати кнопку «Зберегти»  та одночасно натиснути кнопку «Режим роботи» . Після цього джерело струму буде знаходитися в меню налаштування параметрів процесу TIG зварювання. На екрані панелі керування буде відображатися останній вибраний параметр.

Для зміни параметрів процесу TIG зварювання за допомогою правої або лівої кнопки вибору параметрів  необхідно вибрати параметр, який підлягає зміні. Для зміни значення обраного параметра використовується регулятор .

Для виходу з меню налаштувань потрібно натиснути кнопку "Режим роботи" .

Значення параметрів в меню налаштування «min» та «max» використовуються для визначення діапазонів, які можуть відрізнятися в залежності від марки джерела струму, механізму подачі дроту, зварювальної програми тощо.

В режимі точкового зварювання тривалість точкового зварювання SPt (Spot-welding time) задається в секундах з діапазоном регулювання OFF/0,05 - 25,0. За заводськими налаштуваннями даний параметр вимкнено (OFF). Якщо параметру SPt присвоєно певне значення, то 2-тактний режим буде відповідати режиму точкового зварювання. Якщо в меню налаштування встановлено

значення тривалості точкового зварювання, відмінне від 0, то на панелі керування

горить спеціальний індикатор точкового зварювання

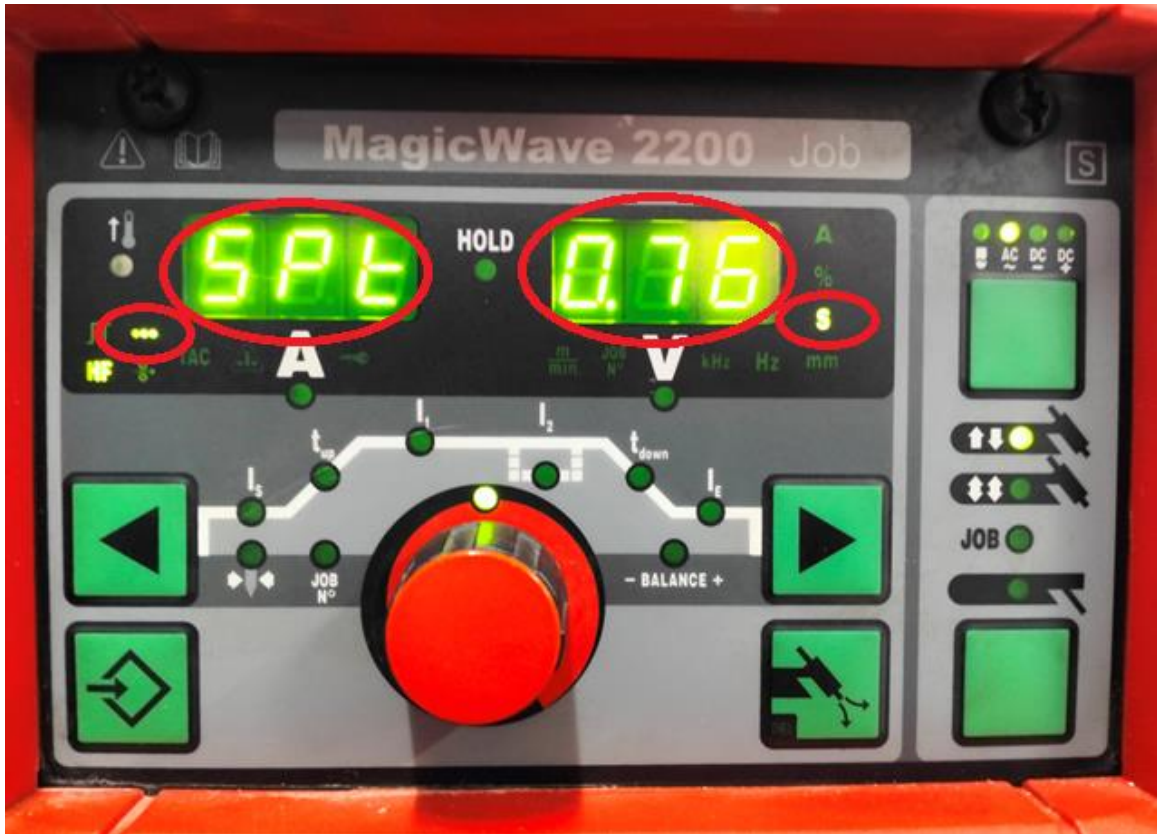


Рисунок 3.1 – Налаштування режиму точкового зварювання

Для налаштування функції виконання прихватки для TIG зварювання постійним струмом tAC (Tacking) за допомогою правої або лівої кнопки вибору параметрів вибирають даний показник (наступний після SPt). Тривалість подачі пульсуючого зварювального струму на початку процесу прихватки задається в секундах з діапазоном регулювань OFF/0,1-9,9/ON. За заводськими налаштуваннями режим прихватки вимкнений (OFF). Задавши в налаштування значення (ON) пульсуючий зварювальний струм буде подаватися до завершення процесу прихватки. Відлік налаштованого часу вмикається з початком фази наростання струму. Після закінчення заданого часу (0,1 – 9,9 с) продовжуватиметься зварювання постійним зварювальним струмом. Якщо

встановлено значення тривалості прихватки, на панелі керування горить

спеціальний індикатор **TAC**.

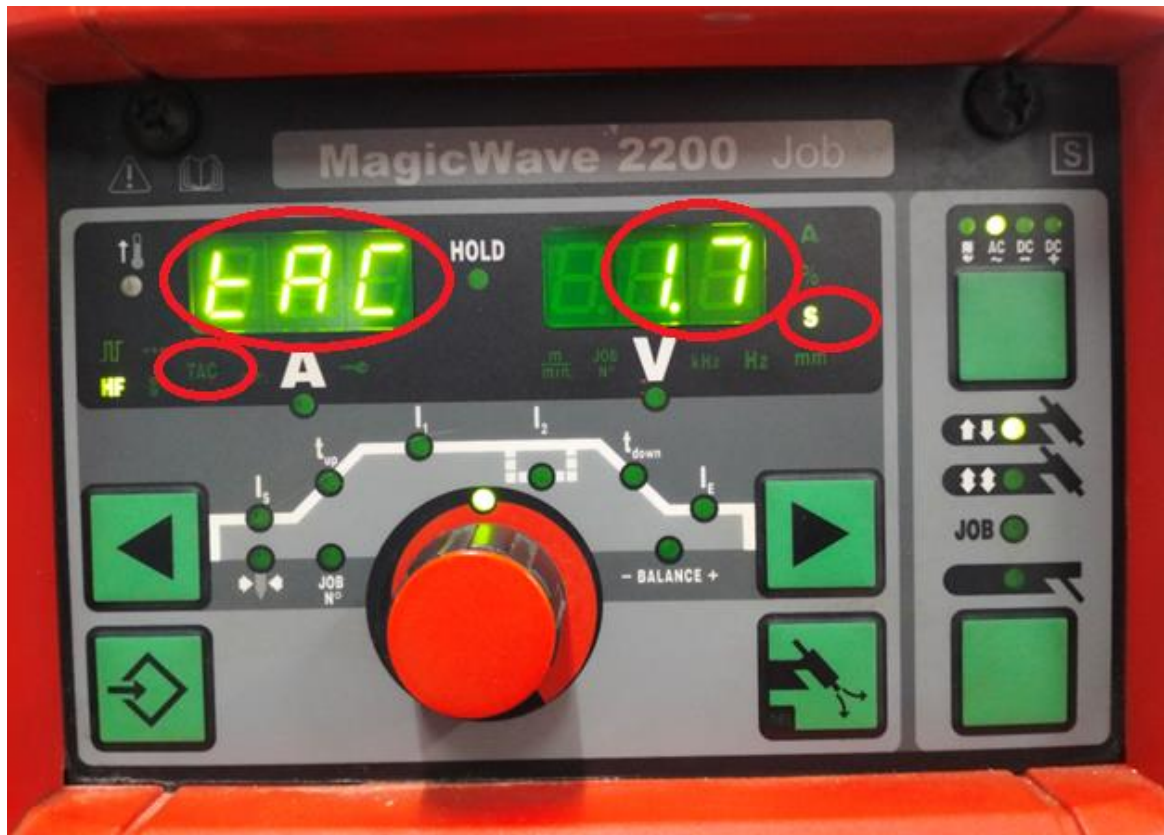


Рисунок 3.2 – Налаштування режиму прихватки

Наступним регульованим параметром, який доступний в меню налаштувань є частота імпульсу F-P (Frequency-pulsing). Одиниця виміру доступна в Гц або кГц в діапазоні OFF/0,20 Гц – 2 кГц. В заводських налаштуваннях частота імпульсів задана OFF. Задане значення частоти імпульсу використовується і для зменшеного струму I2 в 4-тактному режимі. Однак слід пам'ятати, що коли параметру F-P присвоєно значення OFF, то параметри меню налаштування dcY, I-G та Fd.2 недоступні.

Якщо під час налаштувань встановлено частоту імпульсу певного значення, то на панелі керування горить спеціальний індикатор імпульсного зварювання

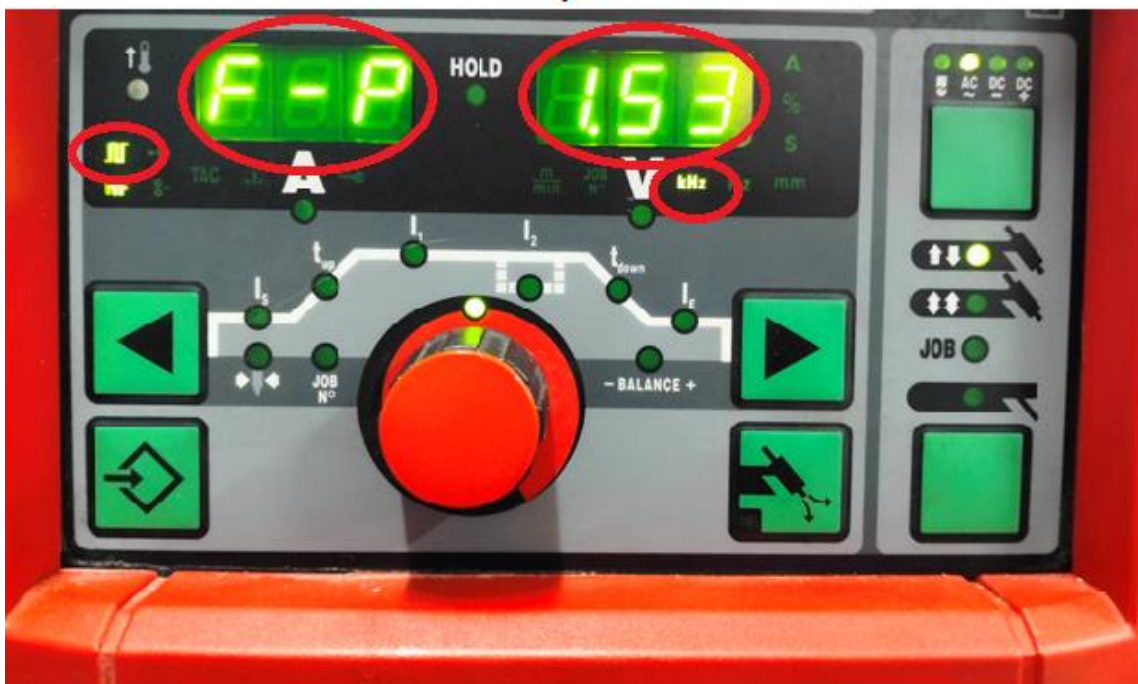


. В залежності від способу та умов зварювання рекомендується задавати наступні значення частоти імпульсу F-P:

- від 0,2 Гц до 5 Гц – для термічного імпульсного зварювання (зварювання у стиснених умовах, автоматизоване зварювання);
- від 1 кГц до 2 кГц – для імпульсного зварювання зі стабілізацією зварювальної дуги (стабілізація зварювальної дуги при невисоких значеннях зварювального струму).



a)



б)

Рисунок 3.3 – Налаштування режиму імпульсного зварювання

Для виконання TIG зварювання в імпульсному режимі в меню налаштувань можна задавати відношення тривалості імпульсу до тривалості базового струму при налаштованій частоті імпульсу dcY (Duty cycle). Одиницею виміру даного

параметра ϵ % в діапазоні від 10 до 90. За заводськими налаштуваннями в меню встановлено 50 %.



F-P = 12 Hz



F-P = 200 Hz



F-P = 520 Hz

Рисунок 3.4 – Результати виконання стикових зварних швів нержавіючої сталі на різних режимах імпульсного зварювання

Як видно з рис. експериментом підтверджується вплив частоти струму на форму зварного шва, а саме на його лускатість. З рисунка чітко видно, що зі збільшенням частоти струму розміри лусочок зменшуються, а шов стає гладший.

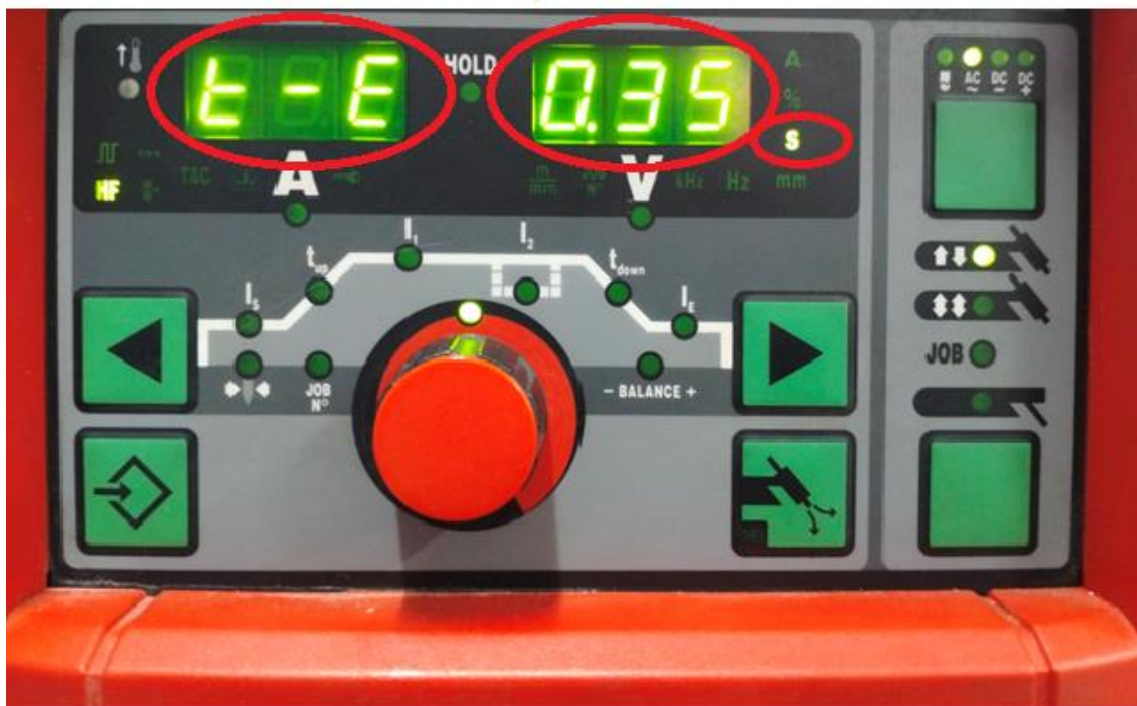
В меню налаштувань також доступні налаштування базового струму I-G (I (current)-Ground). Базовий струм задають у відсотках від основного струму II в діапазоні 0 – 100 %. За заводськими налаштуваннями базовий струм заданий в діапазоні 50 %.

При налаштуванні параметрів зварювального струму в меню налаштувань можна задавати тривалість фази стартового струму t-S (time-Starting). Його можна встановлювати в діапазоні регулювання OFF/0,01 - 9,9 с. За заводськими

налаштуваннями для t-S встановлено OFF. Параметр t-S служить для визначення тривалості фази стартового струму I_s . Слід пам'ятати, що параметр t-S діє лише для 2-тактного режиму. У 4-тактному режимі тривалість фази стартового струму I_s налаштовується за допомогою кнопки зварювального пальника.



а)



б)

Рисунок 3.5 – Налаштування тривалості початкового (а) та кінцевого (б) струмів

Також в меню налаштувань задають час кінцевого струму t-E (time-End). Як і для стартового струму його задають в діапазоні регулювання OFF/0,01 - 9,9 с, а за заводськими налаштуваннями задано значення OFF. Параметр t-E служить для визначення тривалості фази кінцевого струму I_E і діє лише для 2-тактного

режиму. У 4-тактному режимі тривалість фази кінцевого струму ІЕ налаштовується за допомогою кнопки зварювального пальника.




а)




б)



Рисунок 3.6 – Відновлення заводських налаштувань (а) та перехід на другий рівень налаштувань (б)


Вибравши в меню налаштувань функцію FAC (Factory) програма переходить в режим відновлення заводських налаштувань. Щоб відновити заводські налаштування, слід натиснути та утримуйте клавішу "Зберегти"  протягом 2 секунд (на цифровому дисплеї повинен з'явиться напис "PrG"). Однак слід бути уважним, оскільки відновлення заводських налаштувань призводить до видалення всіх значень параметрів, заданих оператором у меню налаштування. При відновленні заводських налаштувань зварювального апарата збережені завдання не видаляються. Також зберігаються параметри, розташовані на другому рівні меню налаштування. В меню налаштування другий рівень налаштування відображається написом 2nd.



3.2 Методика налаштування параметрів змінного струму та зміни полярності зварювання в меню налаштування апарата MagicWave 2200 job

В апаратах для TIG зварювання від фірми Fronius меню налаштування параметрів змінного струму та зміни полярності зварювання доступне лише на джерелах струму MagicWave.

Для входу в меню налаштування параметрів змінного струму та зміни полярності зварювання за допомогою кнопки «Метод» потрібно вибрати режим зварювання змінним струмом . Далі слід натиснути та утримувати кнопку

«Зберегти»  та одночасно натиснути кнопку «Метод зварювання» . Джерело струму буде знаходитися в меню налаштування змінного струму та зміни полярності. На екрані буде відображатися останній вибраний параметр.

Для зміни параметрів за допомогою правої або лівої кнопки вибору параметрів  слід вибрати той параметр, який підлягає зміні. Для зміни

значення параметра використовують регулятор . Вихід із меню налаштування відбувається після наступного натискання кнопки «Режим роботи» .

Значення параметрів в меню налаштування «min» та «max» використовуються для визначення діапазонів, які можуть відрізнятися в залежності від марки джерела струму, механізму подачі дроту, зварювальної програми тощо.

В меню налаштування параметрів змінного струму та зміни полярності зварювання доступне налаштування частоти змінного струму ACF (AC-frequency) в діапазоні регулювання Syn/40-250 Гц. За заводськими налаштуваннями ACF = 60 Гц. Значення Syn задають при потребі синхронізації мереж двох джерел струму при одночасному двосторонньому зварюванні змінним струмом. Важливо пам'ятати, що налаштовуючи параметр Syn, потрібно враховувати значення PhA («Синхронізація фаз»), задані на 2-му рівні

налаштувань. Низька частота струму забезпечуватиме слабку, широку зварювальну дугу з поверхневим тепловим впливом. Висока частота дасть сфокусовану зварювальну дугу з глибоким тепловим впливом.

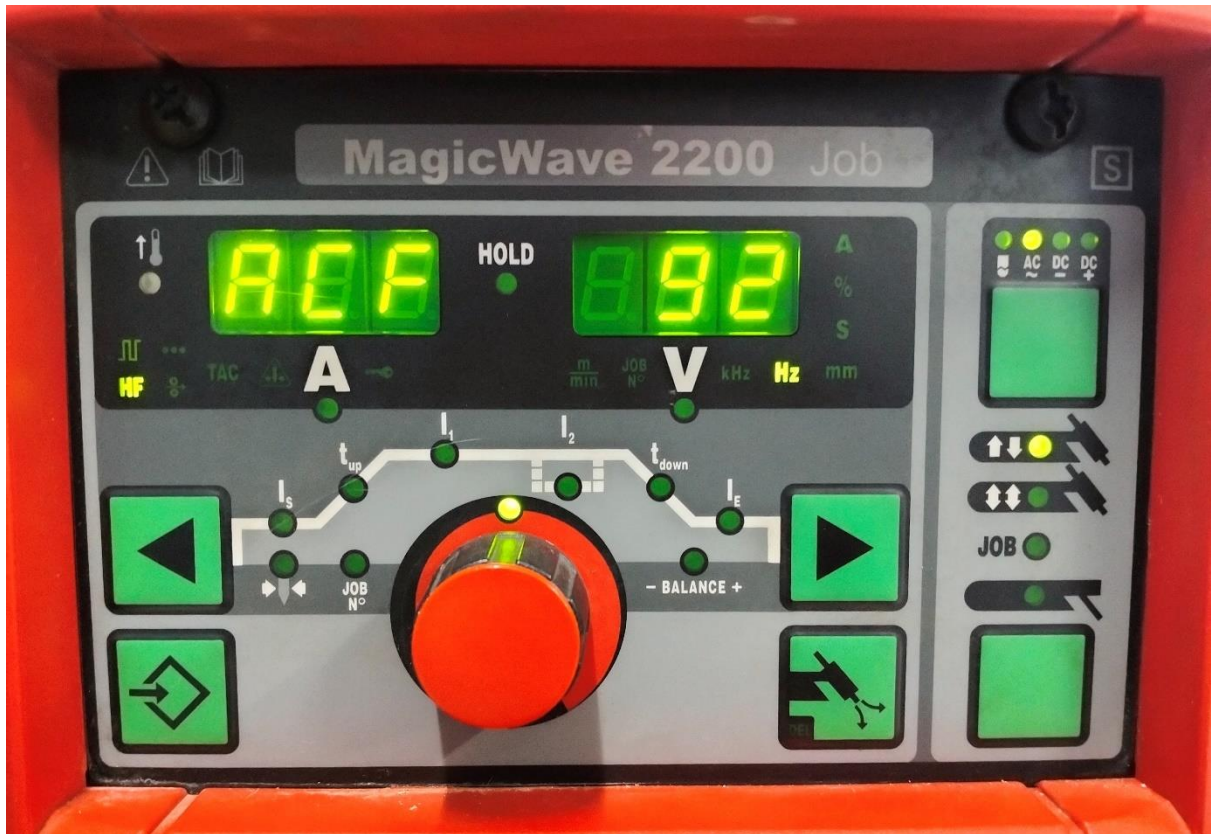


Рисунок 3.7 – Налаштування частоти змінного струму (ACF)

Наступним параметром в меню налаштування параметрів змінного струму та зміни полярності зварювання є зміщення змінного струму I_0 у відсотках (%).

Діапазон регулювання зміщення становить від -70 до +70 % [25, 27] при заводських налаштуваннях 0 %. Так, максимальне зміщення +70 також дає широку зварювальну дугу з поверхневим тепловим впливом, а мінімальне -70 зміщення дасть вузьку зварювальну дугу, глибокий тепловий вплив та забезпечить високу швидкість зварювання.

Вплив параметрів змінного струму на струмову характеристику джерела живлення ілюструють графіки на рис. 3.8.

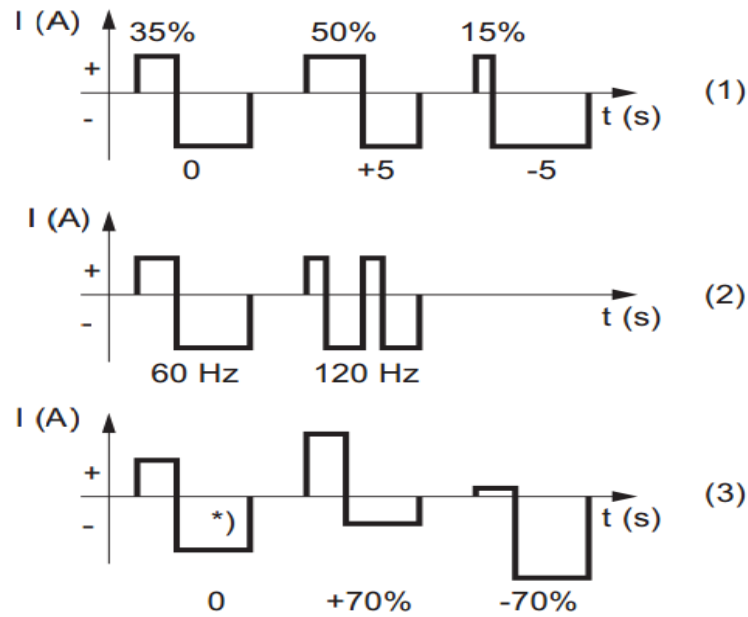


Рисунок 3.8 – Вплив параметрів змінного струму на струмову характеристику

1 – вплив балансу струму; 2 – вплив частоти змінного струму; 3 – вплив зміщення змінного струму; * – заводське налаштування (двадцятивідсоткове зміщення у бік негативних значень)

Результати дослідження впливу балансу змінного струму на ефект очистки поверхні деталі відображені на рис. 3.9.

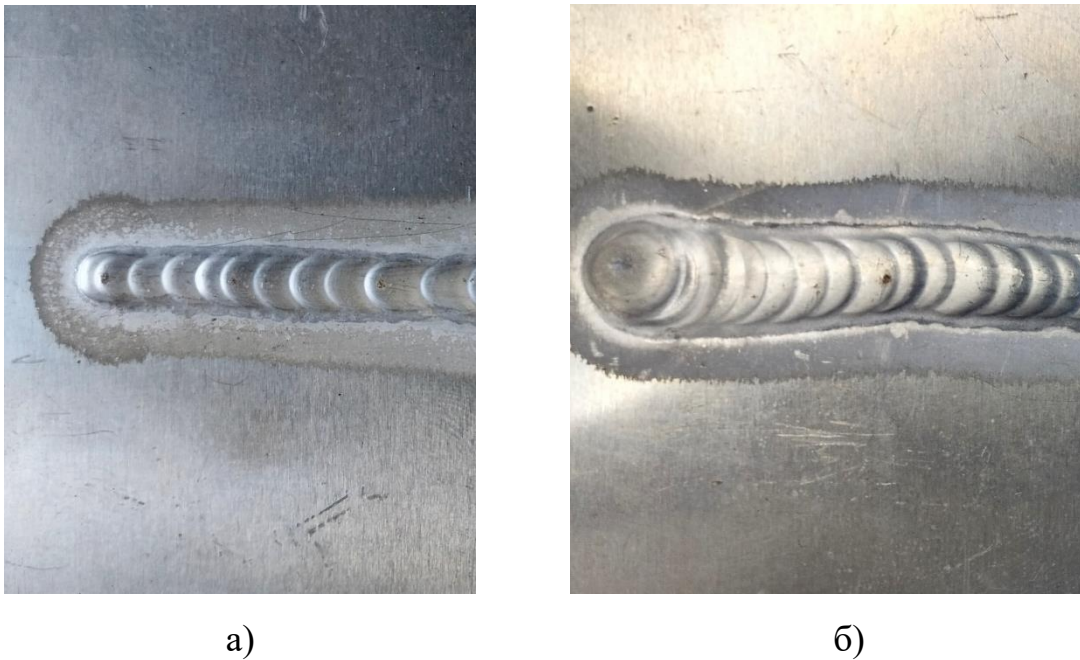


Рисунок 3.9 – Вплив балансу струму на ефект очищення поверхні деталі

Так, максимальне значення балансу забезпечує вищу степінь очистки та низьку потужність сплавлення (рис. 3.9,а) [4]. За мінімального балансу струму виникає широка дуга, яка забезпечувала неглибокий тепловий вплив та гірше проплавлення (рис. 3.9,б).

Ефект впливу зміщення змінного струму на якість процесу зварювання алюмінієвих деталей напусковим швом наочно відображають світлини на рис. 3.10.



а)



б)

Рисунок 3.10 – Вплив зміщення змінного струму на процес зварювання

Як показали результати досліджень, максимальне зміщення струму характеризувалось широкою зварювальною дугою, яка мала більший поверхневий тепловий вплив, в результаті чого шов вийшов опукліший і

нерівномірний (рис. 3.10,а). Мінімальне зміщення давало вузьку зварювальну дугу завдяки якій був досягнутий глибший провар, шов вийшов більш розпливчастий (рис. 3.10,б).

Оцінити вплив частоти змінного струму на форму зварного шва можна за світлинами таврових зварних з'єднань, представлених на рис. 3.11.



а)



б)

Рисунок 3.11 – Вплив частоти змінного струму на форму зварних швів

Так як низька частота струму забезпечуватиме слабку, широку зварювальну дугу з поверхневим тепловим впливом, то шов вийшов більш лускатим і нерівномірним. Висока ж частота дає сфокусовану зварювальну дугу з глибоким

тепловим впливом, що дозволило отримати кращий провар, суцільнішу зварювальну ванну і як наслідок рівномірніший і дрібнолускатіший шов.

Другий рівень налаштування в меню налаштувань змінного струму та зміни полярності зварювання відображається написом 2nd.


3.3 Методика налаштування параметрів зварювання постійним струмом

В апаратах для TIG зварювання від фірми Fronius меню налаштування параметрів зварювання постійним струмом доступне лише на джерелах струму MagicWave.


Для входу в меню налаштування параметрів зварювання постійним струмом за допомогою кнопки «Метод» потрібно вибрати режим зварювання


постійним струмом . Далі слід натиснути та утримувати кнопку «Зберегти»




та одночасно натиснути кнопку «Метод зварювання» . Джерело струму буде знаходитися в меню налаштування зварювання постійним струмом. На екрані буде відображатися останній вибраний параметр.

Для зміни параметрів за допомогою правої або лівої кнопки вибору

параметрів  слід вибрати той параметр, який підлягає зміні. Для зміни

значення параметра використовують регулятор . Вихід із меню налаштування відбувається після наступного натискання кнопки «Режим

роботи» . Значення параметрів в меню налаштування «min» та «max» використовуються для визначення діапазонів, які можуть відрізнятися в залежності від марки джерела струму, механізму подачі дроту, зварювальної програми тощо.

Другий рівень налаштування в меню налаштувань зварювання постійним струмом відображається написом 2nd.

3.4 Утворення закруглення на кінці електрода

Для процесу TIG зварювання змінним струмом на зварювальних апаратах MagicWave передбачена функція автоматичного утворення кульки на кінці електрода [2, 3].

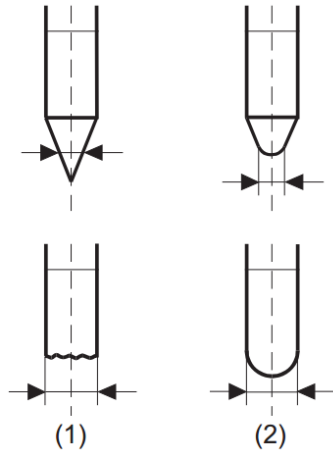


Рисунок 3.12 – форма вольфрамового електрода перед запаленням дуги (1) та після запалення дуги (2) при активації функції утворення закруглення

Для автоматичного утворення заокруглення на кінці електрода (обплавлення) вибравши процес TIG зварювання змінним струмом, потрібно активувати функцію автоматичного утворення кульки на кінці електрода


вибравши за допомогою кнопки «Метод»  процес зварювання змінним струмом з функцією автоматичного утворення кульки на кінці електрода [27].



Рисунок 3.13 – Увімкнення функції автоматичного утворення кульки на кінці електрода

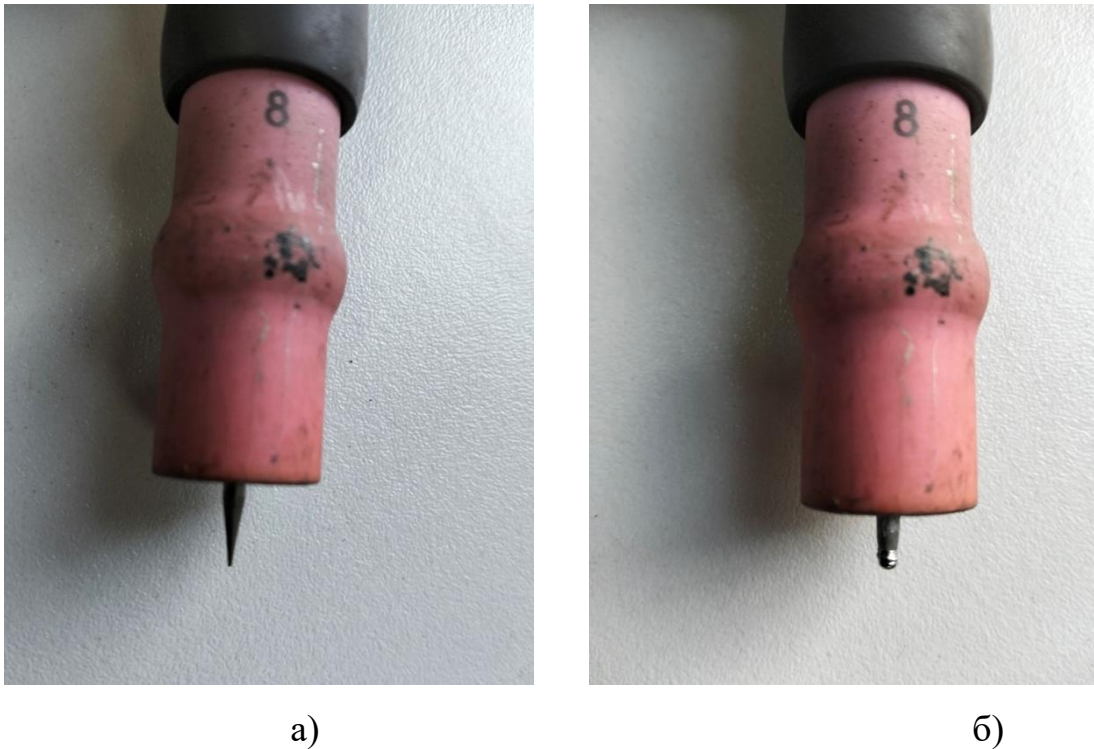



Рисунок 3.14 – Форма вольфрамового електрода до запалювання дуги (а)
та після (б)

На початку зварювання для заданого діаметра вольфрамового електрода буде формуватися ідеальна кулька. Окрема операція утворення кульки на тестовій деталі не потрібна. Після цього функція автоматичного формування кульки скидається і деактивується. Ця функція повинна активувуватися окремо для кожного вольфрамового електрода. Якщо ж на кінці вольфрамового електрода вже утворився достатньо велика кулька, то використання функції автоматичного її утворення не потрібно.

3.5 Контроль перевантаження електрода

У разі зайвого утворення кульки на вольфрамовому електроді може сформуватися занадто велика кулька. Це погіршить характеристики запалення.

Якщо відбулося зайве утворення кульки, на панелі керування засвітиться індикатор перевантаження електрода . Можливими причинами зайвого утворення кульки є:

- надто малий діаметр вольфрамового електрода;
- занадто високі значення робочого струму I_1 ;
- баланс занадто зміщений у бік "+".



Рисунок 3.15 – Встановлення діаметра електрода



Рисунок 3.16 – Сигнал індикатора про перевантаження електрода та максимально дозволений струм зварювання

Результати дослідження перевантаження електрода наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати досліджень перевантаження електрода

Діаметр електрода, мм	Баланс струму		
	-5	0	+5
1,6	163	94	58
2,0	213	130	84
2,4	220	166	111
3,0	220	218	142
4	220	220	206
4,8	220	220	220

Також встановлено, що для максимальних значень зварювального струму, визначених за нульового значення балансу струму було встановлено, що індикатор сигналу про перевантаження починав спрацьовувати при збільшенні балансу до +0,3 для усіх діаметрів електрода.

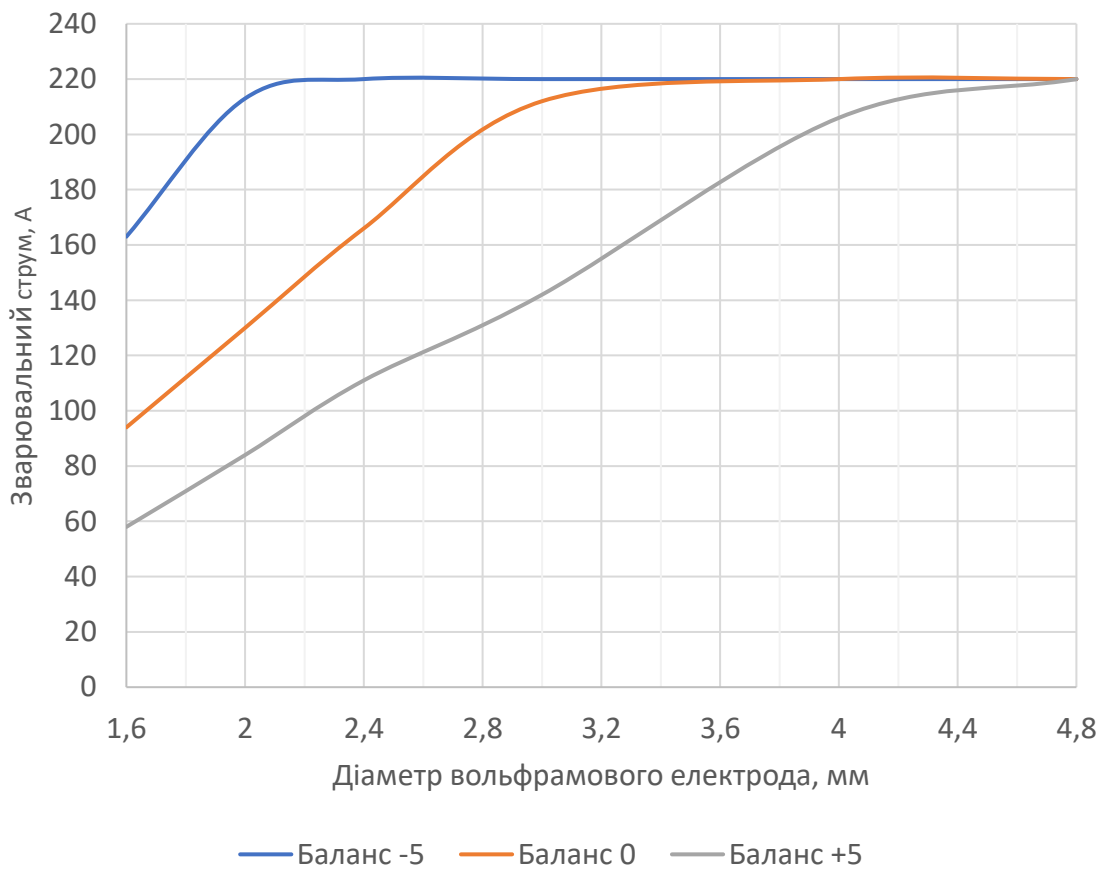


Рисунок 3.17 – Залежності максимального зварювального струму від діаметра електрода та балансу струму

Для усунення даного недоліку необхідно:

- використовувати вольфрамовий електрод більшого діаметру;
- зменшити робочий струм або встановити баланс у бік знаку «-».

Індикатор навантаження електрода налаштований на роботу з електродами з чистого вольфраму для зварювання на змінному струмі та ітрованими електродами для зварювання постійним струмом. Для інших електродів індикатор перевантаження електрода може використовуватися як еталонний показник.

Висновки за розділом

Результати дослідження впливу балансу змінного струму на ефект очистки поверхні деталі показали, що максимальне значення балансу забезпечує вищу степінь очистки та низьку потужність сплавлення. За мінімального балансу струму виникає широка дуга, яка забезпечувала неглибокий тепловий вплив та гірше проплавлення.

За результатами досліджень ефекту впливу зміщення змінного струму на якість процесу зварювання алюмінієвих деталей встановлено, що максимальне зміщення струму характеризувалось широкою зварювальною дугою, яка мала більший поверхневий тепловий вплив. Мінімальне зміщення давало вузьку зварювальну дугу завдяки якій був досягнутий глибший провар.

Оцінивши вплив частоти змінного струму на форму зварного шва встановлено, що низька частота струму забезпечуватиме слабку, широку зварювальну дугу з поверхневим тепловим впливом. Висока ж частота дає сфокусовану зварювальну дугу з глибоким тепловим впливом, що дозволило отримати кращий провар, суцільнішу зварювальну ванну і як наслідок рівномірніший і дрібнолускатіший шов.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні відомості про безпеку використання зварювального апарата

Magic Wave 2200 job

Цей пристрій виготовлено з використанням сучасних технологій та врахуванням загальновизнаних вимог техніки безпеки. Однак при неправильному або недбалому використанню пристрою можливі небезпечні ситуації, які загрожують здоров'ю та життю оператора або третіх осіб, ведуть до пошкодження обладнання та інших матеріальних цінностей, заважають ефективному використанню обладнання.

Усі особи, які беруть участь у введенні в експлуатацію, експлуатації та технічному обслуговуванні зварювального обладнання, повинні [27]:

- мати відповідну кваліфікацію;
- мати знання в галузі зварювання;
- повністю прочитати посібник з експлуатації обладнання та точно його дотримуватися.

Власник обладнання зобов'язується допускати до роботи з пристроєм лише осіб, які:

- ознайомлені з основними приписами в галузі безпеки праці та запобігання нещасним випадкам, а також проінструктовані по питанням поведінки з пристроєм;
- ознайомлені з інструкцією з експлуатації, зокрема розділом «Правила техніки безпеки», зрозуміли їх та підтвердили власноручним підписом готовність їх дотримуватися;
- мають освіту, що відповідає характеру передбачуваних робіт.

Усі особи, які залучаються до роботи з пристроєм, перед початком роботи зобов'язуються:

- дотримуватись основних приписів у галузі безпеки праці та запобігання нещасним випадкам;

- прочитати інструкцію з експлуатації, і, зокрема, розділ «Правила техніки безпеки», та підтвердити власноручним підписом їх розуміння та готовність їх дотримуватися.

4.2 Призначення та сфера використання зварювального апарата MagicWave 2200 job

Зварювальний апарат MagicWave 2200 job призначений для використання лише за призначенням. Він призначений виключно для методу зварювання, вказаного на заводській табличці. Інші види використання або використання, що виходить за рамки передбаченого в інструкції з експлуатації, є використанням не за призначенням.

Для використання за призначенням також потрібно:

- уважно прочитати та дотримуватись всіх вказівок, наведених у таблиці з експлуатації;
- уважно вивчити та дотримуватися всіх вказівок з техніки безпеки та попереджень про небезпеку;
- регулярно проводити інспектування та роботи з технічного обслуговування.

Забороняється використовувати пристрій у таких цілях:

- розморожування труб;
- заряджання акумуляторних батарей;
- Запуск двигунів.

Пристрій призначений для застосування в промисловості та на невеликих підприємствах. Використання або зберігання пристрою з недотриманням наведених вище вимог розцінюється як використання не за призначенням.

Діапазон допустимих температур навколишнього повітря [27]:

- під час експлуатації: від -10 °C до +40 °C (від 14 °F до 104 °F);
- при транспортуванні та зберіганні: від -20°C до +55°C (від -4°F до 131°F).

Відносна вологість повітря:

- до 50 % за температури 40 °C (104 °F).

- до 90 % за температури 20 °C (68 °F).

Навколишнє повітря повинно не містити пилю, кислот, корозійних газів або субстанцій тощо.

4.3 Основні правила захисту робітників при роботі зі зварювальним апаратом MagicWave 2200 job

Персонал, який працює зі зварювальним апаратом, може наражатися на різні небезпеки, наприклад:

- іскри та розпечені металеві деталі;
- випромінювання зварювальної дуги, яке може пошкодити очі та шкіру;
- небезпечний вплив електромагнітних полів, що може загрожувати життю людей, які використовують кардіостимулятори;
- ризик смертельного ураження мережним чи зварювальним струмом;
- підвищений шумовий вплив;
- шкідливий зварювальний дим та газ.

При роботі з пристроєм необхідно надягати відповідний захисний спецодяг. Захисний спецодяг повинен відповідати наступним вимогам:

- бути виготовленим з негорючих матеріалів;
- бути ізолюючим та сухим;
- покриває все тіло, не мати пошкоджень та перебувати в хорошому стані;
- включати захисний шолом;
- штанини не повинні бути загорнуті.

Захисний спецодяг включає різні предмети. Оператори повинні:

- захищати свої очі та обличчя від УФ-променів, тепла та іскор за допомогою захисної маски та дихального фільтра;
- надягати під маску запропоновані захисні окуляри з бічним захистом;
- носити міцне взуття, яке забезпечує ізоляцію навіть в умовах вологості;
- одягати на руки відповідні захисні рукавички (електрично ізольовані та захищають від впливу високих температур);

- одягати захисні навушники для зменшення шкідливого впливу шуму та запобігання травмам.

Не допускайте сторонніх осіб, особливо дітей, на виробничі ділянки, де працює обладнання або проводиться зварювання. Якщо все ж таки поблизу знаходяться інші люди необхідно:

- проінформуйте їх про всі небезпечні фактори (ризик пошкодження зору світлом зварювальної дуги, небезпека опіків від іскор, що розлітаються, задушливий зварювальний дим, шум, небезпека ураження електричним та зварювальним струмом тощо);

- надати їм відповідні засоби захисту або встановити потрібні захисні екрани або штори.

4.4 Моделювання процесу формування і виникнення травмонебезпечної ситуації під час роботи зі зварювальним апаратом MagicWave 2200 job

Одним із основних способів моделювання небезпечних ситуацій є метод графічно окресленого логічного моделювання потенційних аварій, травм і катастроф. Цей метод базується на побудові схем, відмов і помилок працівників (операторів) різних систем. Потрібно вести математичну обробку даних, з метою одержання ймовірності виникнення травматичних випадкових подій. Розрахунки спрямовані на зниження нещасних випадків на виробництві.

Вивчаючи модель процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, з якої починається небезпечний процес і до виникнення небезпечних наслідків. Якщо провести дослідження то обов'язково можна знайти подію (явище), що є причиною травмонебезпечних та аварійних ситуацій.

Розглянемо випадок виробничого травматизму під час електродугового зварювання апаратом MagicWave 2200 job. У даному випадку може відбутися травма працівника, внаслідок ураження електричним струмом, отруєння шкідливими газами чи отримання опіку. Головну подію розміщують у верхній

частині аркуша паперу і зверху донизу розміщують інші події. У побудованій моделі базові події мають форму круга. Нерозкриті базові події зображують у вигляді ромба, прямокутник подія, що виникає як результат дії фактора.

Математичну обробку побудованої моделі починають з крайньої лівої гілки, події якої пронумеровані знизу у верх починаючи з базових подій і закінчуючи головною. Значення подій вказуємо безпосередньо на символи зображення події. Ймовірності виробничих подій визначаємо за даними виробництва. Наприклад, базова подія “охорона праці”. Для визначення ймовірності ми повинні встановити наскільки (%) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об’єкт. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 20 або 30%, то ймовірність відповідно становить 0,2 і 0,3 [6]. При відсутності контролю ймовірність “не здійснення контролю” становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то відповідна ймовірність дорівнює 0. Для виконання математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логіко-імітаційної моделі застосовують складені формули відповідно до положень.

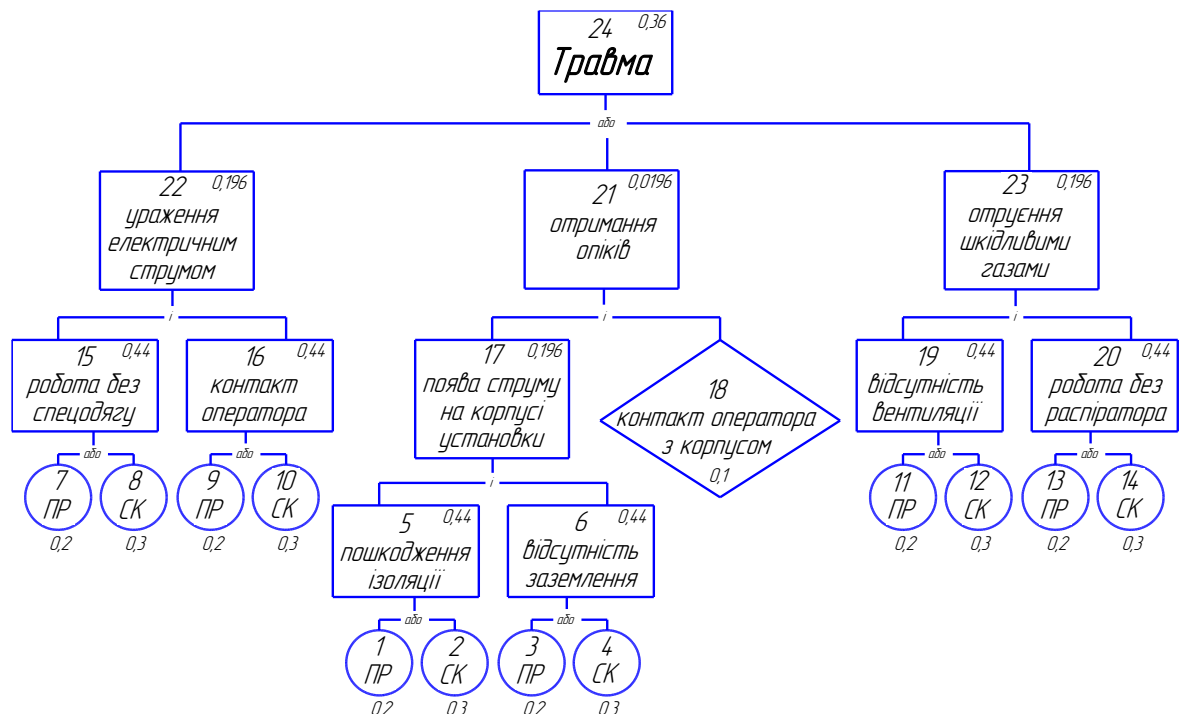


Рисунок 4.1 - Модель процесу формування та виникнення травми

На даній схемі графічно відображено математичну обробку даних на виробництві про нещасні випадки.

Ймовірність події P_5 визначаємо наступним чином

$$P_5 = P_1 + P_2 - P_1 \cdot P_2 = 0,2 + 0,3 - 0,2 \cdot 0,3 = 0,44 \quad (4.1)$$

Ймовірність подій $P_6, P_{15}, P_{16}, P_{19}$ і P_{20} буде рівною події P_5 , оскільки базові події для них є однаковими.

Ймовірність події P_{17}

$$P_{17} = P_5 \cdot P_6 = 0,44 \cdot 0,44 = 0,194 \quad (4.2)$$

Ймовірність події P_{21}

$$P_{21} = P_{17} \cdot P_{18} = 0,194 \cdot 0,1 = 0,0194 \quad (4.3)$$

Ймовірності подій P_{22} і P_{23} будуть рівною події P_{17} , оскільки події P_5, P_6, P_{15}, P_{16} рівні між собою.

Ймовірність події P_{24}

$$P_{24} = P_{21} + P_{22} + P_{23} - P_{21} \cdot P_{22} - P_{21} \cdot P_{23} - P_{22} \cdot P_{23} \quad (4.4)$$

$$P_{24} = 0,0194 + 0,194 + 0,194 - 0,0194 \cdot 0,194 - \\ - 0,0194 \cdot 0,194 - 0,194 \cdot 0,194 = 0,36$$

Таким чином, на робочому місці під час робіт зі зварювальним апаратом MagicWave 2200 job за наявності і можливості виникнення існуючих небезпек та небезпечних діяч на 100 робочих місць ймовірність виникнення травмонебезпечної ситуації становить 0,36 (36 %).

Висновки за розділом

В розділі проаналізовано основні потенційні небезпеки, які можуть виникати під час виконання зварювальних робіт зі зварювальним апаратом MagicWave 2200 job. Можливість виникнення небезпечних умов роботи становить 36 %.

Такий високий показник пояснюється великою кількістю небезпечних факторів та високими вимогами щодо кваліфікації працівників, якості виконання технологічного процесу та умов безпеки праці.

ВИСНОВКИ

Аналіз існуючих технологій зварювання хромованих нержавіючих сталей та інструкцій з експлуатації зварювального апарата MagicWave 2200 job показав відсутність чітких практичних рекомендацій щодо його використання у вищевказаних операціях. Виробником надаються тільки загальні характеристики обладнання, яких недостатньо для організації ефективного виконання технологічних операцій.

Користуючись інструкціями з експлуатації, було розроблено нові методики та рекомендації щодо налаштування параметрів точкового та імпульсного зварювання, функції виконання прихваток, встановлення необхідних параметрів стартового, основного та кінцевого струмів зварювання, а також отримані залежності перевантаження зварювального електрода від його діаметра та максимального струму зварювання.

Результати дослідження впливу балансу змінного струму на ефект очистки поверхні деталі показали, що максимальне значення балансу забезпечує вищу степінь очистки та низьку потужність сплавлення. За мінімального балансу струму виникає широка дуга, яка забезпечувала неглибокий тепловий вплив та гірше проплавлення.

За результатами досліджень ефекту впливу зміщення змінного струму на якість процесу зварювання алюмінієвих деталей встановлено, що максимальне зміщення струму характеризувалось широкою зварювальною дугою, яка мала більший поверхневий тепловий вплив. Мінімальне зміщення давало вузьку зварювальну дугу завдяки якій був досягнутий глибший провар.

Оцінивши вплив частоти змінного струму на форму зварного шва встановлено, що низька частота струму забезпечуватиме слабку, широку зварювальну дугу з поверхневим тепловим впливом. Висока ж частота дає сфокусовану зварювальну дугу з глибоким тепловим впливом, що дозволило отримати кращий провар, суцільнішу зварювальну ванну і як наслідок рівномірніший і дрібнолускатіший шов.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Александров О.Г., Заруба І.І., Пінковський І.В. Будова та експлуатація устаткування для зварювання плавленням. Київ: Техніка, 1998. 176 с.
2. Биковський О.Г. Довідник зварника. Київ: Основа, 2014. 448 с.
3. Биковський О.Г. Зварювання та різання кольорових металів: Довідковий посібник. Київ: Основа, 2011 . 392 с.
4. Биковський О.Г. Зварювання, різання й контроль якості під час виробництва металоконструкцій: підручник. Київ: Основа, 2021. 400 с.
5. Гапонова О. П., Будник А. Ф. Сталі та сплави з особливими властивостями: навчальний посібник. Суми: Сумський державний університет, 2014. 240 с. ISBN 978-966-657-507-7.
6. Городецький І. В., Тимочко В. О. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичні рекомендації до виконання розділу у роботах ОКР "Магістр" студентами факультету механіки та енергетики. Львів: Львівський НАУ, 2011. 16 с.
7. Гуменюк І.В., Іваськів О.В., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: Підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
8. Драган С.В., Лабарткава Практикум зі зварювання: Навчальний посібник. Миколаїв: НУК, 2008. 68 с.
9. ДСТУ 7239:2011. Національний стандарт України. Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.
10. ДСТУ 10157;2019 "Аргон газоподібний та рідкий. Технічні умови"
11. ДСТУ EN 1090-2:201X (EN 1090-2:2018, IDT). Виконання сталевих і алюмінієвих конструкцій. Частина 2. Технічні вимоги до сталевих конструкцій. Київ: УкрНДІ.

12. ДСТУ ISO 5817:2016 Зварювання. Зварні шви під час зварювання плавленням сталі, нікелю, титану та інших сплавів (крім променевого зварювання). Рівні якості залежно від дефектів (ISO 5817:2014, IDT)
13. ДСТУ EN ISO 14171:2015 Зварювальні матеріали. Дроти електродні суцільні й порошкові та комбінації дрiт електродний/флюс для дугового зварювання під флюсом нелегованих та дрібнозернистих сталей. Класифікація (ENISO 14171:2010, IDT; ISO 14171:2010, IDT):[Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id>
14. Зварювання нержавіючої сталі. <https://ukirs.com.ua>
15. Зварювальні технології. <https://svartech.com.ua/ua/>
16. Івченко П.С. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія зварювальних процесів» модуль 1 – Фізико-хімічні процеси в електричній дузі. Для студентів напряму 6.050504 – «Зварювання». Дніпродзержинськ: ДДТУ 2016. 93 с.
17. Квасницький В. В. Спеціальні способи зварювання. Навчальний посібник. Миколаїв: УДМТУ, 2003. 437 с.
18. Конспект лекцій з дисципліни «Зварні конструкції» для студентів напряму 6.050504 «Зварювання»/ Укладач Ю.А.Гасило. Кам, янське: ДДТУ, 2016. 72 с.
19. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: Навчальний посібник. Київ: Основа, 2010. 240 с.
20. НПАОП 28.52-1.31 -13 “Правила охорони праці під час зварювання металів”.
21. Основи охорони праці: навч. посібник / за ред. проф. В. В. Березуцького. Харків: Факт, 2005. 480 с.
22. Постольник Ю.С., Огурцов А.П., Решетняк І.С. Основи металургійної термомеханіки. Дніпродзержинськ, Вид ДДТУ. 1998. 360с.
23. Стеклов О.І. Основи зварювального виробництва. Київ: Вища школа, 1990. 222 с. 70.
24. Швець О.П., Березовецький С.А. Технології та обладнання зварювання металів і пластмас Методичні рекомендації до виконання

лабораторної роботи на тему «Обладнання для аргонодугового TIG (WIG) зварювання металів неплавкими електродами» студентами ОС «Бакалавр» спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 208 «Агроінженерія», 274 «Автомобільний транспорт». Львів: ЛНАУ, 2022. 15 с.

25. Швець О.П. Технології та обладнання зварювання металів і пластмас. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи на тему «Налаштування апаратів для аргонодугового TIG (WIG) зварювання на необхідний режим роботи» студентами ОС «Бакалавр» спеціальностей 133 «Галузеве машинобудування», 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», 208 «Агроінженерія», 274 «Автомобільний транспорт». Львів: ЛНАУ, 2022. 15 с.

26. Шульга Я.С. Плазмове та TIG зварювання конструкцій з нержавіючих сталей для харчової промисловості. Магістерська дисертація зі спеціальності 131 Прикладна механіка. Київ: НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського», 2022. 86 с.

27. TransTig 2200/2500 Comfort, TransTig 3000/4000 Comfort, TransTig 5000 Comfort, MagicWave 2200/2500 Comfort, MagicWave 3000/4000 Comfort, MagicWave 5000 Comfort. Джерело живлення WIG. Інструкція з експлуатації. URL: <https://www.fronius.com>