

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістр на тему „Обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом точкового контактного зварювання тонкостінних зварних виробів” складається з вступу та 4 розділів пояснювальної записки, яку виконано на 84 сторінках, має 26 рисунків і 11 таблиць.

Мета дипломного проекту – підвищення показників якості точкового зварювання тонкостінних зварних виробів шляхом обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом контактної точкового зварювання.

Запропоновано: технологію контактної точкового зварювання тонкостінних виробів на основі обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом контактної точкового зварювання; розраховано параметри та режими контактної точкового зварювання; запропоновано раціональне обладнання і пристосування; розроблено заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: зварювання, стабілізація параметрів, керовані величини, електроди, устаткування, складально-зварювальне пристосування, виріб.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1. Аналіз способів контактного точкового зварювання	7
1.2. Технологічні основи контактного точкового зварювання	29
1.3. Машини для контактного точкового зварювання	33
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	37
2.1. Характеристика автоматичного керування процесом контактного точкового зварювання	37
2.2. Розробка програмного забезпечення автоматичного керування точкового конденсаторного зварювання	44
3. ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	58
3.1. Вимоги до процесу контактного зварювання	58
3.2. Конструкція складально-зварювального пристосування	61
3.3. Розрахунок параметрів точкового зварювання тонкостінних виробів	64
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	69
4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при виготовленні тонкостінних виробів	69
4.2. Характеристика електробезпеки	72
4.3. Забруднення навколишнього середовища від викидів і відходів	75
при операціях в механічному цеху	77
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	81
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Зварювальні машини для точкового контактного зварювання забезпечують майже повну автоматизацію процесу. Для скорочення же тривалості допоміжних операцій і підвищення продуктивності всього технологічного процесу широко застосовують різні механізовані пристосування, машини-автомати, автоматичні лінії і промислові роботи.

Контактне зварювання є універсальною технологією, призначеною для формування нероз'ємних з'єднань самих різних металевих деталей і заготовок. Вперше була застосована в ХІХ столітті англійським фізиком Томсоном.

У ХХІ столітті є однією з найнадійніших, ефективних і постійно вдосконалюваних методів для нероз'ємного стиснення поверхонь. Принцип дії технології заснований на можливості бездифузійного злиття кристалічних решіток стикуючих тонкостінних заготовок. Сам процес являє собою з'єднання деталей шляхом розігріву заготовок за рахунок пропускання через них електричного струму. Контактне зварювання є незамінним в багатьох сферах серійного виробництва і промисловості, будівництва і побуту.

Мета роботи. Метою роботи є підвищення показників якості точкового зварювання тонкостінних зварних виробів шляхом обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом контактного точкового зварювання.

Об'єкт дослідження – технологічний процес і способи автоматичного керування контактним точковим зварюванням тонкостінних виробів.

Предмет дослідження – параметри та режими автоматичного керування процесом контактним точковим зварюванням.

Методи дослідження. Робота виконана з використанням основних положень теорії автоматичного керування процесами контактним точковим зварюванням, а також статистичного та графічного методів.

Наукова новизна одержаних результатів. Обґрунтовано технологічний процес і основні параметри та режими контактним точковим зварюванням тонкостінних виробів.

Обґрунтовано основні параметри автоматичного керування процесом контактного точкового зварювання тонкостінних виробів.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано та обґрунтовано удосконалений спосіб контактного точкового зварювання тонкостінних виробів і автоматичного керування процесом зварювання. Запропоновано рекомендації до застосування способу зварювання тонкостінних зварних виробів та вибору раціональних параметрів і режимів зварювання.

Апробація роботи. Основні положення і результати досліджень доповідалися та отримали позитивну оцінку на ІХ Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (м. Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2020 р.)

Публікації. Часткові результати досліджень за темою кваліфікаційної роботи магістра опубліковано в 1 тезах конференції.

Структура та обсяг роботи. Магістерська робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаної літератури. Основна частина виконана на 75 сторінках, містить 26 рисунків та 13 таблиць. Загальний обсяг роботи складає 84 сторінки.

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз способів контактного точкового зварювання

Перші способи зварювання виникли біля витоків цивілізації - з початком використання та обробки металів. Відомі найдавніші зразки зварювання, виконані в VIII-VII тисячоліттях до н.е. Найдавнішим джерелом металу були випадково знаходять шматочки самородних металів - золота, міді, метеоритного заліза. Куванням їх перетворювали в листочки, пластинки, вістря. Кування з невеликим підігрівом дозволяла поєднувати дрібні шматочки більші, придатні для виготовлення найпростіших виробів.

Пізніше навчилися виплавляти метал з руд, плавити його і литтям виготовляти вже більші і часто досить досконалі вироби з міді та бронзи.

З освоєнням ливарного виробництва виникла ливарна зварювання по так званому способу проміжного лиття - з'єднувальні деталі заформовували, і місце зварювання заливалося розплавленим металом. Надалі були створені особливі легкоплавкі сплави для заповнення сполучних об'ємів і поряд з ливарним зварюванням з'явилася пайка, що має велике значення і зараз.

Дуже важливим етапом стало освоєння заліза близько 3000 років тому. Залізні руди є повсюдно, і відновлення заліза з них виробляється порівняно легко. Але в давнину плавити залізо не вміли і з руди отримували продукт, який складався з найдрібніших частинок заліза, перемішаних з частинками руди, вугілля і шлаку. Лише багатогодинний куванням нагрітого продукту вдавалося віджати неметалеві домішки і зварити частки заліза в шматок платного металу. Таким чином, древній спосіб виробництва заліза включав в себе процес зварювання частинок заліза в більші заготовки. З отриманих заготовок ковальської зварюванням виготовляли всілякі вироби: знарядді праці, зброю та ін. Багатовіковий досвід, інтуїції і чуття дозволяли давніх містерій іноді отримувати сталь дуже високої якості (булат) і ковальської зварюванням виготовляти вироби вражаючої досконалості і краси.

Ковальська зварювання і пайка були провідними процесами зварювальної техніки аж до кінця XIX ст., Коли почався зовсім новий, сучасний період розвитку зварювання. Незрівнянно зросло виробництво металу і всіляких виробів з нього, багато разів - потреба в зварювальних роботах, яку не могли вже задовольнити існуючі способи зварювання. Почався стрімкий розвиток зварювальної техніки - за десятиліття вона удосконалювалася більше, чек за сторіччя попереднього періоду. Швидко розвивалися і нові джерела нагріву, легко розплавляється залізо: електричний струм і газокисневі полум'я.

Особливо потрібно відзначити відкриття електричного дугового розряду, на використанні якого заснована електродугове зварювання - найважливіший вид зварювання теперішнього часу. Помітна роль у створенні цього способу належить російським вченим і інженерам. Саме явище дугового розряду відкрив і досліджував в 1802 році російський фізик і електротехнік, згодом академік Василь Володимирович Петров [1].

У 1802 р російський академік В.В. Петров звернув увагу на те, що при пропущенні електричного струму через два стержня з вугілля або металу між їхніми кінцями виникає сліпуче горить дуга (електричний розряд), що має дуже високу температуру. Він вивчив я описав це явище, а також вказав на можливість використання тепла електричної дуги для розплавлення металів і тим заклав основи дугового зварювання металів.

М.М. Бенардос в 1882 р винайшов спосіб дугового зварювання із застосуванням вугільного електрода. У наступні роки їм були розроблені способи зв'язки дугою, що горить між двома або декількома електродами; зварювання в атмосфері захисного газу; контактного точкового електрозварювання за допомогою кліщів; створений ряд конструкцій зварювальних автоматів. М.М. Бенардосом запатентовано в Росії і за кордоном велику кількість різних винахід в галузі зварювального устаткування та процесів зварювання.

Автором методу дугового зварювання металевим електродом, найпоширенішого в даний час, є Н.Г. Славянов, який розробив його в 1888 р.

Н.Г. Славянов не тільки винайшов дугове зварювання металевим електродом, описав її в своїх статтях, книгах і запатентував в різних країнах світу, а й сам широко впроваджував її в практику. За допомогою навченого ним колективу робітників-зварювальників Н.Г. Славянов дугового зварювання виправляв шлюб лиття та відновлював деталі парових машин і різного великого устаткування. Н.Г. Славянов створив перший зварювальний генератор і автоматичний регулятор довжини зварювальної дуги, розробив флюси для підвищення якості наплавленого металу при зварюванні.

Створені М.М. Бенардосом і Н.Г. Славяновим способи зварювання стали основою сучасних методів електричного зварювання металів.

Впровадження зварювання в виробництво проходило дуже інтенсивно, так в Росії з 1890 по 1892 року був по їх технології відремонтовано з високою якістю +1631 виріб, загальною вагою понад 17 тис. пудів, це в основному чавунні і бронзові деталі. Вони навіть розробили проект ремонту російського пам'ятника ливарного виробництва «Цар-дзвона», але робота не була дозволена, і ми зараз можемо милуватися на російські нетлінні символи: дзвін, який не дзвонив, і на гармату, яка не стріляла.

Відомий мостобудівник академік Патон Євген Оскарівич, передбачаючи велике майбутнє електрозварювання в мостобудуванні і в інших галузях господарства, різко змінив поле своєї наукової діяльності і в 1929 році організував спочатку лабораторію, а пізніше перший в світі інститут електрозварювання (м. Київ). Їм було розроблено багато нових і ефективних технологічних процесів електрозварювання. В короткий термін були розроблені технологія та автоматичні стенди для зварювання під шаром флюсу веж і корпусів танків, самохідних знарядь, авіабомб.

У 1856 році англійський фізик Вільям Томсон (лорд Кельвін) вперше застосував стикове зварювання. У 1877 році американський дослідник Томсон незалежно від нього розробив стикове зварювання і впровадив її в промисловості. У тому ж 1877 році російський винахідник Микола Миколайович Бенардос запропонував способи контактного точкового і

шовного зварювання [2]. Для здійснення процесів контактного точкового зварювання використовувалися спеціальні кліщі з вугільними електродами, до яких підводиться електричний струм. Потім дві складені одна на іншу сталеві пластини затискалися кліщами, а струм, підведений до вугільних електродів, проходячи через метал, давав достатню кількість теплоти для зварної точки.

У 1886 році Томсон, який займався дослідженнями і розробками в області контактного зварювання, подав заявку на патент, що захищає принципово новий спосіб електричного зварювання, описуваний в такий спосіб: «зварюються предмети наводяться в зіткнення місцями, які повинні бути зварені, і через них пропускається струм величезної сили - до 200000 А при низькій напрузі - 1-2 В. Місце зіткнення представить току найбільший опір і тому сильно нагріється. Якщо в цей момент почати стискати зварювані частини і проковувати місце зварювання, то після охолодження предмети виявляться добре звареними» [3]. Спосіб зварювання називали «електричним куванням», або «безвогневим методом зварювання».

В кінці XIX століття стикова контактне зварювання застосовувалася для з'єднання телеграфних проводів. У своїх подальших дослідженнях Томсон став комбінувати нагрів електричним струмом з пластичними деформаціями, можливими завдяки застосуванню гідравлічних систем стиснення. До початку XX століття відносяться повідомлення про застосування фірмою Fiat контактного зварювання для виготовлення літакових двигунів.

У 1928 році фірма Stout Metal Airplane Company (відділення фірми Ford Motor) використовувала контактне зварювання на лініях виготовлення конструкцій з дюралюмінію. На початку 1930-х років в США були проведені випробування контактного зварювання легкоплавких металів та їх сплавів. В проведених дослідженнях були розроблені технології та обладнання, які стали використовувати у виробництві фірми Douglas, Boeing і Sikorsky Aircraft [3].

Нагрівання місця стику двох деталей проходять через них електричним струмом характерний для всіх способів контактного зварювання. Другим істотним ознакою цього виду зварювання є обов'язковий додаток зусилля

стиснення деталей, що контактують. За характером застосування такого зусилля і типу з'єднання розрізняють стикового, точкову, шовний (роликову) зварювання та інші способи. Е. Томсон і його колеги в США розробляли технологію стикового контактного зварювання і не намагалися змінити характер прикладання сили і форму сполуки, незважаючи на те, що прототипом нового способу контактного зварювання міг послужити найпоширеніший в XIX в. вид нероз'ємного з'єднання - клепка.

Невідомо, коли і за яких обставин прийшов Н. Н. Бенардос до принципу точкового контактного зварювання. Перший в світі патент на цей спосіб (і «прилад» для його реалізації) був виданий на його ім'я в Німеччині: № 46776-49 від 21.01.1888 р Як електроди служили графітові бруски, що вставляються в кліщі, які стискали вручну (рис. 1.1).

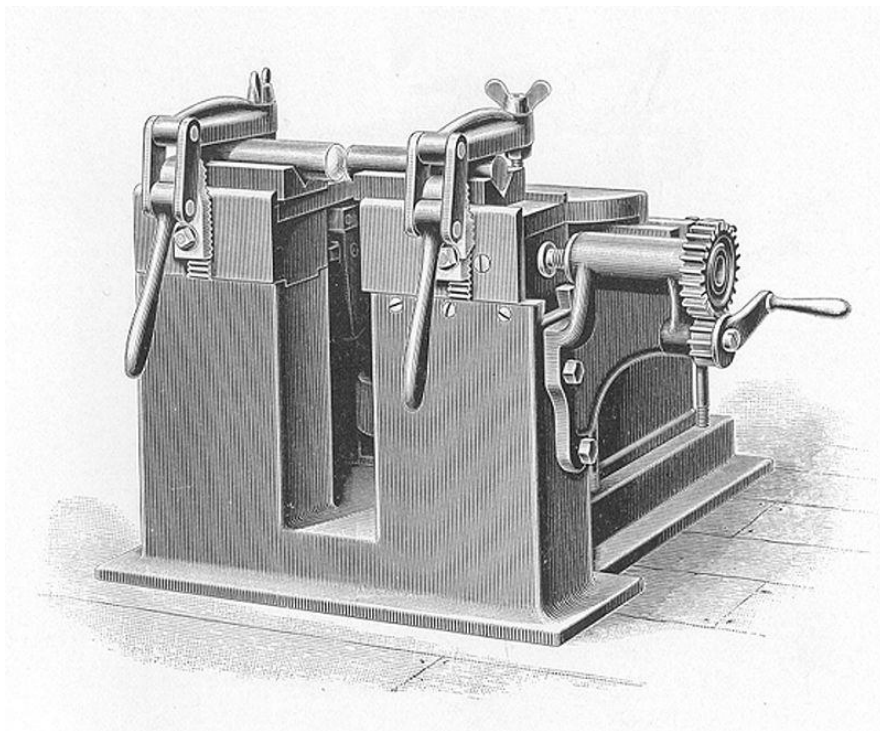


Рис. 1.1 – Зварювальна машина Бенардоса

У заявці на винахід, поданої в Росії, Бенардос детально описує технологію і пропонує кілька пристроїв для точкового зварювання.

Так, один з «приладів» виконували у вигляді стійки, на якій зміцнювали ізольовано один від одного кронштейни: нижній жорстко, а верхній - на шарнірі.

На кінцях кронштейнів, до яких подавали напругу, кріпили електроди з вугілля або іншого електропровідного «вогнетривкого тіла, відповідно для цього підготовленого» [20]. Зварювані заготовки збирали встик або зі скосом кромки і заводили між електродами.

При цьому верхній кронштейн піднімався. Перед початком зварювання цей кронштейн з електродом притискали вантажем. У міру розігрівання кромки до пластичного стану або до підплавлення виріб пересували, і слідом за нагріванням вироблялося обтиснення роликками.

Точкове зварювання продовжувала розвиватися. Через 10 років О. Кляйншмідт замінив вугільні електроди в «приладах» Бенардоса мідними електродами і удосконалив пристрій для зварювання, вмонтувавши трансформатор в кліщі (рис. 35).

На розробку було видано патент США № 616463 від 20.12.1898 р З цього часу точкове зварювання вийшла зі стадії лабораторних експериментів, і почалася робота над підвищенням продуктивності процесу.

Бушайе розробив конструкції «дуплекс-електродів» для виконання відразу двох зварних точок (пат. Франції № 330200 від 13.03.1903 р). Верхній і нижній електродні вузли мали власні трансформатори. При паралельному підключенні обмоток трансформаторів виходить тільки одна точка, при послідовному включенні - відразу дві.

Оптимальну конструкцію електродів розробив Харматта (патент США № 1046066 від 3.12.1912 р). Тейлор запропонував перехресний процес нагріву місця зварювання таким чином (рис. 2.1), щоб струм проходив по діагоналі між двома розділеними на частини електродами (пат. США № 1243004 від 16.10.1917 р).

Одночасно відпрацьовували оптимальну конструкцію вузлів, механічні та електричні схеми машин для точкового зварювання (рис. 1.3).

Були розроблені машини з хитним плечем-хоботом, потужні стаціонарні і легкі переносні машини, кліщі різних конструкцій.

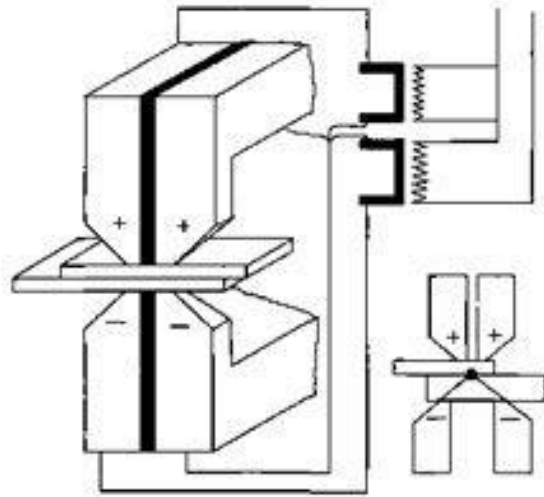


Рисунок 1.2 – Схема перехресного точкового зварювання Тейлора

В кінці XIX ст. точкове зварювання використовували для приварки ручок до каструль і сковорідок, для виготовлення інших невідповідальних виробів, замінюючи клепку, а іноді - пайку. Однак це малопомітне застосування переконливо довело, що точкове зварювання набагато продуктивніше клепки і що придатна вона для з'єднання багатьох металів. Точкове зварювання почали широко використовувати в США в 1914 р, коли в автомобільній промисловості клепка була замінена приваркой листових елементів автомобілів (крил, обшивки кузова, деталей шасі). Потужність установок коливалася в межах 5-35 кВ А. Установки мали ручне або ножне управління.

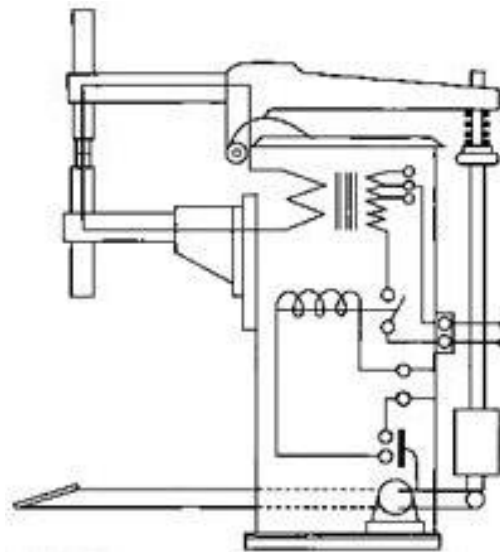


Рисунок 1.2 – Схема машини точкового зварювання

До 1923 р стаціонарні точкові машини дозволяли зварювати до 200 точок в хвилину. Використання нової технології в масовому виробництві створило можливість подальшого розвитку процесу зварювання, вдосконалення зварювального устаткування і навіть створення нових способів зварювання, таких як рельєфна і роликівий. Ідея рельєфного зварювання виникла завдяки багаторазовому появи «помилкових» з'єднань, які виконували в поспіху некваліфіковані робітники. У 1918 р Гамільтон і Оберіг звернули увагу на переваги приварювання деталей відразу в декількох місцях на заздалегідь відштампованих виступах і розробили промислову технологію рельєфного зварювання.

В процесі виготовлення виробів циліндричної форми часто нижній опорний електрод виконували у вигляді ролика, що обертається разом з виробом при установці в потрібне положення, а верхній - у вигляді короткого циліндричного стрижня. На таких машинах здійснювали точкові з'єднання, вони ж послужили прототипом машин для шовного зварювання, коли зварюються деталі проходять між двома роликками, нагріваються потужними імпульсами струму, в результаті чого утворюється шов з окремих перекриваються точок.

У 1905 р Снурек і Гіслер запропонували схему багатоелектродного точкового зварювання [110]. Однак тільки в 1924 р була розроблена конструкція відповідних машин, які були застосовані при складанні корпусів автомобілів на заводі Форда.

У 1910 р Джевонсом був винайдений спосіб контактного зварювання, що полягає в тому, що між зварюються крайками поміщали невеликі пластинки (закладки), в яких і концентрувалася теплота. Ця технологія була досить складною. З метою її спрощення як при точкової, так і при шовного зварювання замість закладок були запропоновані тонкі смужки (стрічки), які змотували з катушок і подавали зверху і знизу виробу.

У 1930 р на верфях Німеччини були впроваджені машини з двома електродами і двома трансформаторами фірми «Оттенземер Айзенверке».

Потім в короткий час різними фірмами в США і Європі були розроблені схеми багатоточкового зварювання - з декількома поступово включаються електродами; з одночасним включенням в симетричному і несиметричному виконанні; з трансформаторами, що мають подвійну вторинну обмотку; з трансформаторами, розташованими з протилежних сторін і ін. багатоелектродного машинами можна було одночасно або майже одночасно виконувати кілька зварних точок, повністю зварювати виріб (наприклад, вузол автомобіля), що не переміщує елементи і електроди до закінчення процесу.

Для багатоточкового зварювання були розроблені два типи машин - багатоцільові машини і зварювальні преси. Перші були забезпечені переміщається столом, їх використовували для зварювання різних виробів; другі застосовували для зварювання строго визначених виробів, коли становище електродів і опорних поверхонь було фіксованим. У 30-і роки було вирішено багато технічних проблем; обгрунтовані відстань між електродами і розташування трансформаторів, розроблені системи підведення струму, вибрано оптимальну кількість одночасно зварюються точок, встановлена послідовність постановки точок і т. д. Особливу увагу було приділено конструкції електродів і систем регулювання процесу зварювання.

Кляйншмідт, замінивши вугільні електроди Бенардоса мідними, забезпечив точковому зварюванню практичне застосування. Електролітична мідь володіє великою тепло- і електропровідністю, а при механічній обробці (протяжке) - задовільною твердістю. Однак в результаті нагрівання в процесі експлуатації міцність міді падає.

Починаючи з 1915 р, пошук матеріалу для електродів вівся в двох напрямках: електролітична мідь легованих з метою надання їй твердості, домагаючись при цьому незначного зниження електропровідності; підвищували електро- і теплопровідність сплавів на іншій основі, додаючи мідь. У 1925 р були розроблені «псевдосплави», названі «елколіт», «Елмет», «моллорі» і т. П., Що отримуються шляхом спікання при високому тиску і температурах порошків вольфраму, покритих міддю.

Оскільки провідність цього матеріалу була нижче, ніж чистої міді, з нього виконували тільки наконечники, які припаювали до охолоджуваного полому стрижня. У машинах для шовного зварювання вольфрам мідну стрічку припаювали у вигляді обода до торця роликів, Однак паяна конструкція коштувала дорого, і, крім того, завжди існувала небезпека поганого контакту в місці з'єднання через неточну збірки і дефектів пайки.

В результаті пошуку досить міцних матеріалів з хорошою електро- і теплопровідністю були підібрані елементи, здатні утворювати твердий розчин з міддю (кобальт, хром, кадмій, берилій і молібден) при їх утриманні не більше 1%. З цих сплавів почали виготовляти суцільнометалеві електроди і ролики.

Серйозним недоліком перших машин для контактного зварювання, особливо шовних, був велика витрата енергії - «зайвий» нагрів зони зварювання відбувався через тривалого впливу порівняно невеликої сили струму. У 1920 р було запропоновано здійснювати подачу струмів великої сили, і в машинах встановили реле часу. Роликам надавалося переривистий обертальний рух через фрикційну муфту і стопорний механізм. Для зменшення сили струму під час руху виробу у вторинний контур зварювального трансформатора включався елемент індуктивності. Сердечник індуктивного котушки був пов'язаний з роликами і переміщувався при їх русі, повертаючись у вихідне положення за допомогою пружини. Однак незабаром виявили, що чим більше сила зварювального струму, тим менше точність регулювання тривалості імпульсу. Тому довелося займатися вдосконаленням системи управління.

Регулювання параметрів струму і тривалості зварювання є важливими складовими технології, а апаратура управління - істотною частиною зварювальних машин. В апаратах Томсона в первинній обмотці трансформаторів перебували відводи, перемиканням яких регулювалося напруга у вторинній обмотці, як правило, складалася з одного витка. Тривалість проходження зварювального струму контролювалася електромагнітною системою, що містить конденсатор, що живиться від резистора і включений паралельно обмотці соленоїда. У 1924 р в схему була включена неонова лампа,

завдяки чому струм міг проходити через систему тільки при напрузі строго певного рівня.

У 1932 р в США в контактних машинах з'явилася система управління, заснована на тиратронах. Ця система знайшла застосування на машинах середньої потужності (до декількох кВ А), однак при їх експлуатації виявилися серйозні недоліки, зокрема, погано працювали переривники.

У 1934 р, практично з моменту появи в США ігнітрони-ртутних вентилів з допоміжним (підпалювали) електродом, керуючим запалюванням основного дугового розряду, їх стали використовувати в зварювальних машинах. У наступні роки система управління контактними машинами, заснована на ігнітрони, удосконалювалася. Були розроблені схеми управління ігнітрони, в яких використовували досягнення електронної техніки і застосовували допоміжні елементи (стабілізатори, підсилювачі і т. д.), А також елементи захисту.

У 1930-х рр. продовжували працювати над проблемою перевантаження мереж однофазними машинами, що викликало коливання напруги. Одне з рішень цієї проблеми було знайдено в 1941 р братами Маріо і Давидом Сіака: воно ґрунтувалося на застосуванні трифазних джерел з випрямлячами.

До кінця 1930-х рр. конструкція (вузли, компоновка, архітектоніка) контактних машин зазнала серйозних змін у порівнянні з вихідними зразками. Перші машини часто виконували, крім інших дій, проковку або обкатку, і в деяких з них були передбачені механічні командоапарати у вигляді валів з кулачками.

Продуктивність машин багато в чому залежала від швидкодії систем захоплення і стиснення зварюваних деталей. У пошуках оптимальних конструкцій були випробувані гідравлічні, пневматичні та електромагнітні системи.

В кінці XIX ст. машини для стикового зварювання представляли собою порівняно простий пристрій з електричним і механічним вузлами, управління роботою яких здійснювали педаллю.

Перші пристрої для точкового зварювання мали вигляд кліщів. Через два-три десятиліття були створені кілька десятків різних за призначенням універсальних і спеціалізованих машин, а за розмірами - від величезних формувальних станів для виробництва труб і виготовлення автомобілів до підвісних і переносних кліщів.

Серйозною проблемою в розвитку контактного точкового зварювання стало створення кліщів, що відрізняються високою маневреністю, легкістю і швидкістю. У перше десятиліття ХХ ст. в таких рухливих зварювальних постах генератори струму конструктивно відділялися від механічних, пневматичних або гідравлічних пристроїв для позиціонування і стиснення. Довжина кабеля і шланга водяного охолодження становила 2-3 м, і, з огляду на втрати, доводилося підвищувати напругу вторинної обмотки зварювального трансформатора, а отже, його потужність і габаритні розміри.

Наступним етапом було створення кліщів з трансформатором, вмонтованим в рухливу конструкцію. Виникли нові проблеми - необхідність зменшення габаритних розмірів трансформатора, збільшення питомої потужності, мінімізації втрат. З цією метою були застосовані трансформатори з броньовий магнітною системою, в яких первинна і вторинна обмотки були навито і захищені магнітної ланцюгом, виконаною з листів кременистої сталі з орієнтованими кристалами. Первинну обмотку виконували з мідного дроту, а вторинну - з литої міді з припаяними трубками-каналами для охолоджуючої води. У підвісних трансформаторах первинні обмотки чергувалися з витками вторинної обмотки, що збільшило питому потужність до 0,7-1 кВА / кг.

Перша технологія стикового зварювання труб, розроблена в 1902 р Е. Томсоном і отримала назву «прямошовні» метод, за способом застосування тиску була подібна до ковальсько-пресового зварюванням. У суцільнозварних трубах були зацікавлені багато галузей промисловості і будівництва. Технологія їх виготовлення і відповідне обладнання продовжували удосконалюватися. За два десятки років були зроблені спроби використовувати для виробництва труб всі відомі способи контактного зварювання. У 30-х рр.

фірма «А. О. Сміт» розробила технологію зварювання оплавленням і впровадила її у виробництво труб з товщиною стінки 5 мм і діаметром 500 мм, які зварюються по всій довжині (12 м) на машинах потужністю 5000 кВА.

У контактному зварюванні використовували струм промислової частоти до тих пір, поки в 1939 р фірма «Бабкок енд Вілько До" не застосувала струм частотою 200-350 Гц, Труби із смугового прокату зварювали машинами з обертовим трансформатором. Однак це ще не був процес, заснований на індукційного нагрівання струмами, відкритими Фуко, і теоретично досліджений в 1884 р, Хевісотдом. Вперше на практиці це явище використав в 1891 р Е. Томсон, який здійснив індукційний нагрів листового заліза. У 1900 р була пущена в експлуатацію індукційна плавильна піч Челліні. Початком розвитку процесів високочастотного зварювання вважається розробка фірмою «Лоррен-Еско» в 1928 р процесу (пат. Франції № 922431), в якому індукований струм концентрувався в зоні зварювання Феритний сердечником. Однак основний розвиток зварювання струмами високої частоти отримала після 1940-х рр.

Багато спільних істотних ознак з контактним зварюванням має і конденсаторна зварювання, ідея якої виникла завдяки випадку. У 1905 р співробітник фірми «Вестінгауз Електрик» Л. В, Чабб, експериментуючи з електричними конденсаторами, виявив, що дріт приварюється до алюмінієвій пластині при проходженні через них розряду накопиченого електрики [118]. Це спостереження дозволило зробити певні висновки: розряд зруйнував міцну оксидну плівку, що утрудняє пайку, і тому з'явилася можливість отримати міцне з'єднання алюмінієвих проводів. Конденсаторну зварювання відразу ж стали застосовувати в електротехніці (приварка срібних, вольфрамових і інших контактів, з'єднання алюмінієвих і мідних проводів), в ювелірній справі (приварка золотих і платинових шпильок і зволікань).

Як уже зазначалося, стикова зварка знайшла застосування майже відразу після створення Томсоном перших зразків машин, Спочатку це було виготовлення проводів для електротехнічних цілей, потім - виробництво труб і різних стрижнів і, нарешті, найбільш ефективно застосування - виробництво

озброєння в США, зокрема, снарядів в роки Першої світової війни. У Європі в цей час найбільш активно розвивала і впроваджувала контактне зварювання німецька фірма «Альгемайне Електрише Гаєельшафт» (АЕГ). Крім «чисто» контактних машин, ця фірма в 1930-х рр. розробляла і випускала машини для приварювання шпильок.

Контактна зварювання знайшла застосування в літакобудуванні вже в 1908 р, незабаром після того, як у ряді країн було вирішено використовувати для основних вузлів літаків метал. При виготовленні сталевих Ланжерон, стійок, розкосів, елеронів і т. Д, застосовували точкову і роликову зварювання. У 1928 р фірма «Форд Мотор» впровадила контактне зварювання для відповідальних вузлів літаків з дюралюмінію. В початку 1930 р були проведені статичні і втомні випробування на натурних зразках і моделях, які підтвердили можливість застосування контактного зварювання алюмінієвих конструкцій. У США з 1935 р її почали використовувати фірми «Боїнг», «Дуглас» і «Сікорські», майже одночасно в Європі - фірми «Фіат» разом з «КантьєріАеронавтіка д'Італія», що випустили перший металевий італійський літак.

Особливо широке застосування всі способи контактного зварювання знаходять в автомобілебудуванні. Г. Форду належить особлива роль у розвитку контактного зварювання. Його замовлення були стимулом для вдосконалення технології та обладнання. У свою чергу зварювання забезпечила високі темпи виробництва автомобілів. У перші роки на заводах Форда випускали до 3000 автомобілів на рік, а в 1909 р їх кількість досягла 10 тис. В основному завдяки застосуванню стикового і точкового зварювання замість клепок.

До початку 1928 р на заводах компанії «Форд Мотор» було 320 машин для зварювання оплавленням, 540 машин для точкового зварювання і 25 машин для роликового зварювання. У 1928 р на автомобілі моделі «Форд-А» налічувалося близько 1300 зварних точок, на моделі 1932 року їх кількість склала 2000 шт. З'єднання всіх штампованих деталей корпусу, що кріпляться до шасі, здійснювалося точкової і роликовій зварюванням. У наступному році

технологія була вдосконалена - днище і дві бічні стінки зварювали за одну операцію на машинах з двома трансформаторами (потужністю по 250 кВ А) менше ніж за 60 с, причому чисте зварювальне час становило менше 10 с.

В кінцевому підсумку розвиток обладнання для точкового зварювання пішло по двох напрямках - створення кліщів (рухомих зварювальних постів) і створення багатоточкових машин (контактних машин-пресів).

Також були вдосконалені і машини для роликового зварювання.

В даний час широкий розвиток отримали такі нові способи зварювання як: порошковими матеріалами, плазмова, контактна і електрошлакове, зварювання під водою і в космосі і ін., Багато з яких були розроблені в інституті електрозварювання імені Є.О. Патона, який в останні роки очолював син засновника інституту - академік Борис Євгенович Патон.

Найбільший розвиток наука про зварювання і техніка передових методів зварювання досягла в нашій країні завдяки працям багатьох радянських вчених, інженерів і робітників-новаторів зварювального виробництва.

Ними створена велика кількість типів зварювального обладнання, марок електродів, розроблені нові прогресивні зварювальні процеси, в тому числі висококомеханізовані і автоматизовані, техніка зварювання багатьох металів і сплавів, глибоко і всебічно розроблена теорія зварювальних процесів.

Зараз зварювання є основним способом з'єднання деталей при виготовленні металоконструкцій (рис. 1.4).

Широко застосовується зварювання в комплексі з литтям, штампуванням і спеціальним прокатом окремих елементів заготовок виробів, майже повністю витіснивши складні і дорогі суцільнолиті та цільноштамповані заготовки.

Зварювальні машини для точкового и шовного зварювання забезпечують майже повну автоматизацію процесу.

Для скорочення ж тривалості допоміжних операцій и підвищення продуктивності всього технологічного процесу широко застосовують різні механізовані пристосування, машини-автомати, автоматичні лінії и промислові роботи.

В даний час широкий розвиток отримали такі нові способи зварювання як: порошковими матеріалами, плазмова, контактна і електрошлакове, зварювання під водою і в космосі і ін., багато з яких були розроблені в інституті електрозварювання імені Є.О. Патона, який в останні роки очолював син засновника інституту - академік Борис Євгенович Патон



Рис. 1.4 – Контактне зварювання для виготовлення металоконструкцій



Рисунок 1.5 – Контактне зварювання тонких пластин

Найбільший розвиток наука про зварювання і техніка передових методів зварювання досягла в нашій країні завдяки працям багатьох радянських вчених, інженерів і робітників-новаторів зварювального виробництва. Ними створена велика кількість типів зварювального обладнання, марок електродів, розроблені нові прогресивні зварювальні процеси, в тому числі висококоманізовані і автоматизовані, техніка зварювання багатьох металів і сплавів, глибоко і всебічно розроблена теорія зварювальних процесів.

Способи контактного зварювання наведено на рис. 1.5

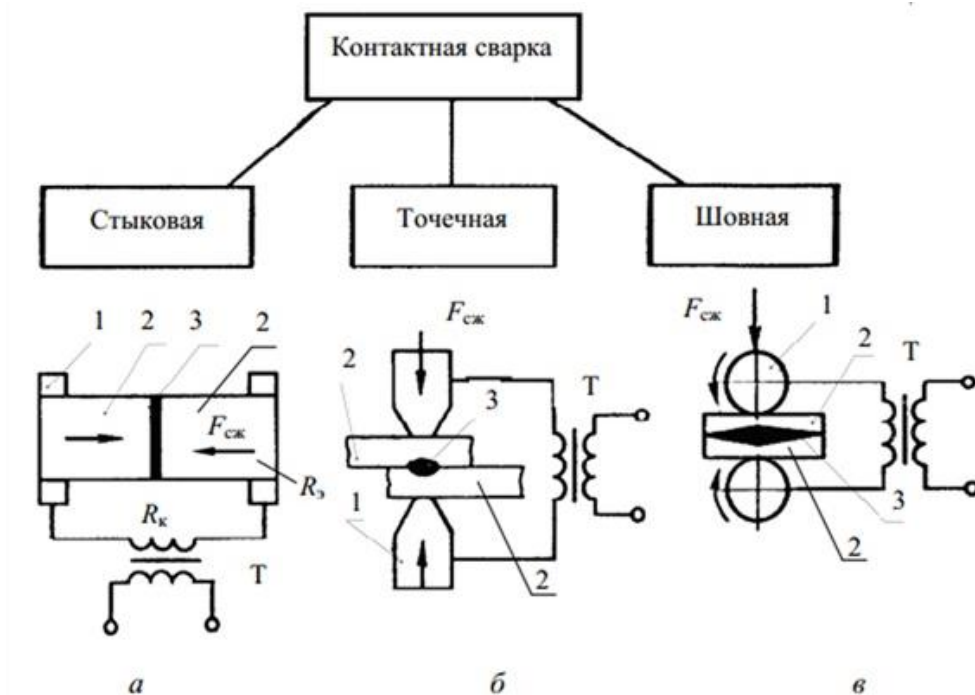


Рисунок 1.5 – Види контактної точкової зварювання

Точкова контактне зварювання - зварювальний процес, при якому деталі з'єднуються в одній або одночасно в декількох точках (рис. 1.6, рис. 1.7). Міцність з'єднання визначається розміром і структурою зварної точки, які залежать від форми і розмірів контактної поверхні електродів, сили зварювального струму, часу його протікання через заготовки, зусилля стиснення і стану поверхонь деталей, що зварюються. За допомогою точкового зварювання можна створювати до 600 з'єднань за 1 хвилину [5]. Застосовується для з'єднання найтонших деталей (до 0,02 мм) електронних приладів, для зварювання сталевих конструкцій з листів товщиною до 20 мм.

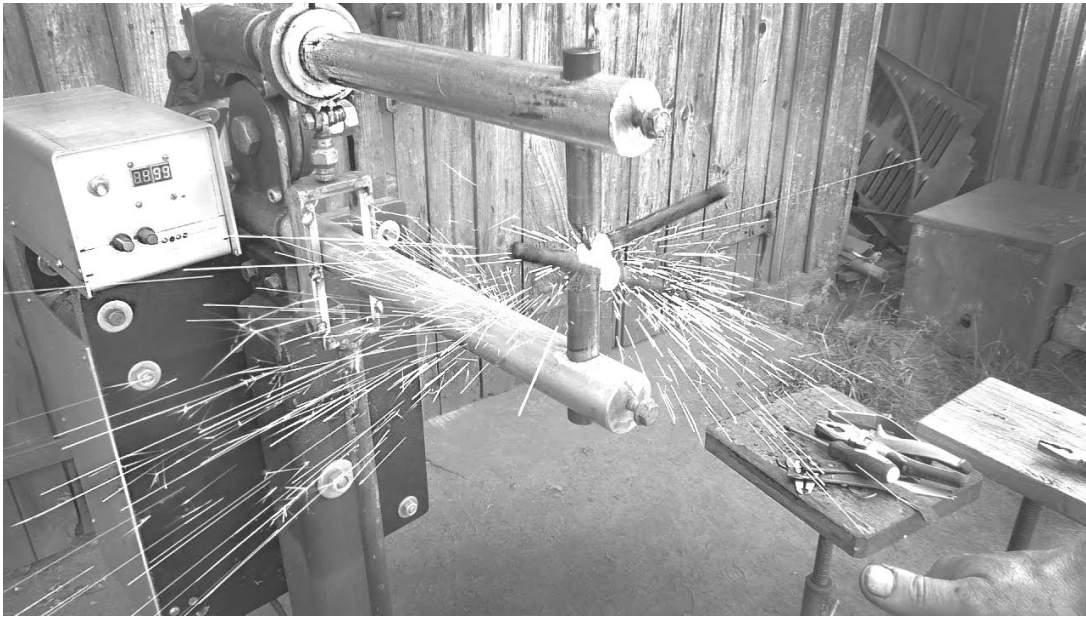


Рисунок 1.6 – Загальний вигляд контактної точкової зварювання

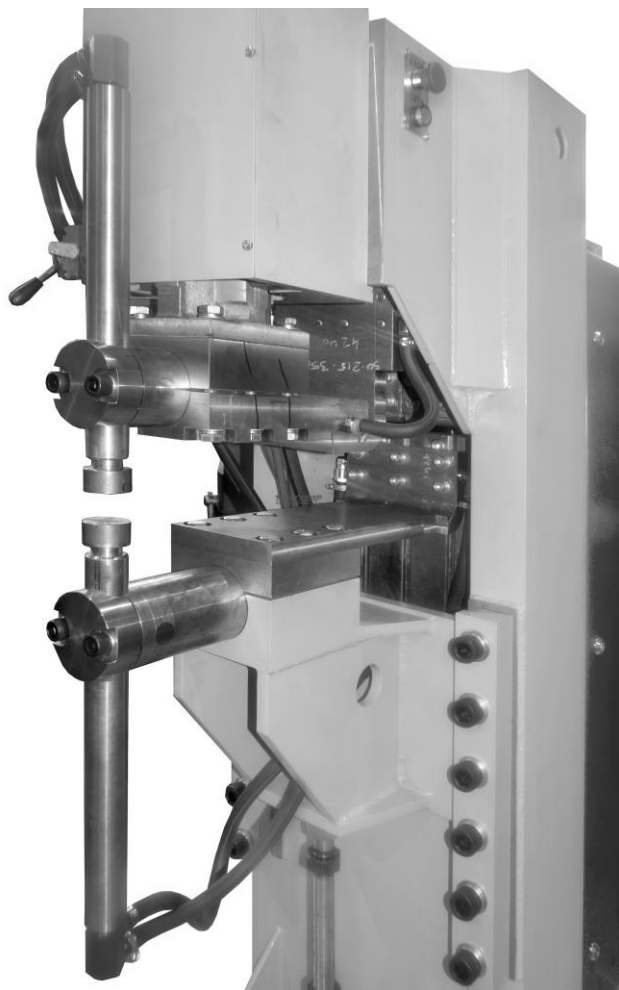


Рисунок 1.7 – Загальний вигляд машини контактної точкової зварювання

Рельєфна зварювання - зварювальний процес, при якому деталі з'єднуються в одній або одночасно декількох точках, що мають спеціально підготовлені виступи-рельєфи. Цей спосіб аналогічний точкового контактного зварювання. Головна відмінність: контакт між деталями визначається формою їх поверхні в місці з'єднання, а не формою робочої частини електродів, як при точковому зварюванні. Виступи-рельєфи заздалегідь готуються штампуванням чи іншим способом і можуть бути присутніми на одній або обох зварюються деталях.

Рельєфна зварювання застосовується в автомобілебудуванні для кріплення кронштейнів до листовим деталей (наприклад, для кріплення скоб до капоту автомобіля, для кріплення петель для навішування дверей до кабіни); для з'єднання кріпильних деталей - болтів, гайок і шпильок. У радіоелектроніки застосовується для приєднання дроту до тонким деталей [6].

Шовна зварювання - зварювальний процес, при якому деталі з'єднуються швом, що складається з ряду окремих зварних точок (литих зон), що частково перекривають або не перекривають одна іншу. У першому випадку шов буде герметичним. У другому випадку шовна зварювання виконана окремими точками без перекриття практично не буде відрізнятися від ряду точок, отриманих при точковому зварюванні.

Процес шовного зварювання здійснюється на спеціальних зварювальних верстатах з двома (або одним [7]), що обертаються дисковими роликками-електродами, які щільно стискають, прокочують і зварюють деталі, що з'єднуються (рис. 1.7). Товщина зварюваних листів коливається в межах 0,2-3 мм [7, 8]. Застосовується при виготовленні різних ємностей, де потрібні герметичні шви - бензобаки, труби, бочки, сифони і ін.

Стикова зварювання - зварювальний процес, при якому деталі з'єднуються по всій площині їх належним чином, в результаті нагрівання. Залежно від марки металу, площі перетину з'єднуються деталей і вимог до якості з'єднання стикове зварювання можна виконувати кількома способами: опором, безперервним оплавленням і опалювальним з підігрівом (рис.1.8).

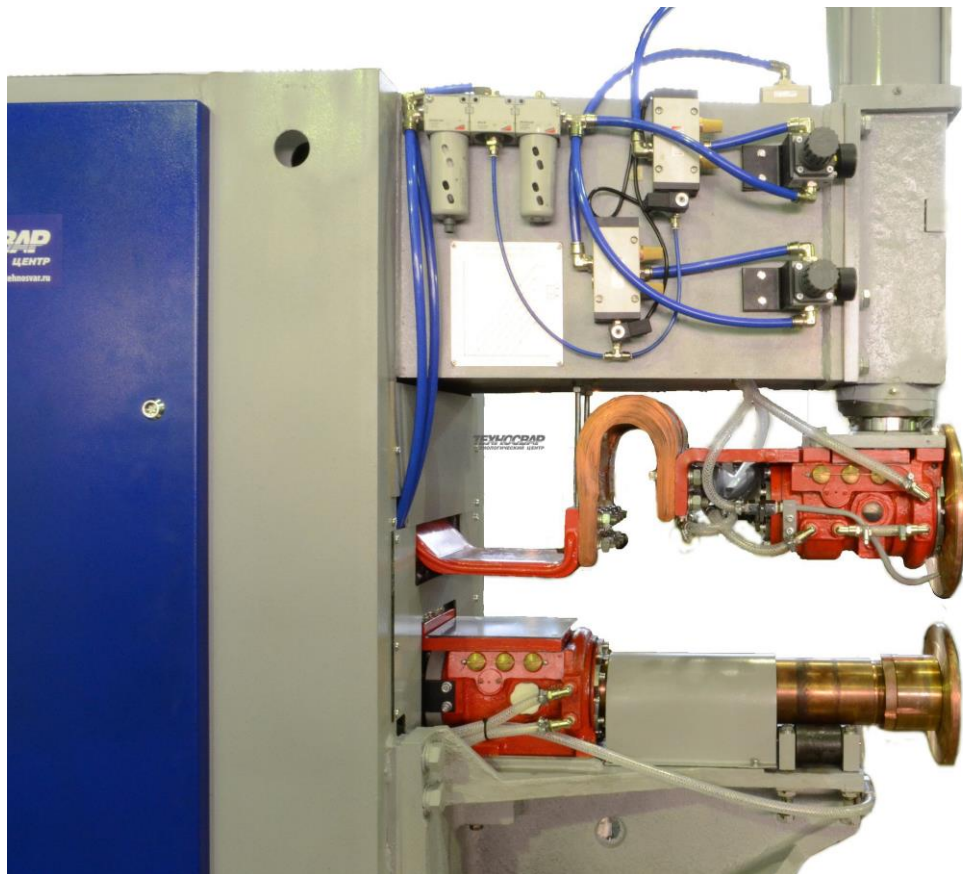
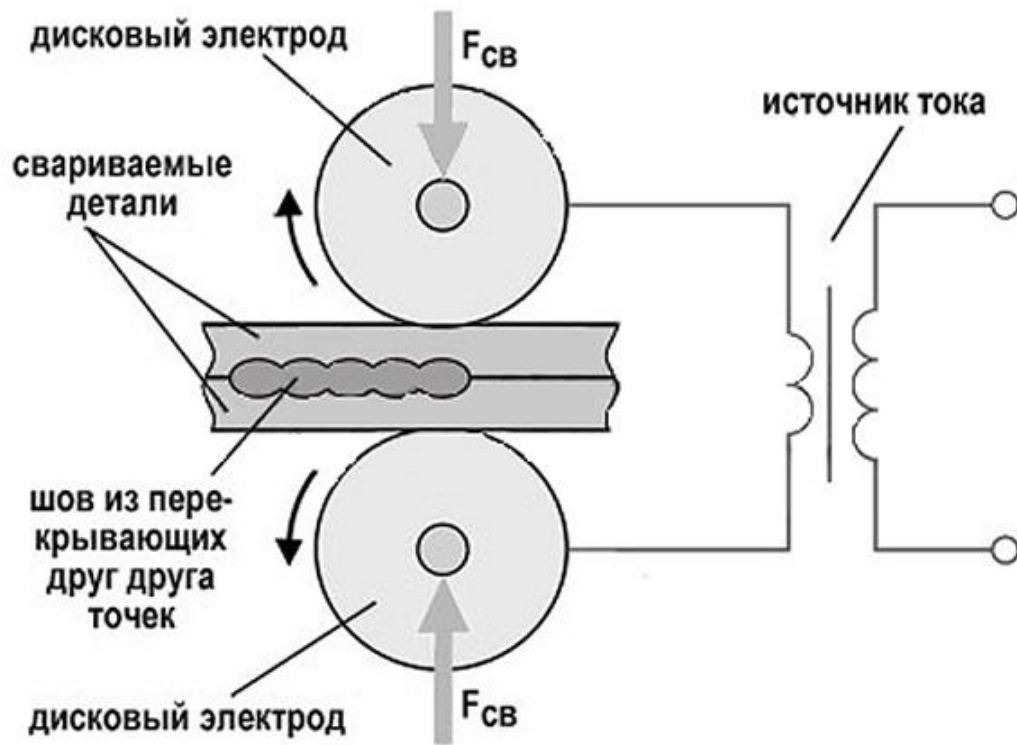


Рис. 1.6 – Схема контактного шовного зварювання (а) та загальний вигляд контактної шовної машини

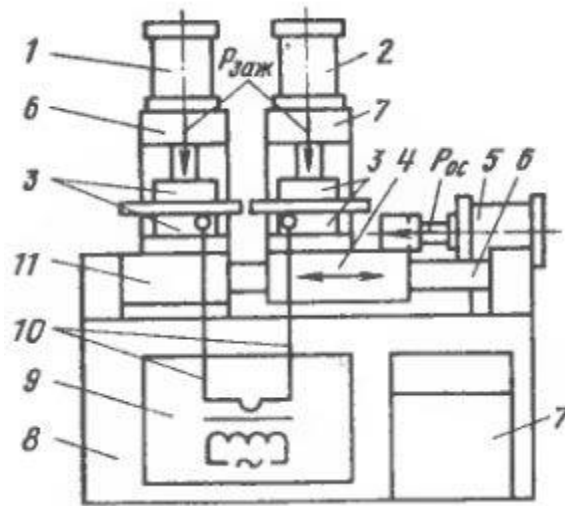


Рисунок 1.8 – Схема машини для стикового контактеного зварювання

Зварювання опором використовується для з'єднання деталей з площею перетину до 200 мм^2 [9]. Застосовується в основному при зварюванні дроту, стрижнів і труб з низьковуглецевої сталі щодо малих перетинів [6]. Приклад зварного шва виконаного на різних стрічкових пилах на машині контактено-стикового зварювання оплавленням FBWM-60

Зварювання оплавленням використовується для з'єднання деталей з площею перетину до 100000 мм^2 [9], таких як трубопроводи, арматура залізобетонних виробів, стикові з'єднання профільної сталі, стрічкові пилки. Застосовується для з'єднання залізничних рейок на безстикових шляхах, для виробництва длінноразмерной заготовок зі сталей, сплавів і кольорових металів. У суднобудуванні використовується для виготовлення якірних ланцюгів, змійовиків холодильників рефрижераторних суден. Також зварювання оплавленням використовується у виробництві ріжучого інструменту (наприклад, для зварювання робочої частини свердла з інструментальної сталі з хвостовою частиною зі звичайної сталі.

Однією з різновидів контактеного зварювання є імпульсна зварювання, при якій дуга горить і в паузах між поданими імпульсами струму, без помітного збитку на глибину розплавлення металу. На основний зварювальний струм з частотою в декілька десятків герц накладаються додаткові імпульси струму. Розроблено також технологія подвійного імпульсу з модуляцією імпульсів

струму. Модуляція дозволяє змінювати форми імпульсу, кути нахилу їх фронту хвилі, що дозволяє управляти дрібнокраплинним перенесенням металу при зварюванні [10].

Перевагами імпульсної зварювання є стійке горіння дуги, усуваються кратери з зварних точок, зменшуються ділянки перекриття в звареному шві.

Імпульсна зварювання застосовується при зварюванні як різних марок сталей, так і алюмінієвих, мідних, нікелевих сплавів і титану з товщиною заготовок від 1 до 50 мм [11].

Розвитку та впровадження високих технологій надавалося велике значення. З середини 1930-х рр. обладнання контактного зварювання, розроблене і випускається заводом «Електрик» ім. А. К. Скороходова, застосовувалося на вже працюючих і споруджуваних заводах країни. Так, на стикових машинах АСН -25 на будівництві Уралвагонзавода в місяць зварювати до 500 т арматурної сталі.

У 1934 р на заводі «Електрик» були також розроблені машини АС-75 і АС-100 для стикового зварювання безперервним оплавленням, спеціальні роликові машини АШ-25 для зварювання поздовжніх швів, АШ-16 для зварювання поперечних швів і фланців, апарати для точкового зварювання АТ-50-1, преси для рельєфного зварювання.

Крім виробництва автомобілів, із застосуванням точкового контактного зварювання для прикріплення обшивки до каркасу почали випускати суцільнометалеві пасажирські вагони.

Із застосуванням контактного зварювання із корозійностійкої сталі були виготовлені літаки, дирижаблі, скульптурна група В.І. Мухіної «Робітник і колгоспниця».

Основні роботи були виконані в лабораторії акціонерного товариства «Оргаметалл» (згодом ЦНІИТМАШ) Я.М. Глуховим, П.Н. Львовим, В. І. Керівним, в інституті цивільного повітряного флоту С.М. Поповим та ін. В кінці 30- х рр. в СРСР було розпочато освоєння стикового зварювання залізничних рейок.

1.2. Технологічні основи контактного точкового зварювання

Контактна зварювання - один з найбільш поширених і швидко розвиваються способів отримання нероз'ємних з'єднань найрізноманітніших конструкційних матеріалів в широкому діапазоні товщини і перетинів. В даний час ~ 30% всіх зварних з'єднань виконуються за допомогою контактної зварювання, а за існуючими прогнозами до 2000 р частка цього способу в світовому зварювальному виробництві досягне 40%.

Широке використання і перспективи контактної зварювання в промисловості, особливо в масовому виробництві, обумовлені наступними причинами: високої техніко-економічної ефективністю і, зокрема, дуже високою продуктивністю процесу, набагато перевищує продуктивність інших способів зварювання; можливістю легкої механізації, автоматизації та роботизації процесу зварювання; сприятливим термомеханічним циклом, що забезпечує досить високу якість з'єднань конструкційних матеріалів.

Контактна зварювання - процес утворення нероз'ємних з'єднань конструкційних металів в результаті їх короткочасного нагрівання електричним струмом і пластичної деформації зусиллям стиснення, з боку електродів.

Контактне зварювання належить до термомеханічного класу зварювання. З'єднання в цьому випадку, як і при інших способах зварювання, утворюється за рахунок формування металевих зв'язків між атомами в зоні контакту деталей, що з'єднуються. При цьому витрачається теплова та механічна енергія для забезпечення фізичного контакту і активації поверхонь, що з'єднуються.

Схема основних процесів контактної точкової зварювання наведена на рис. 1.9

Контактна зварювання - електротермомеханічний процес, так як нагрів здійснюється проходить струмом за рахунок виділення теплоти на електричних опорах різних ділянок з'єднання, зокрема в загальному випадку і на контактних опорах, що послужило причиною появи терміна «контактне зварювання».

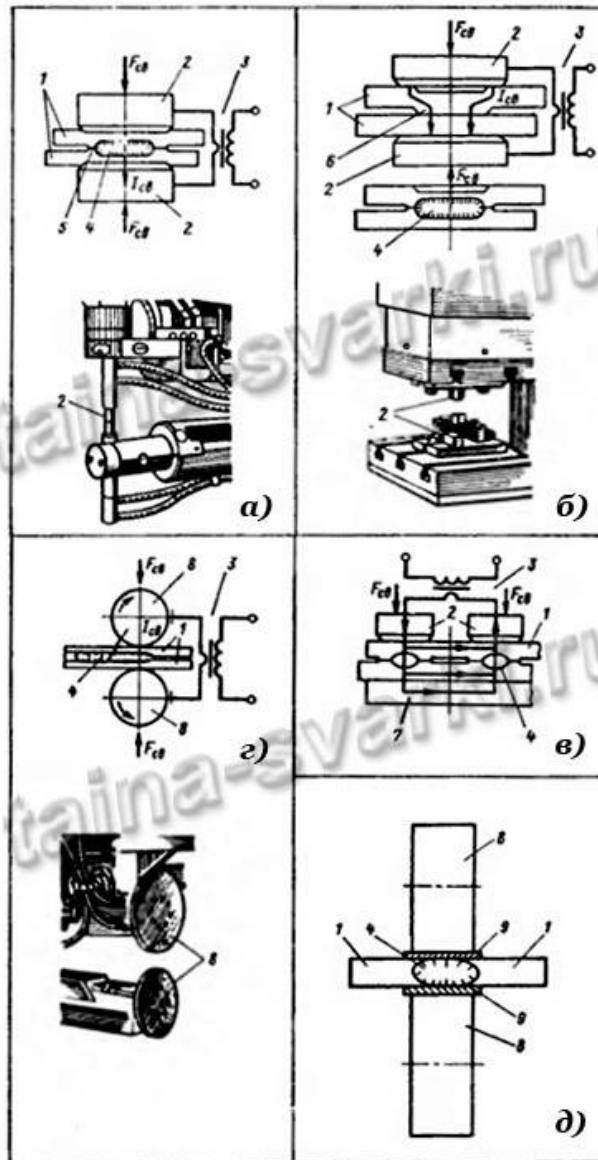


Рисунок 1.9 – Схеми основних процесів контактного точкового зварювання

В інших країнах (США, Японія, Великобританія) для визначення цього способу отримання сполук використовують термін «зварювання опором», який також має на увазі нагрівання металу імпульсним проходять струмом - за рахунок дії внутрішніх джерел теплоти. Як і при більшості інших найбільш поширених способах зварювання, наприклад дугового, метал нагрівають до розплавлення (точкове зварювання, стикове зварювання оплавленням і т. п.), що гарантує видалення поверхневих плівок і утворення фізичного контакту по заданій площі.

Значна пластична деформація зони зварювання дозволяє отримувати високі механічні властивості з'єднань різних конструкційних металів,

забезпечує надійний електричний контакт між деталями, стійкість процесу розплавлення металу і захист його від взаємодії з навколишнім середовищем (контактне точкове і шовне зварювання). Відомі способи зварювання класифікуються по ряду технічних і технологічних ознак (рис. 1.10):

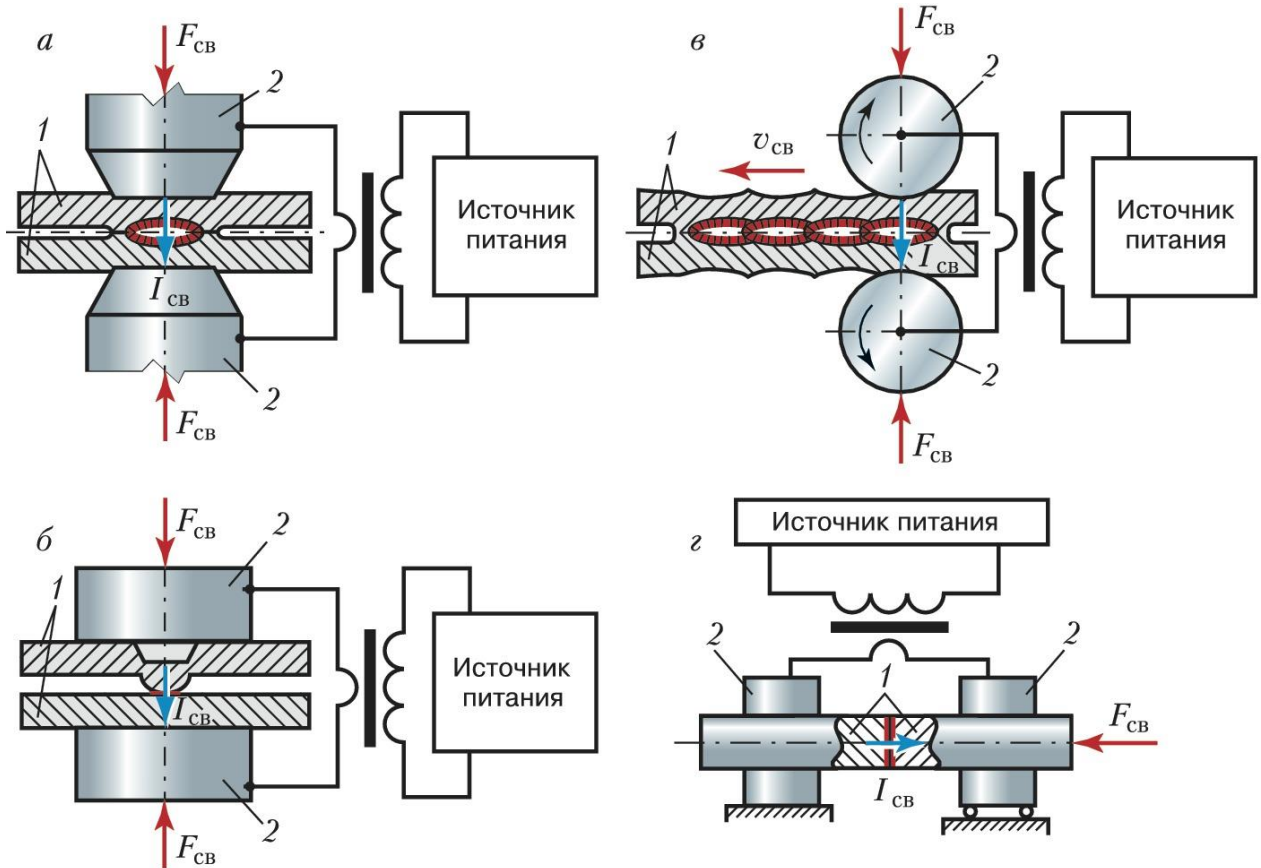


Рис. 1.10 – Способи контактного зварювання

- 1) за технологічним способом (формою) з'єднань - точкова, шовна, стикова;
- 2) за конструкцією з'єднання: увазі складання деталей - нахлесточного і стикові (торцеві) з'єднання, передбачені виступи на одній з деталей - рельєфна зварювання;
- 3) щодо граничного стану металу в зоні зварювання - з розплавленням металу і без розплавлення;
- 4) за кількістю одночасно виконуваних сполук (швів) - одно- та багатоточкова, зварювання одним або відразу декількома швами, одночасна зварювання одного або декількох стиків;

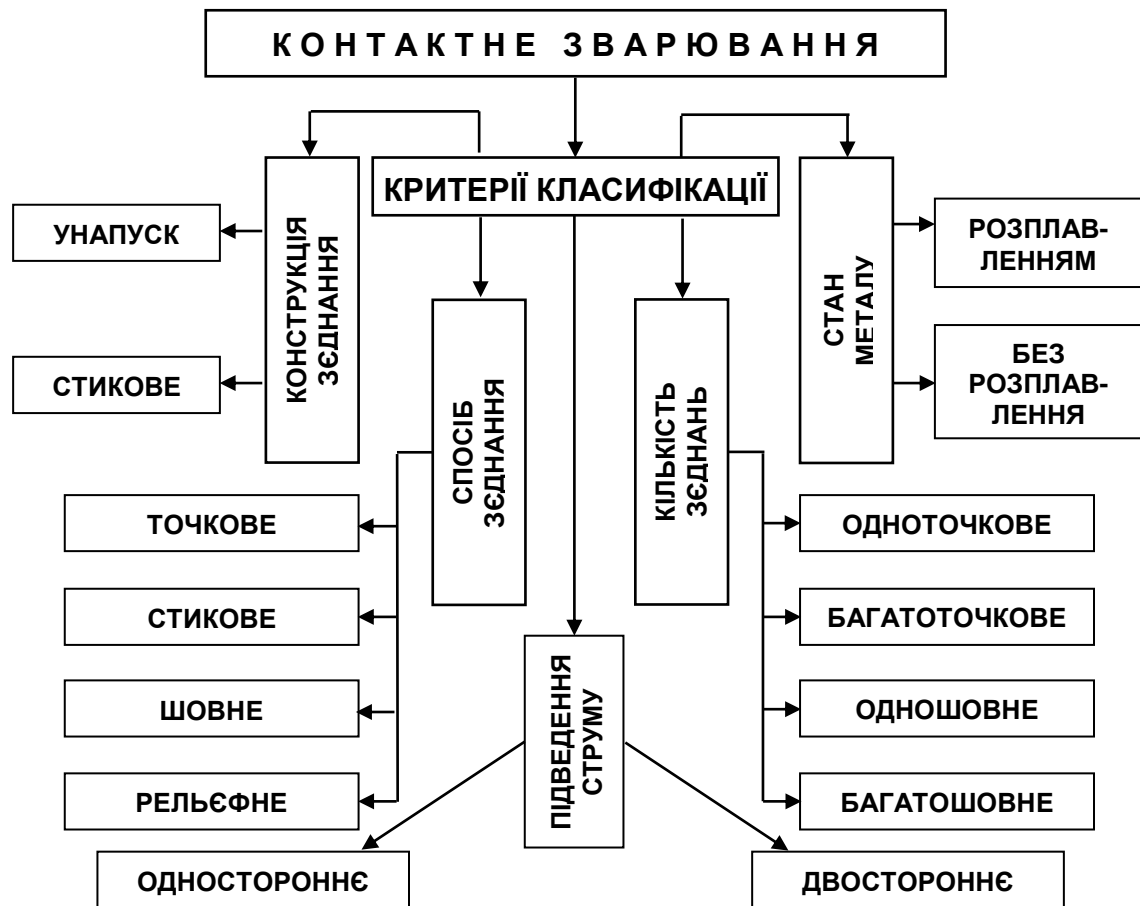


Рис. 1.11. Класифікація контактної зварювання

5) за способом підведення і роду зварювального струму - найбільш поширені способи з кондукційний (контактним) підведенням струму або з індукційним нагріванням, характерним в основному для стикового зварювання; зварювання імпульсом змінного струму або уніполярним імпульсом (змінюється в часі струм однієї полярності);

б) щодо застосування додаткових захисних або сполучних компонентів (грунтів, емалей, клеїв, припоїв) -зварювання по шару ґрунту, клеєзварні та зварнопаяні конструкції.

Класифікація способів контактної зварювання наведена на рис. 1.11.

Контактне зварювання здійснюють із застосуванням нагрівання і тиску, при цьому для нагріву використовують тепло, що виділяється в контактні зварювальних частин при проходженні електричного струму.

Складально-зварювальні пристосування - це шаблони, кондуктори, стапелі, складальні стенди, на яких здійснюють збірку, прихватку і зварювання

вузлів. Широко використовуються також підтримують (вирівнюють) пристосування, що дозволяють орієнтувати вузол щодо електродів або роликів зварювальної машини (рис. 1.12). Переміщаються вузли або вручну - роликами машини, або спеціальними механізмами, наприклад кроковими двигунами (електромагнітними муфтами), по заданим системою управління командам.

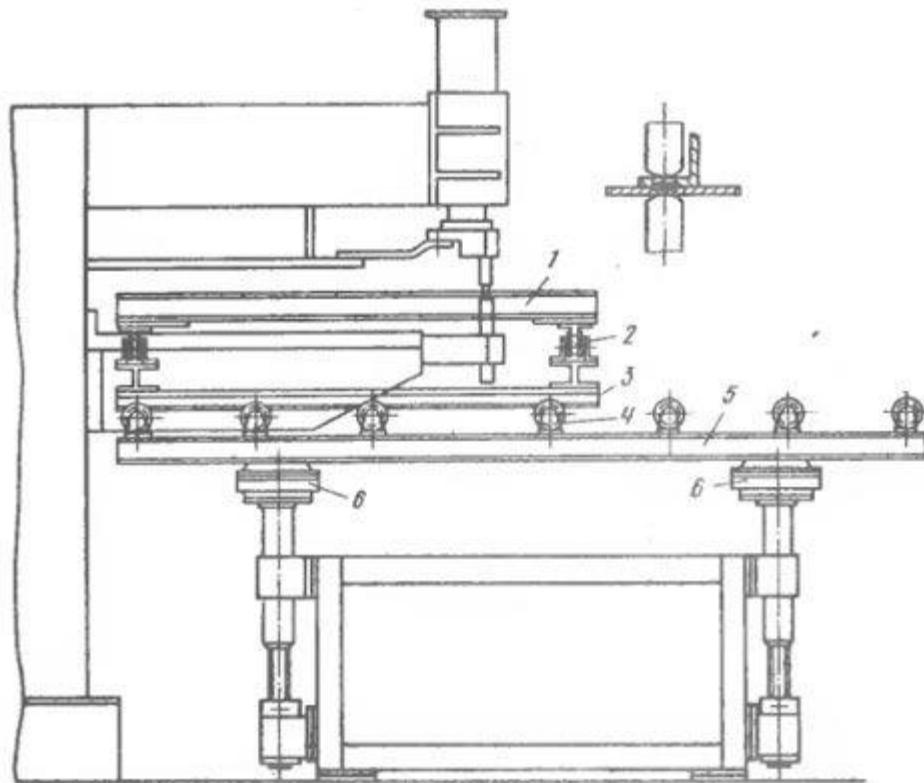


Рисунок 1.11 – Приспособлення для точкового зварювання: 1 – рама;
2 – направляючий ролик; 3 – каретка; 4 – ролики; 5 – рухомий стіл;
6 – підіймачі

1.3. Машини для контактного точкового зварювання

Класифікація точкових, рельєфних, шовних і стикових машин є і всередині кожного виду за відмітними ознаками.

За призначенням машини контактної зварювання діляться на два великі класи машин: машини загального призначення і спеціальні.

Машини загального призначення призначені для зварювання деталей широкої номенклатури. На однотипних машинах можна виконувати зварювання деталей, різних за конструкцією, марці і товщині металу.

Спеціальні машини призначені, як правило, для зварювання певних вузлів, конкретних виробів. Наприклад: машини для зварювання арматури залізобетонних конструкцій, машини для зварювання ланцюгів, багатоелектродні машини для зварювання правої бічної стінки бункера комбайна, напівавтомати для рельєфного зварювання корпусів напівпровідникових приладів тощо.

Класифікація спеціальних машин може відрізняється від класифікації машин загального призначення. Так як найбільш показовим для спеціальної машини є вказівка того виробу, для зварювання якого вона призначена. Іншою істотною відмінністю спеціальної машини є ступінь механізації і автоматизації операцій із завантаження, переміщення і вивантаження виробів, що зварюються. У комплексах і в складально-зварювальних лініях можуть бути також застосовані і попередні операції по підготовці деталей. Наприклад, в ряді машин для зварювання сіток застосовані пристрої для правки поперечної дроту з бухти і відрізки її; і лінії по виготовленню ґратчастих настилів поряд з машиною, в якій здійснюється одночасна приварка в 72 перетинах двох поперечних прутків з поздовжніми смугами, застосовані пристрої для правки сталевих листів з рулонів, різання їх на смуги, виправлення дроту з бухти і нарізки прутків.

Спеціальні машини, таким чином, можуть бути класифіковані в такий спосіб:

- за видом виробів, що зварюються - багатоелектродні для зварювання арматури залізобетонних конструкцій, для зварювання сіток, ланцюгів, багатоелектродні для зварювання листових конструкцій, шовні для зварювання паливних баків, рельєфні для герметизації корпусів напівпровідникових приладів тощо;

- за ступенем механізації і автоматизації - машини, напівавтомати, автомати, комплекси, складально-зварювальні лінії, в тому числі лінії, оснащені роботами.

Наведена вище класифікація по нормованих технічних вимогам вимагає пояснень щодо поділу машин загального призначення на групи А і Б. За умовами виробництва до цілого ряду зварних конструкцій пред'являються підвищені вимоги по стабільності якості зварних з'єднань. Ці вимоги можна виконати на контактних машинах, основні параметри яких мають менший діапазон коливань, що залежать від допустимих коливань напруги живильної електричної мережі, тиску повітря в пневмопроводі, допустимого коливання температури навколишнього повітря, від завантаження машини і інших умов. У ГОСТ 297-80 конкретно вказані всі технічні вимоги, яким повинні відповідати машини груп А і Б.

Зокрема, фактичне значення найбільшого вторинного струму при нормальних умовах роботи не повинно відрізнятися від його значення, зазначеного в технічних умовах на конкретну машину, більш ніж на $-5 \dots + 10\%$ - для машин групи А і $\pm 10\%$ - для машин групи Б; або відхилення тривалості протікання зварювального струму від встановленого значення для точкових, шовних і рельєфних машин змінного струму не повинно перевищувати $\pm 2\%$ - для машин групи А і $\pm 10\%$ - для машин групи В; або на машинах з пневматичним приводом повинні встановлюватися манометри класу точності не нижче 1,5 - для машин групи А і 2,5 - для машин групи В.

Наведені приклади показують, що машини групи А мають більш стабільні параметри, які досягаються ускладненням машин цієї групи в порівнянні з машинами групи Б.

Для всіх видів машин, в тому числі і для електрозварювального устаткування, виконання для різних кліматичних районів, категорії, умов експлуатації, зберігання і транспортування в залежності від впливу кліматичних факторів зовнішнього середовища встановлює ГОСТ 15150-69. Вироби виготовляються в десяти кліматичних виконаннях для експлуатації в

певних макрокліматических районах. Устаткування для контактного зварювання випускається в основному в виконаннях УХЛ і Про, які стандарт класифікує відповідно наступним чином: «Для макрокліматичних районів з помірним і холодним кліматом» і «Для всіх макрокліматичних районів на суші, крім макрокліматичних району з дуже холодним кліматом (загальнокліматичне виконання)».

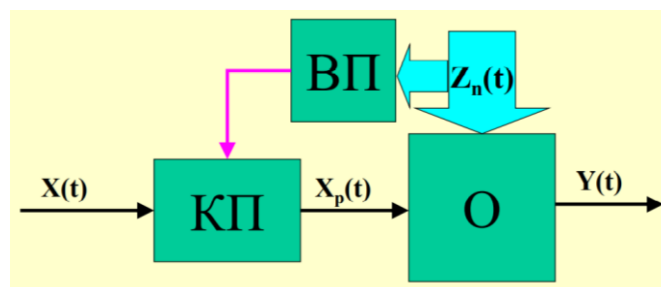
Вироби класифікуються також за п'ятьма категоріями розміщення. Більшість обладнання для контактного зварювання призначене для розміщення по категорії 4: «Для експлуатації в приміщеннях (обсягах) з штучно регульованими кліматичними умовами, наприклад в закритих опалювальних або охолоджуваних і вентиляваних виробничих та інших, в тому числі добре вентиляваних підземних приміщеннях (відсутність впливу прямого сонячного випромінювання, атмосферних опадів, вітру, піску і пилу зовнішнього повітря; відсутність або істотне зменшення впливу розсіяного сонячного випромінювання і конденсації вологи)».

2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

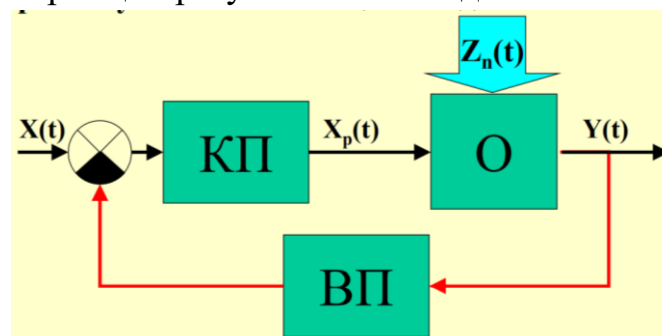
2.1. Характеристика автоматичного керування процесом контактного точкового зварювання

Структурні схеми основних методів і способів автоматичного керування процесом зварювання деталей та способів регулювання контрольованих параметрів і режимів зварювання наведено на рис. 2.1 – принцип регулювання керованої величини за відхиленням і принцип регулювання керованою величиною за збуренням. На рис. 2.2 наведено принцип комбінованого регулювання – одночасно за відхиленням і збуренням

Керованими величинами у процесі контактного точкового зварювання тонкостінних виробів будуть параметри, які характеризують стабілізацію довжини дуги процесу зварювання.

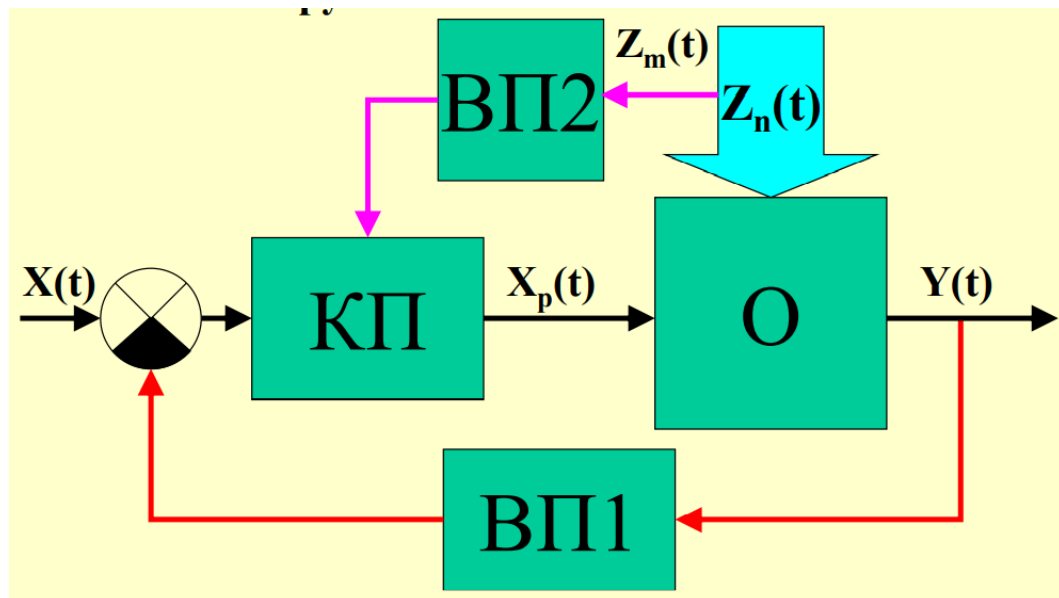


Принцип регулювання за відхиленням



Регулювання за збуренням

Рисунок 2.1 – Схеми принципів автоматичного регулювання процесами зварювання за відхилення і збуренням



Комбіноване регулювання

Рисунок 2.2 – Схема комбінованого принципу регулювання параметрами зварювання

Під час протікання процесу контактного точкового зварювання тонкостінних виробів можлива поява таких збурень:

- відхилення напруги стаціонарної мережі, або її значні частотні коливання;
- зміна загального опору робочого електричного контуру машини;
- зміна загального зусилля стиснення електроду та деталі;
- зміна діаметра робочої поверхні електроду;
- зміна товщини деталей, які зварюються, або зміна інших розмірів деталі;
- зміна загального опору в контакті між зварювальними деталями;
- шунтування струму зварювання точками, які зварено попередньо.

Під час протікання процесу контактного точкового зварювання тонкостінних виробів контролюються такі параметри та режими зварювання:

- струм зварювання $I_{зв}$;
- значення часу зварювання $t_{зв}$;
- зусилля стиснення електродів;
- поверхневі розміри робочої зони електродів.

Для стабілізації довжини дуги контактного точкового зварювання тонкостінних виробів застосовуємо схему системи автоматичного регулювання за відхиленням напруги живлення зі зворотнім зв'язком, яку наведено на рис. 2.3.

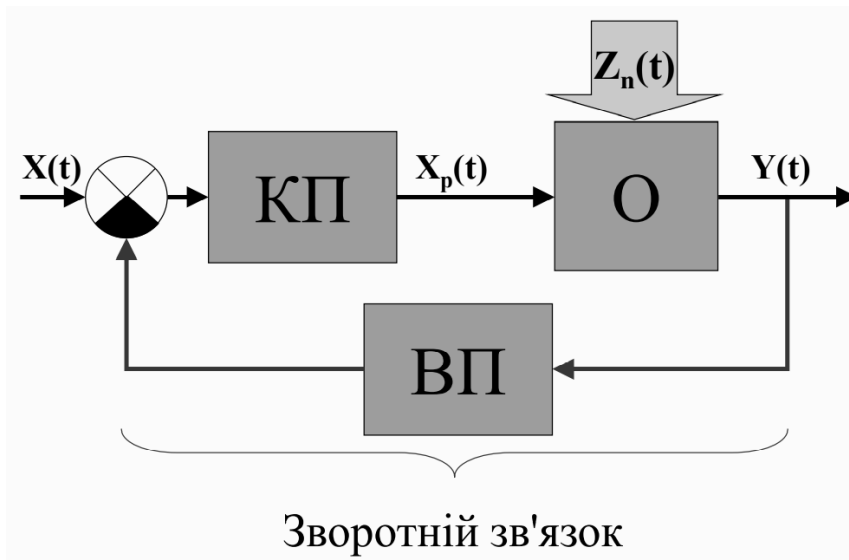


Рисунок 2.3 – Схема автоматичного керування процесом зварювання за відхиленням зі зворотнім зв'язком

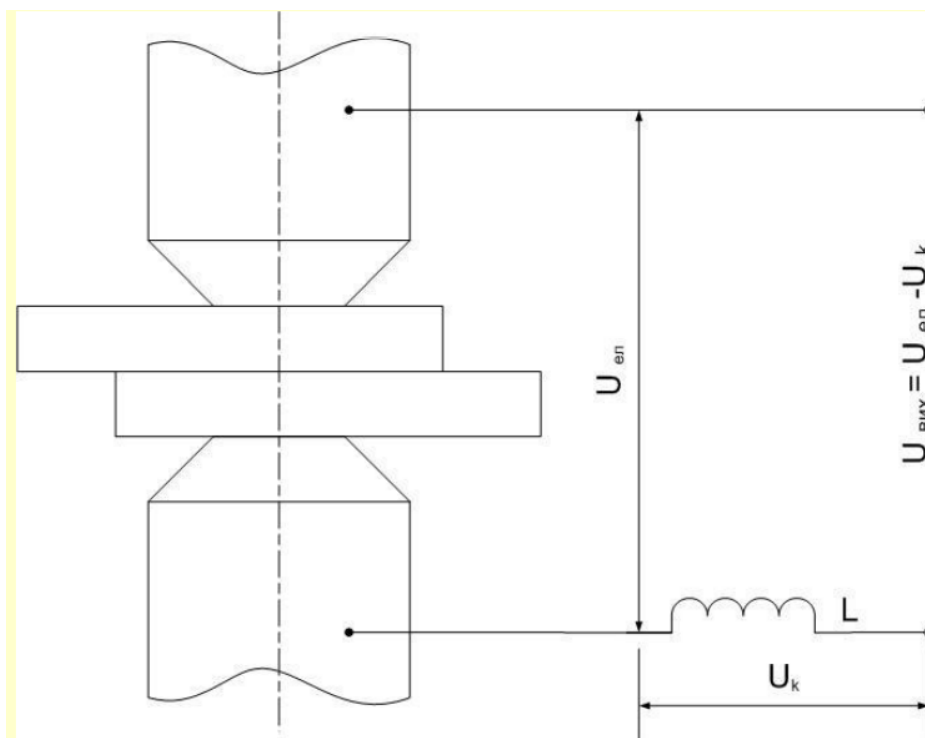


Рисунок 2.4 – Схема стабілізації напруги зварювання

У даній системі, під час контактної зварювання тонкостінних виробів, регулюється значення струму зварювання I_3 .

При цьому сигнал зворотного зв'язку дозволяє регулювати напругу живлення, яка у подальшому впливає, або регулює (змінює числове значення) струму зварювання I_3 , рис. 2.4.

Загальну схему програмного керування стабілізації струму зварювання наведено на рис. 2.5.

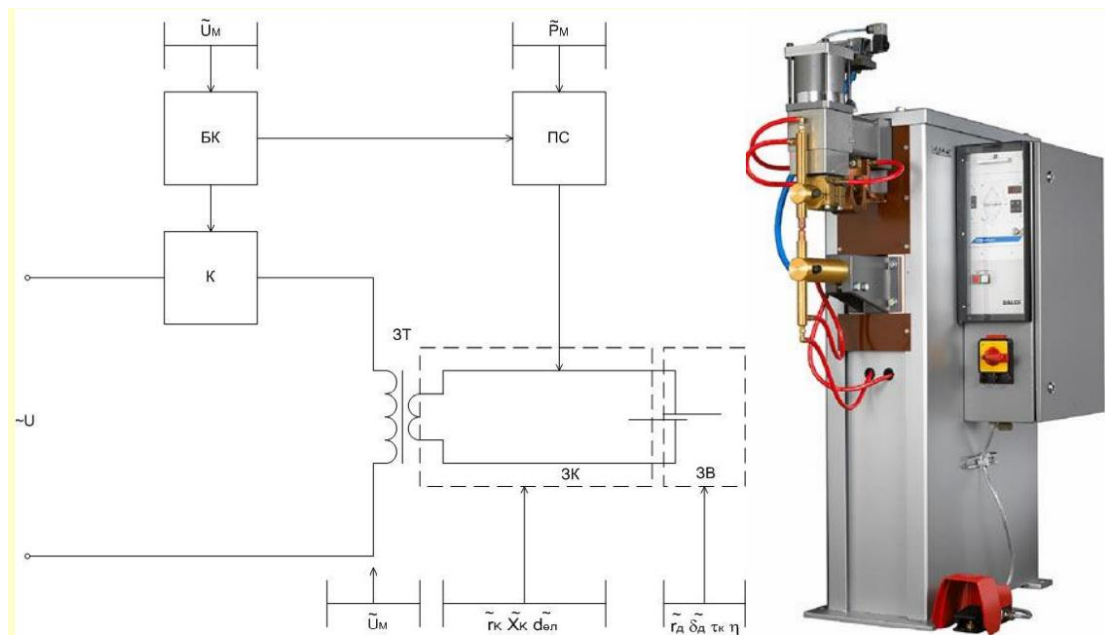


Рисунок 2.5 – Програмне керування стабілізації струму зварювання

Підключення машини контактної шовної зварювання та регулятор циклу зварювання наведено на рис. 2.6.

Для отримання якісних з'єднань необхідно знання фізико-хімічних процесів, що протікають при їх формуванні, які і складають теоретичну основу технології. З метою аналізу формування з'єднання його умовно можна розчленувати на окремі етапи і виділити фізичні процеси, що сприяють утворенню міжатомних зв'язків в контактні заготовок і визначають властивості отриманих сполук.

Для всіх процесів контактної зварювання характерно малий час їх протікання при великому зварювальному струмі і зусиллі стиснення деталей,

що забезпечує інтенсивний нагрів, локальне плавлення металу і значну пластичну деформацію в місці з'єднання, а в ряді випадків - освіту міжатомних зв'язків в твердому стані без участі рідкого металу.

Необхідною умовою формування точкового з'єднання для більшості способів є утворення спільної зони розплавлення заданих розмірів, що забезпечує найважливіші експлуатаційні властивості - міцність і герметичність точкового з'єднання.

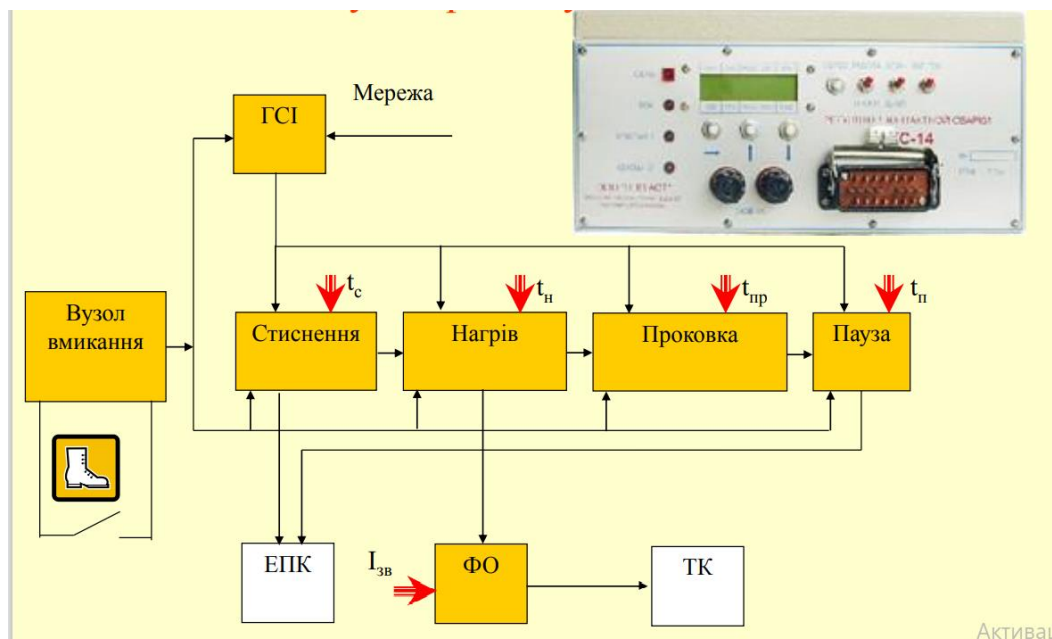


Рис. 2.6 – Схема підключення машини контактної точкової зварювання

При розглянутих способах зварювання освіта з'єднання відбувається в значній мірі за єдиною схемою, що включає три етапи I-III (рис. 2.7).

Перший етап.

Етап починається з моменту обтиску деталей, що викликає пружно-пластичну деформацію микронеровностей в контактах електрод-деталь і деталь-деталь, в результаті чого встановлюється початковий контакт.

Подальше включення струму і нагрівання металу знижують опір пластичної деформації, що сприяє вирівнюванню мікрорельєфу, руйнування поверхневих плівок і формування електричного контакту.

Деформація нагрітого металу відбувається переважно в зазор між деталями, в результаті чого утворюється ущільнюючий пасок.

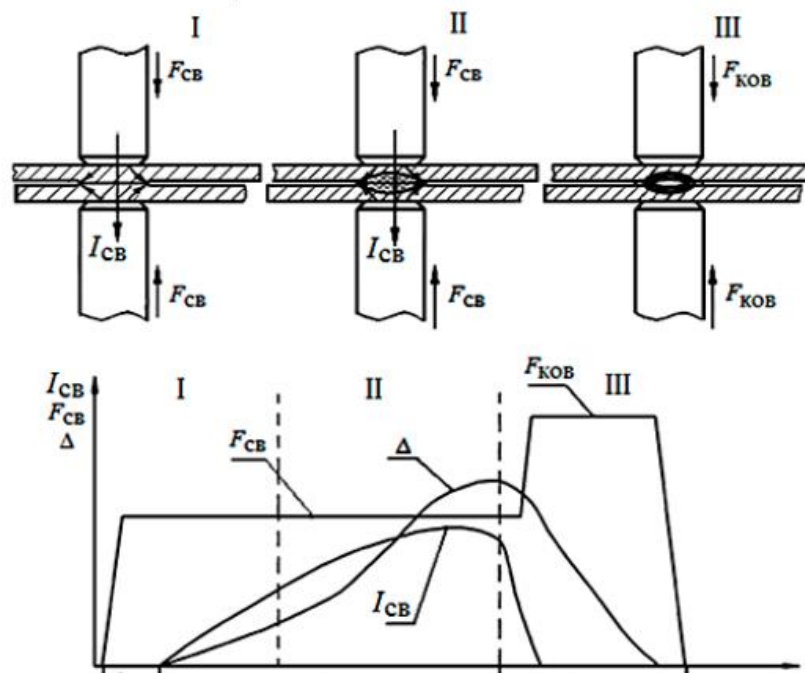


Рисунок 2.7 – Етапи утворення з'єднання при точковому зварюванні

Другий етап.

Цей етап починається з моменту розплавлення металу. Впродовж даного етапу утворюється ядро. По мірі проходження струму ядро зростає до максимальних розмірів по висоті і діаметру. В процесі розплавлення металу і зростання ядра відбувається перемішування металу, видалення поверхневих плівок до його периферії і освіту металевих зв'язків в рідкій фазі. Тривають процеси пластичної деформації. В процесі нагрівання зони зварювання відбувається теплове розширення металу.

При рельєфно зварюванні в кінці етапу спостерігається практично повне осядання рельєфу.

Третій етап.

Заключний етап, який починається з виключення струму, характеризується охолодженням металу зони зварювання і кристалізацією рідкого ядра.

Таким чином, утворюється загальне для деталей, що з'єднуються лите ядро. При охолодженні в результаті зменшення обсягу металу в зоні зварювання виникають залишкові напруги. З метою зниження рівня цих напруг

і запобігання утворенню усадочних тріщин і раковин потрібна програма значних зусиль.

Для отримання наступного з'єднання цикл через певну паузу знову повторюється.

Схема регулятора циклу контактного точкового зварювання наведена на рис. 2.8.

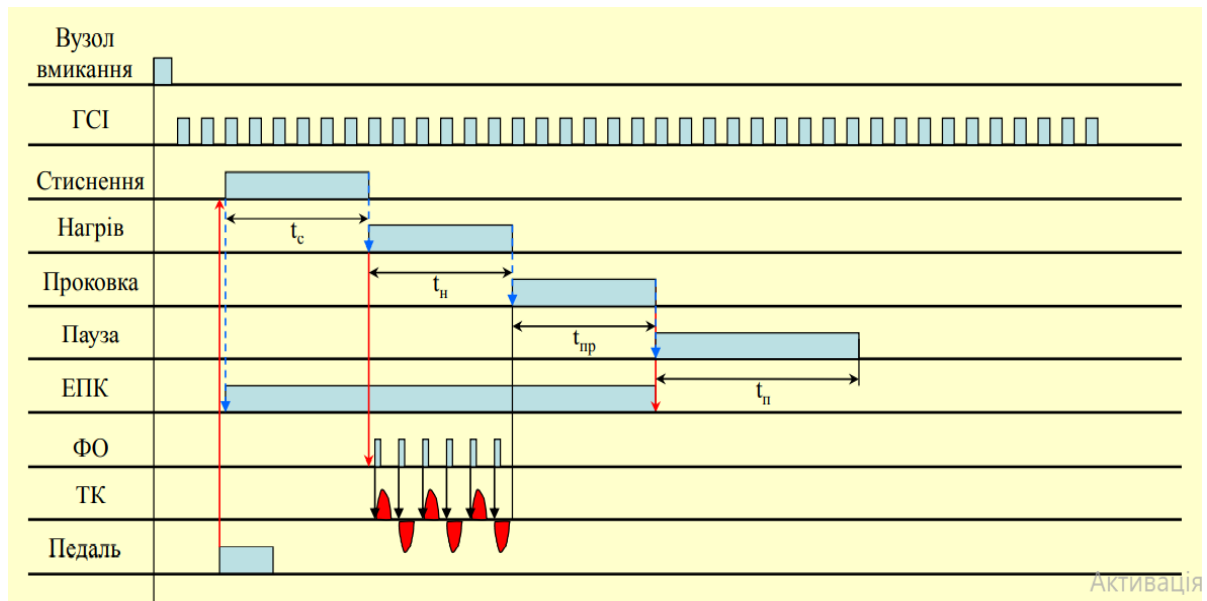


Рисунок 2.8 – регулятор циклу зварювання

Фізичні процеси в залежності від їх ролі в формуванні з'єднання умовно поділяють на такі.

Основні:

- нагрів і кристалізація металу;
- пластична деформація;
- видалення поверхневих плівок безпосередньо при зварюванні в результаті електромагнітного перемішування розплавленого металу.

Супутні:

- теплове розширення металу;
- вплив термодформаційного циклу на властивості зварних з'єднань;
- утворення залишкових напружень;
- масопереніс в контактi електрод-деталь.

На підставі багаторічного практичного досвіду і теоретичних уявлень запропоновані різні циклограми зварювання, що забезпечують

отримання якісних зварних з'єднань різних конструкційних матеріалів. Однак всі вони мають загальну основу, тому для пояснення взаємозв'язку основних і супутніх процесів доцільно розглянути один з типових електро термо деформаційних циклів зварювання.

2.2. Розробка програмного забезпечення автоматичного керування точкового конденсаторного зварювання

Контактна точкове зварювання (КТЗ) є широко відомим і поширеним в промисловості способом створення нероз'ємних з'єднань. Поряд з точковими машинами змінного струму, побудованими по принципом безпосереднього живлення від електромережі, знайшли застосування і способи зварювання, використовують акумульовану енергію, серед яких саме конденсаторне зварювання виділилася як найбільш ефективна і придатна до технічної реалізації [1].

При конденсаторному зварюванні нероз'ємне нахлесточное зварене з'єднання утворюється за рахунок виділення тепла при проходженні через зону контактування зварюваних деталей заздалегідь накопиченої в конденсаторах електричної енергії. У порівнянні зі зварюванням на машинах змінного струму, контактна точкове зварювання на конденсаторних машинах (КМ) має низку найважливіших переваг, таких як істотне зниження споживаної потужності зважаючи на значну різницю між часом зарядки t_3 і розряду t_P конденсаторів (рис. 2.10а), можливість точного дозування енергії, що вноситься в зону зварювання, і ін.

В даний час найбільш характерною областю застосування точкових КМ є з'єднання деталей малої товщини і діаметрів, матеріалів з різними фізико-хімічними властивостями, деталей нерівної товщини, матеріалів, що володіють високою температуро- і електропровідністю.

З'єднання малої товщини з різних матеріалів, що виготовляються за допомогою зварювання на КМ, використовуються в багатьох галузях промисловості, таких як атомна енергетика, медична техніка, авіа- і автомобілебудування та ін.

Утворення зварного з'єднання при контактному точковому зварюванні на конденсаторній машині являє собою складний електричний термічний і деформаційний процес, який зумовлює параметри плавлення, кристалізації, пластичного деформування металу зони зварного з'єднання, що в кінцевому рахунку визначає основні технологічні і експлуатаційні властивості готового виробу. Разом з тим зона зварювання може опинитися під впливом дестабілізуючих факторів, результатом несприятливого впливу яких є недопустиме відхилення якості зварного виробу [2].

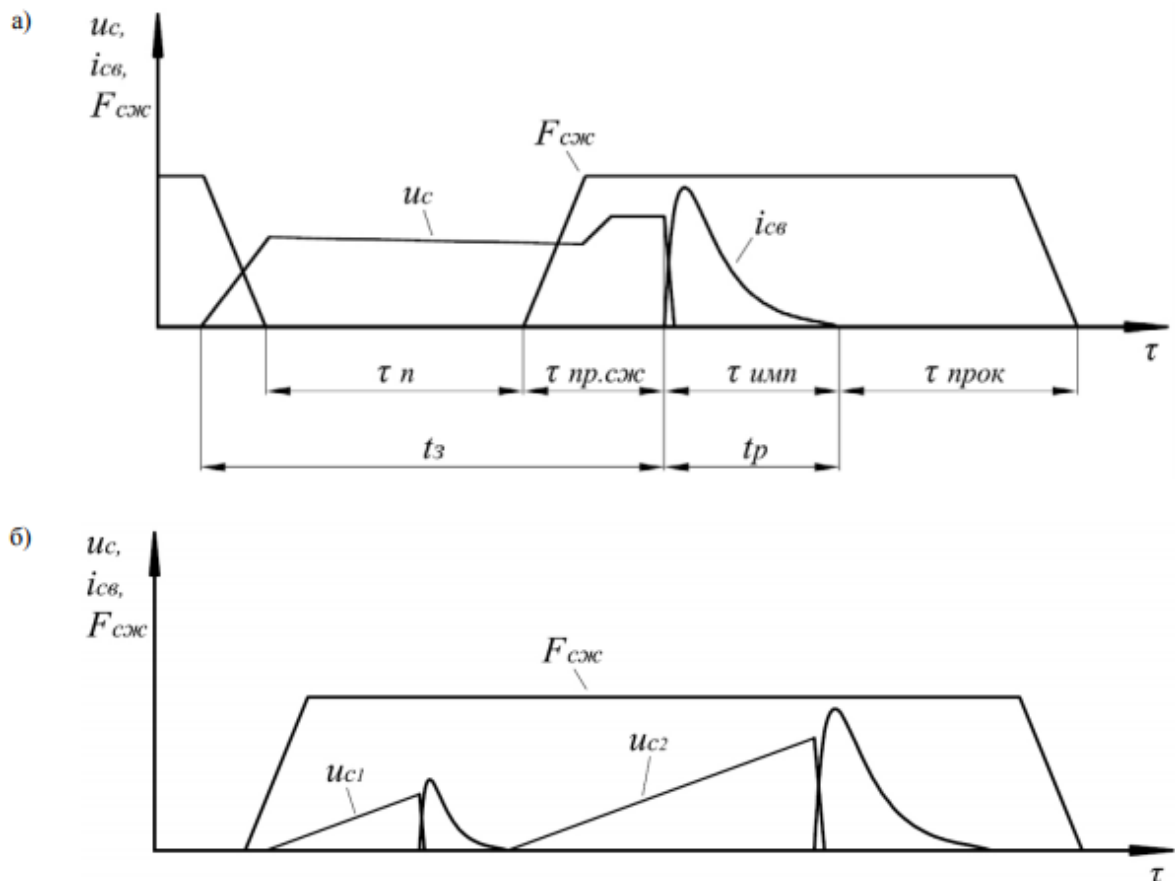


Рисунок 2.10 – Циклограма процесом контактної точкової зварювання: а – одноімпульсний режим; б – двоімпульсний режим

Додаткову небезпеку становлять внутрішні дефекти точкового зварного з'єднання, що пов'язано з відсутністю можливості виявлення дефекту за допомогою візуального огляду. Застосування суцільного неруйнівного контролю стандартними методами якщо і має місце в виробничій практиці, що є швидше винятком, тому що нівелює притаманну КТС високу продуктивність і низьку вартість виготовлення зварного з'єднання. Використання вибіркового контролю не завжди дозволяє виявити всі дефектні вироби, а в разі проведення випробувань на пізній стадії виготовлення виробів і, відповідно, пізнього виявлення порушення технологічного циклу можливе виникнення ситуації з масовим браком і значними матеріальними втратами.

Разом з тим питання зниження собівартості виготовлення виробів, збільшення продуктивності, підвищення надійності зварних вузлів і зменшення відсотка дефектних зварних з'єднань постійно знаходяться під пильною увагою будь-якого виробника, що бореться за перемогу в конкурентній боротьбі.

Одним з можливих рішень може стати використання обладнання для конденсаторного зварювання із застосуванням сучасних засобів управління і контролю зварювального циклу.

Створення таких систем управління пов'язане з певними труднощами: складною взаємодією основних і супутніх процесів, що протікають в зварному з'єднанні, короткочасним перебігом зварювального струму, порівнянним з десятками мілісекунд, і ін.

Для забезпечення експериментального дослідження різних циклограм і схем активного контролю точкових зварних з'єднань доцільним рішенням є застосування сучасних мікропроцесорних засобів, при цьому слід максимально використовувати можливості програмного забезпечення, яке надає гнучкість і мінімальні терміни при зміні схеми регулювання.

Для реалізації контактного точкового зварювання тонкостінних виробів розроблене програмне забезпечення, що реалізує алгоритм управління циклограми одночасно з обчисленням енергії, що виділяється на ділянці електрод-електрод.

Віртуальна реалізація управління циклом конденсаторного зварювання розроблялася стосовно до машини МТК-1601.

Функціональна схема управління КМ МТК-1601 представлена на рис. 2.11.

Відповідно до апаратними можливостями машини завдання необхідного зварювального циклу забезпечується певним поєднанням з шести керуючих імпульсів, які відповідають за роботу трьох пневматичних клапанів і трьох тиристорів.

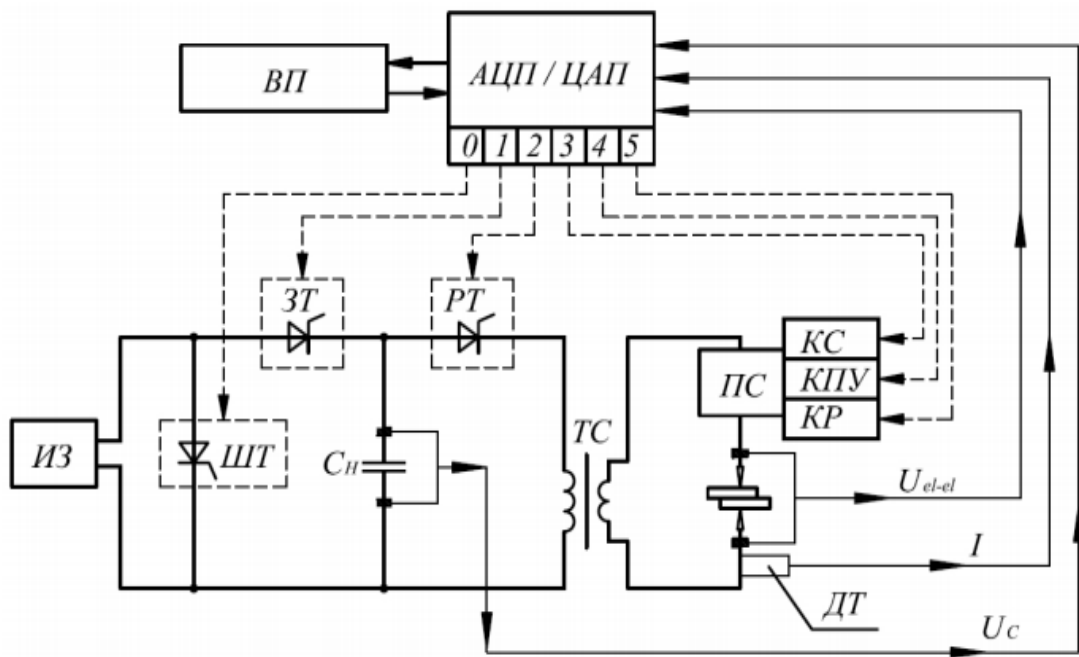


Рисунок 2.11 – Функціональна схема управління конденсаторною машиною МТК-1601: БЗ – блок зарядки; ШТ – шунтуючий тиристор; ЗТ – зарядний тиристор; РТ – розрядний тиристор; ПС – привод стиску; КС – клапан стиснення; КПУ – клапан підвищення зусилля; КР – клапан розведення електродів; ТС – трансформатор зварювальний; ДТ – датчик струму; ВП – віртуальний прилад; АЦП/ЦАП – аналогово-цифровий/цифрово-аналоговий перетворювач; 0...5 – цифрові виходи

Тиристри силової електричної частини відповідають за заряд (ЗТ) батарей конденсаторів від мостового некерованого випрямляча, шунтування

(ШТ) зарядного випрямляча при досягненні необхідного рівня напруги і розряд (РТ) батареї на первинну обмотку зварювального трансформатора. Пневматичні клапани приводу стиснення (ПС) надають можливості по розведенню струмоведучих електродів (КР), стиску (КС) деталей, що зварюються і додатком підвищеного зусилля (КПУ) стиснення за рахунок залучення допоміжного поршня пневматичного приводу. Управління всіма перерахованими робочими органами КМ здійснюється за допомогою цифрових сигналів аналого-цифрового / цифроаналогового перетворювача (АЦП / ЦАП).

Для програмної реалізації гнучкої системи управління процесом зварювання малої товщини на КМ і завдання циклограми її роботи були використані програмні засоби компанії «Нешнл Інструментс», а саме LabVIEW 2009 (LV), що представляють є середовищем прикладного графічного програмування і призначені для створення так званих віртуальних приладів (ВП) - програм, написаних в середовищі LV.

Блок-діаграма та лицьова панель, будучи основними компонентами віртуального приладу, укладають в собі функції алгоритму програми і призначеного для користувача інтерфейсу відповідно.

Блок-діаграма розробленого віртуального приладу для програмної реалізації управління циклом контактного точкового зварювання представлена на рис. 2.12, рис. 2.13.

Елементи блок-діаграми та взаємозв'язок даних організовані відповідно до принципу потоку даних в LV (data flow), т. е. дані рухаються від терміналу джерела даних до приймаючого терміналу, а вузол блок-діаграми виконується, тільки якщо він отримав дані по всім задіяним вхідним терміналам. У тимчасовій послідовності функціонування представленої блок-діаграми умовно може бути розділена на три основні етапи: попередня підготовка, алгоритм управління, завершення роботи.

Запуск програми починається з конфігурації аналогового і цифрового введення-виведення за допомогою функції DAQmx низького рівня, які дозволяють досягти найбільшої ефективності виконання «коду» програми [3].

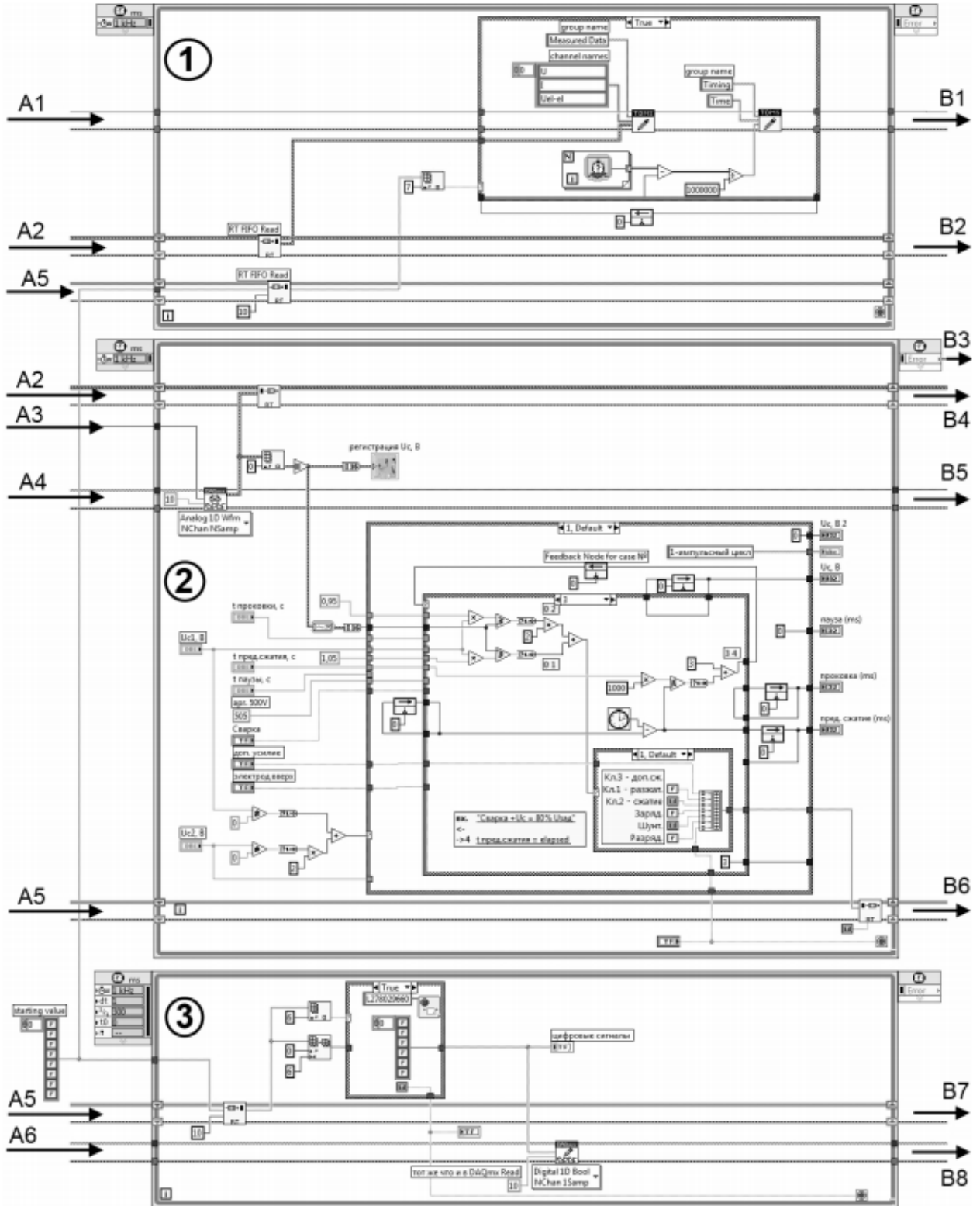


Рисунок 2.12 – Блок діаграма віртуального приладу для управління зварним циклом конденсаторної машини

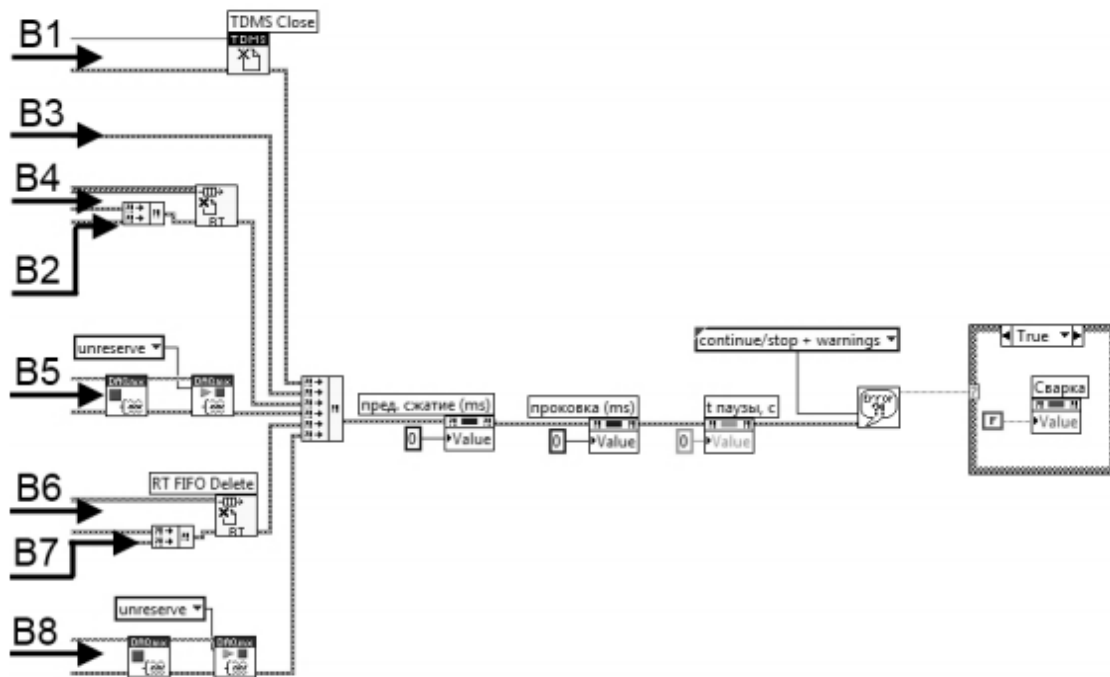


Рисунок 2.13 – Продовження блок діаграма віртуального приладу для управління зварним циклом конденсаторної машини

На цьому етапі за допомогою DAQmx Create Virtual Channel створюється три аналогових віртуальних каналу, що відповідають за збір даних, одержуваних від датчиків струму, напруги і дільника напруги, і шість цифрових.

Через вкладку «AI» лицьовій панелі (рис. 2.14) кожному каналу присвоюються:

- ім'я; найменування одиниць виміру оброблюваного сигналу (ампер, вольти і т. Д.);
- верхнє і нижнє обмеження по рівню сигналу; фізичний канал, задіяний на пристрої збору даних; схема розташування терміналів.

Відповідно до технічних характеристик машини МТК-1601 були прийняті наступні обмеження по рівню сигналів: ± 500 В - для каналу, реєструючого напруга заряду УС конденсаторних батарей; від -500 А (для обліку коливальних явищ, що проявляються у вторинному контурі зварювального трансформатора)

до 20 кА - для каналу I, що відповідає за фіксацію миттєвих значень сили зварювального трансформатора; ± 5 В - для реєстрації падіння напруги Uel-el на ділянці електрод-електрод [4]. Крім того, вказуються параметри масштабування для обліку компенсації подільника напруги і тарировки датчика струму, які задіяні в вимірах.

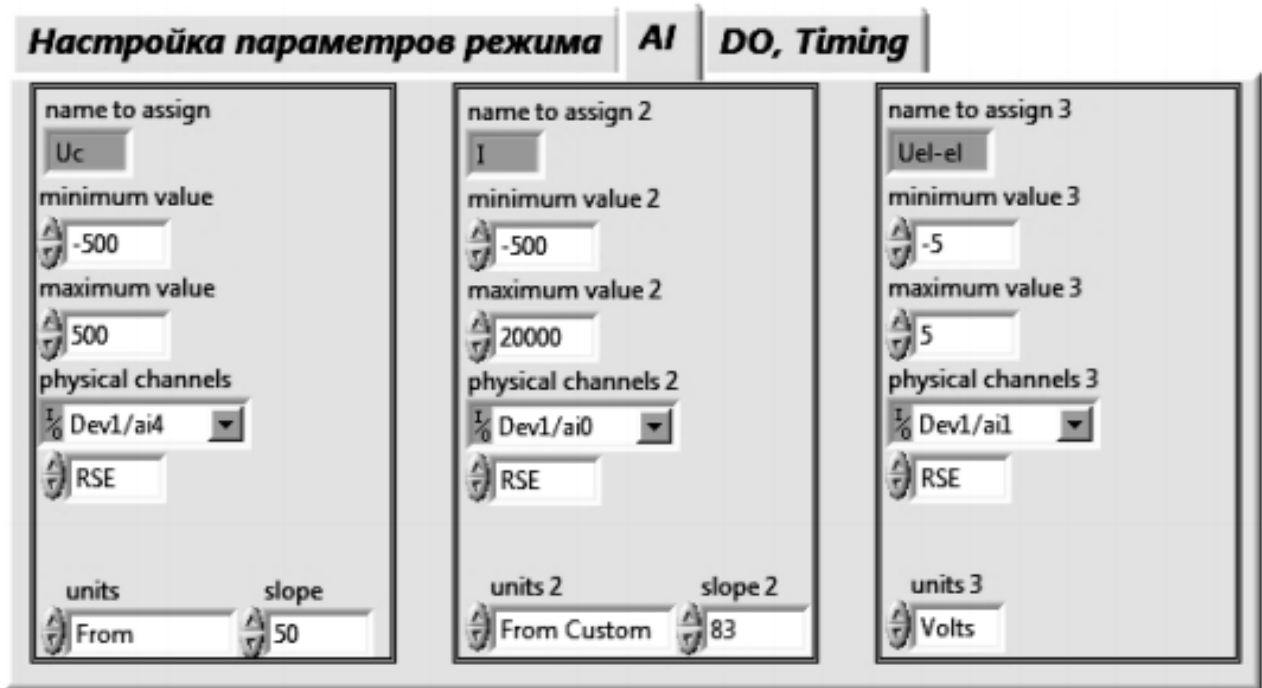


Рисунок 2.14 – Вкладка налаштування аналогового збирання даних

Далі система враховує налаштування, розташовані у вкладці «DO, Timing» (рис. 2.15), а саме: перелік і привласнюються імена шести каналів цифрового виводу, частоту дискретизації і кількість елементів вибірки аналогового збору даних.

В результаті експерименту, що передувє створенню розглянутого віртуального приладу, було встановлено, що в залежності від поєднання налаштувань машини (напруги заряду робочої батареї, її ємності і коефіцієнта трансформації зварювального трансформатора) тривалість фронту імпульсу розрядного струму для даної КМ лежить в межах 0,5 ... 7 мс. Таким чином, частота дискретизації (rate), встановлена на 10 кГц, дозволить записати і відновити фронт імпульсу з необхідною точністю.

Усі зазначені настройки забезпечують узгодження роботи програми з функціональними можливостями зовнішнього пристрою збору даних і вихідних характеристик датчиків, що використовуються для отримання інформації про процес зварювання. вони несуть допоміжну функцію і вимагають уваги оператора тільки при першому запуску програми або в разі заміни апаратного забезпечення. Також для першого етапу характерно створення програмою файлу в форматі .tdms для запису результатів вимірювань, необхідних для подальшого аналізу; папки для зберігання зазначеного файлу; буфера реального часу RT FIFO для майбутньої передачі даних між паралельними циклами.

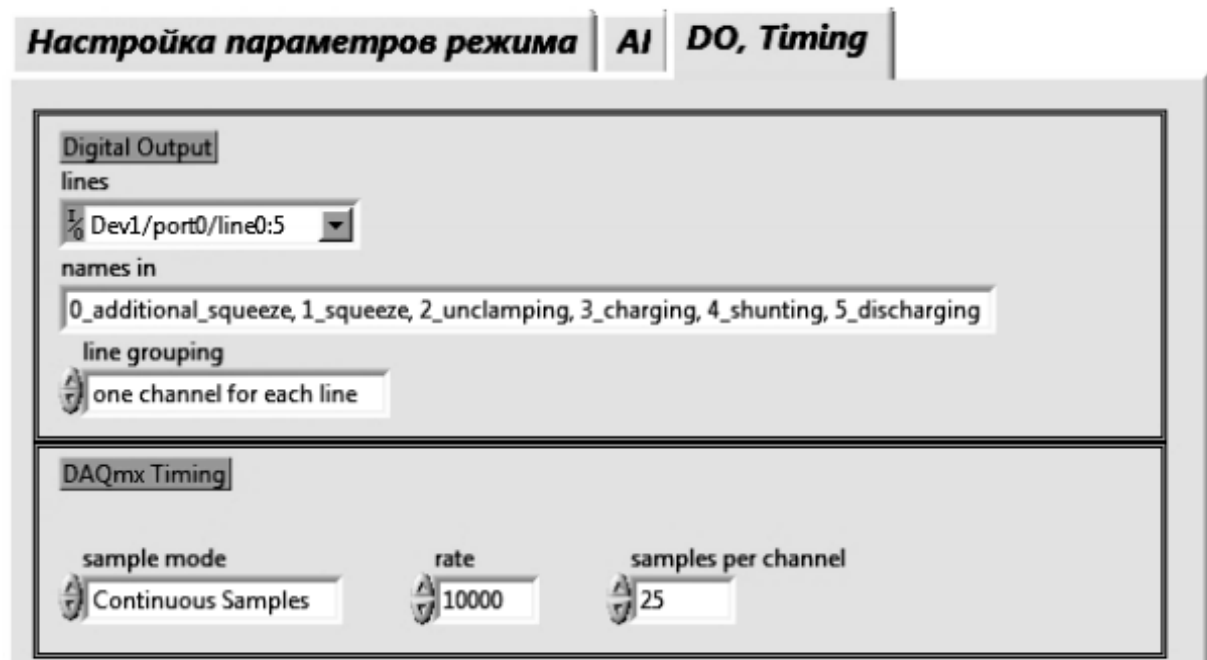


Рисунок 2.15 – Конфігурація цифрового виведення даних

Другий етап (див. рис. 2.12) побудований за принципом розпаралелювання завдань і являє собою поєднання кількох паралельних тактованих циклів Timed Loop, що несуть функцію жорсткого обмеження часу виконання ітерацій в межах 1 мс. Всі три цикли знаходяться в безперервній взаємодії за допомогою обміну потоками даних через буфер RT FIFO.

Перший цикл (нумерація зверху вниз) призначений для збереження отриманих сигналів в раніше створений файл і містить двухваріантну структуру

Case, функція якої полягає в обмеженні записуваного файлу в необхідних рамках від початку зварювального імпульсу до його закінчення і, таким чином, виключення результатів експерименту неінформативних даних.

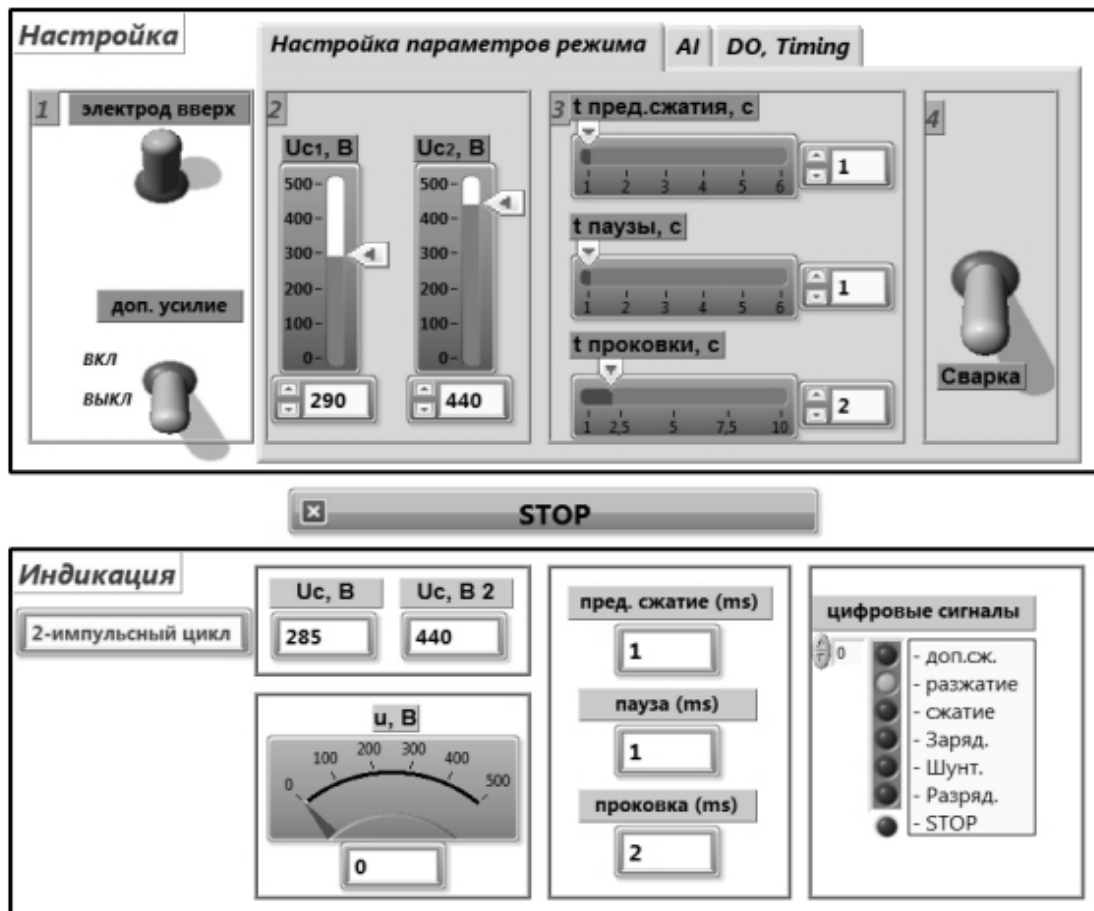


Рисунок 2.16 – Лицьова панель віртуального осцилографа

Зазначений ефект забезпечується надходженням логічної команди True на термінал селектора структури одночасно з подачею логічної одиниці на канал цифрового виведення, який відповідає за управління розрядного тиристора. Записуються дані типу Waveform представляють собою кластер, що складається з чотирьох елементів: дата і час початку введення даних t_0 , інтервал часу між вибірками dx , масив даних Y і властивості. Сигнали зварювального струму і напруги міжелектродного проміжку, одержувані по відповідних каналах (див. рис. 2.2), зберігаються і надалі використовуються для побудови кривої зміни енергії, виділеної в процесі зварювання.

Другий цикл має найбільш складну структуру, а його виконання більш тісно пов'язане з основними настройками, обумовленими засобами введення даних на лицьовій панелі (рис. 2.15). Як показано на рис. 2.15, лицьова панель імітує реальну фізичну панель управління КМ і містить дві основні області: налаштування і індикація. Область налаштування має такі елементи:

- підняття і опускання електрода контактної машини («електрод вгору ») для оцінки стану робочої поверхні електродів, співвісності їх розташування, а також для демонтажу і зачистки електродів в разі необхідності;

- підключення підвищеного зусилля стиснення;

- налаштування напруги заряду конденсаторних батарей для двох зварювальних імпульсів в межах від 0 до 500 В (відповідно до максимально допустимими значеннями, передбаченими технічними характеристиками даної КМ);

- установка тимчасових параметрів попереднього стиснення тпр.сж., паузи тп і проковки тпрок (див. рис. 2.10);

- запуск зварювального циклу по натискання на тумблері **ЗВАРЮВАННЯ**.

Зона індикації містить елементи відображення отриманих даних про процесі проходження зварювального циклу. На поточній стадії проведення досліджень з метою забезпечення найбільшого швидкодії виконання операцій і зниження вимог до ЕОМ велика частина даних, що характеризує процес зварювання, не візуалізується на лицьовій панелі, а записується для подальшого аналізу. Індикація обмежена нижченаведеними компонентами:

- відображення найменування обраної циклограми роботи машини (одно- або двухімпульсний цикл);

- індикація амплітудного значення величини напруги на конденсаторах, що мала місце перед їх розрядом;

- вказівка величини u поточного напруги заряду;

- відображення фактичних значень попереднього стиснення, паузи і проковки;

- індикація поточних логічних команд, сформованих віртуальним приладом для управління циклом зварювання (необхідна для контролю виконання програми).

Основну частину другого циклу становить поєднання структур Case. Як відомо, використання структури Case передбачає виконання тільки поточної піддіаграми (кадру), яка визначається селектором [3]. Зазначена особливість дозволяє управляти порядком роботи програми в залежності від даних, що подаються на термінал селектора, що було реалізовано за допомогою однієї чотирьохваріантної (0 ... 3) структури Case вибору типу циклограми і трьох шестиваріантних (1 ... 6) структур Case завдання амплітудних одночасних параметрів зварювального циклу. Кожна з шести варіантних структур розташовується в останніх трьох кадрах структури вибору циклограми.

Робота піддіаграм організована таким чином, що умова переходу до наступного або попереднього кадру виробляється або по команді користувача, або в результаті операцій, виконуваних в тілі самого кадру. У другому випадку використовується вузол зворотного зв'язку Feedback Node для перекладу значення, що визначає селектор, з однієї ітерації в іншу.

Так, наприклад, при вказівці користувачем відмінною від нуля величини кожного з двох напруг UC1 і UC2, що відповідають за заряд конденсаторних батарей при першому і другому зварювальних імпульсах, оператори порівняння Not Equal впливають на селектор чотирьох варіантної структури і перемикають її виконання в положення 3. На лицьовій панелі індикатор, що інформує про тип використовуваної циклограми, відображає відповідне повідомлення (див. рис. 2.15).

Дані дії призводять до запуску шестиваріантної структури, розташованої в зазначеному третьому кадрі. В першому кадрі шестиваріантної структури створюється початкова точка відліку часу виконання зварювальних операцій, формується первинний масив логічних команд управління. Умовою переходу в другій кадр є натискання кнопки ЗВАРЮВАННЯ. У цьому кадрі забезпечується заряд і підтримка рівня напруги на батареях у відповідності зі

значенням UC1. Умова переходу в третій кадр - рівність часу попереднього стиснення деталей і значення, певного пользователем на інтерфейсній панелі. Таким чином, виконуються всі кадри структури, з першого по шостий, після чого Case повертається в перше положення для зварювання наступної точки.

Зміст третього циклу в деякому сенсі схоже з першим. Основна відмінність полягає в наявності елемента DAQmx Write, який приймає масив логічних даних на термінал Data і передає їх безпосередньо на зовнішній пристрій збору даних. Крім того, Case призначена для здійснення екстреної зупинки роботи машини при натисканні кнопки STOP. Під екстреною зупинкою розуміється подача такого поєднання логічних команд управління виконавчими органами машини, яке дозволило б виключити можливість нанесення оператору електричного або механічного пошкодження, а саме: зняття зусилля стиснення з струмоведучих електродів і їх розведення шляхом подачі логічного нуля на канали, керуючі основним і допоміжним поршнем пневматичного приводу; подача логічного нуля на канали зарядного і розрядного тиристорів.

Перехід до третього етапу виконання програми ініціюється користувачем шляхом натискання кнопки STOP, після чого прилад послідовно виконує наступні дії:

- зупинка всіх циклів;
- зупинка завдання збору даних;
- обнуління цифрових виходів пристрою збору даних;
- закриття файлу з результатами експериментів;
- вивільнення ресурсів комп'ютера;
- обробка збоїв програми (в випадку їх наявності).

Не дивлячись на ряд очевидних переваг, властивих контактному точковому зварюванню на конденсаторних машинах, існують певні складності, пов'язані із забезпеченням якості зварних з'єднань, що є стримуючим фактором для більш широкого застосування даного виду зварювання в промисловості. Для вирішення питання дефектності зварних з'єднань запропоновано

використання розробленої системи керування зварювальним циклом конденсаторного зварювання.

Розроблено віртуальний прилад, який реалізує збір даних про процес зварювання і управління циклом зварювання на конденсаторній машині МТК-1601, який дозволяє: реєструвати криву зміни енергії, виділеної в процесі пропускання зварювального струму, для отримання відомостей про якість зварного з'єднання.

3. ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Вимоги до процесу контактного зварювання

Належну якість зварних з'єднань для більшості видів контактного зварювання (крім стикового опором) досягається нагріванням металу в зоні зварювальних контактів до розплавлення, а прилеглих до цієї зони ділянок металу - до пластичного стану, що забезпечує необхідну деформацію їх під дією зусилля стиснення.

Кількість тепла Q , що виділяється в зоні зварювання, можна визначити за формулою Ленца - Джоуля

$$Q = I^2 R t, \quad (3.1)$$

де I - зварювальний струм, А;

R - загальне активний опір зони зварювання, Ом;

t - час дії струму, с.

Опір R в зоні зварювання зазвичай незначно. Час дії струму I призначають мінімальним (секунди, частки секунд), з тим щоб уникнути зайвих теплових втрат. Нагрівання при контактному зварюванні досягається застосуванням в зварювального ланцюга струму I великих значень (150 кА і більше) при цьому напруга зазвичай не перевищує 30 В.

Контактна зварювання відрізняється високою продуктивністю, можливістю широкої механізації і автоматизації робочих процесів, а також істотним зниженням витрат основних і допоміжних матеріалів. Зазначені переваги цього способу зварювання з найбільшою ефективністю проявляються при масовому і великосерійному виробництві однотипних виробів в стаціонарних умовах роботи (в цехах, майстернях).

До особливостей контактного зварювання, що утрудняє застосування її в умовах будівництва, слід віднести великі настановні потужності контактних машин (до 1000 кВ А і більше), що викликають необхідність підключення їх до

окремого фідера електричної мережі; вузька спеціалізація машин за видами зварних з'єднань (стикові, точкові і ін.); необхідність в більшості випадків доставки до машин заготовок виробів або конструкцій; складність контролю якості зварних з'єднань.

В даний час в промисловому будівництві контактне зварювання застосовують при виготовленні в стаціонарних умовах сіток, каркасів та інших арматурних виробів залізобетонних конструкцій. Точкове зварювання використовують при виготовленні конструкцій з відкритих профілів сталевих прокату з товщиною стінок до 6 мм. Стикового зварюванням з'єднують короткорозмірні елементи з відходів прокату для подальшого його застосування в конструкціях. Рельєфна зварювання здійснюється рідко.

При виготовленні алюмінієвих конструкцій і виробів передбачена стикове зварювання кутових з'єднань рам вікон і вітражів з профільних елементів. Стикового зварюванням з'єднують мідні і алюмінієві дроти (кабелі) під час електромонтажних робіт.

Надалі за доцільне (з урахуванням використання існуючого зварювального обладнання) більш широке поширення основних видів контактної зварювання в промисловому будівництві для виконання наступних робіт:

- стикова зварювання - кутові з'єднання рам вікон, вітражів та каркасів дверей з сталевих і алюмінієвих профілів;
- стикові з'єднання різних труб; з'єднання стрижневих елементів з профільного металу, включаючи використання їх короткорозмірних відходів;
- виробництво ріжучого інструменту з різнорідних сталей і сплавів;
- точкове зварювання - приварювання листових елементів з сталей або алюмінієвих сплавів до каркасів тришарових стінових панелей;
- з'єднання елементів сталевих несучих і огорожувальних ґратчастих конструкцій (секції ферм, щогл, веж і ін.) при товщині металу кожного елемента до 16 мм;
- приварка листових елементів до каркасів сходів і майданчиків;

- шовна зварювання - виконання щільно-міцних швів при виготовленні секцій тонкостінних труб, газоповітровід та інших виробів з листового металу товщиною до 3 мм.

Перед зварюванням обрізають, правлять і взаємно підганяють сполучаються елементи, а також очищають поверхні металу від іржі, окалини, мастила та інших забруднень.

Для стикового зварювання опором необхідна ретельна обробка і підгонка торців перпендикулярно осі заготовок без місцевих зазорів. При зварюванні труб торці їх спільно фрезерують однієї дискової фрезою з подальшою зачисткою напилком. Для стикового зварювання оплавленням допускається менш ретельна підготовка торців. Елементи можна нарізати на прес-ножицях, механічної пилкою або кисневої різкою, після чого поверхні різку очищають від окалини і шлаку.

Обробка елементів для точкового і шовного сварок зазвичай полягає в обрізанні крайок (при наявності нерівностей), виправлення й очищення листового металу в зоні з'єднання. Очищення металу під контактне зварювання здійснюють металевими щітками (ручними або привідними), піско- або дробострумними апаратами, а також травленням в розчинах кислот з подальшою нейтралізацією в лужному середовищі і промиванням в проточній воді.

При підготовці елементів, що підлягають стиковому зварюванню, очищають торцеві поверхні і ділянки металу в місцях закріплення в затискачах зварювальної машини. Листові елементи перед точкової і роликової зварюванням очищають з двох сторін на ширині не менше 30-50 мм в місцях розташування зварних точок або швів. При недостатньо очищеної поверхні металу помітно знижується якість зварних з'єднань і одночасно різко підвищується знос електродів машин.

Щоб уникнути виникнення дефектів, при складанні листових елементів під точкове або шовне зварювання, слід забезпечувати щільне взаємне прилягання їх, не допускаючи зазорів більше 0,5 мм на довжині 100 мм.

3.2. Конструкція складально-зварювального пристосування

Складально-зварювальних пристосуванням називають пристрій для збирання і взаємної фіксації окремих деталей складальної одиниці (вироби), прихватки і зварювання. Пристосування підвищує точність і продуктивність операції, покращує умови праці, підвищує безпеку робіт.

Універсальні пристосування застосовують в одиничному і дрібносерійного виробництва. До цих пристосувань відносять набори фіксуючих опорних і затискних елементів. Універсальні пристосування використовують для різних вузлів, витрати на їх виготовлення невисокі, але робота на них менш продуктивна і зазвичай більш трудомістка.

У великосерійному і масовому виробництві застосовують тільки спеціальні пристосування. Вони забезпечують більш точну збірку, високу продуктивність, полегшують умови праці, але їх проектування і виготовлення вимагає великих витрат.

Пристосування в залежності від їх складності поділяють на: головні, великі, середні і дрібні. В основу поділу покладено їх розміри, маса і вартість.

При проектуванні пристосувань необхідний креслення деталі і технологія складання і зварювання. Важливо встановити послідовність всіх операцій, раціональну розбивку виробу на окремі вузли, правильно намітити бази фіксації окремих вузлів і узгодити їх з усіх позицій складання і зварювання.

Конструкція пристосування залежить також від програми виробів. Проектування слід починати з вивчення дослідних зразків виробу. При цьому часто використовують методи моделювання.

Подальші роботи виконують в такій послідовності: визначають базову деталь і встановлюють бази фіксації (отвори, поверхні); розробляють принципову схему пристосування, його конструктивну схему і ескізний компонування; розрахунком або конструктивно визначають розміри його основних вузлів; розробляють загальний вигляд пристосування і робочі креслення всіх вузлів і деталей.

При розробці пристосувань слід прагнути максимально уніфікувати їх типові вузли: плити, рами підстави, опорні стійки фіксатори, опори тощо.

При розробці складних пристосувань необхідно макетировать окремі вузли, виготовляючи їх з дерева пластмаси.

Конструкцію складально-зварювальних пристосувань розробляють з урахуванням наступних положень: закладка деталей в пристосування і їх фіксація повинні бути простими і зручними; притискачі слід розташовувати проти опор; притискні і затискні пристрої повинні бути швидкодіючими.

Ручний привід допустимо лише в тих випадках, коли положення деталей, які встановлюються на базову деталь, хитке і їх потрібно підтримувати рукою.

Фіксатори, затискачі і притиски, розташовані близько від місця зварювання, потрібно захищати від бризок металу. До місць зварювання слід забезпечувати вільний доступ оснащення зварювальної машини з якомога меншою вильотом. При необхідності зменшити сліди від точкового зварювання лицьовій поверхні деталі встановлюють охладжаемую струмопровідну пластину з мідних сплавів. Конструкція пристосування повинна задовольняти правилам техніки безпеки.

При розробці пристроїв різного типу для складання і зварювання деталей широко застосовують уніфіковані вузли, що прискорює їх проектування, знижує вартість і покращує якість. Фіксатори застосовують для орієнтування деталей, що збираються в пристосуванні. До притискаючи відносять силові пристрої, що притискають збираються деталі до упорів.

Виходячи з вище викладених вимог та інформації, викладеної вище, було розроблено пристосування для збирання-зварювання елементів двох тонких пластин. За допомогою цього механізму здійснюється складання та прихватка деталей.

Дане пристосування складається з корпусу, в якому є отвори для штирів і пальців необхідні для фіксації просторового положення вузлів відносно один одного. За допомогою пружних штирів, спеціальних гвинтів і кілець здійснюється притиск деталей один до одного з дотриманням зазорів.

Всі елементи пристосування виконані з Стали 20, Стали 35, Стали 45.

Апарати мають корпус і виступаючі назовні робочі частини-клешні. На кінці останніх розташовуються мідні зубці - електроди. Пластини металу або прутки з'єднуються між собою в потрібному положенні і заводяться в робочу зону апарату так, щоб один електрод знаходився над місцем, де потрібно зварювання, а другий під ним.

Зварювання дуже тонких пластин. Покритими електродами або газовим зварюванням можна сильно перегріти виріб. Недосвідчені робітники часто пропалюють матеріал. Завдяки точковому зварюванню можливо з'єднання тонких листів або дротів з надійним якістю, але без підрізів і непотрібних дір. Та завдяки стаціонарно розташованому апарату, робота виконується на високій швидкості. Листи заліза або елементи сітки заводяться між електродами, проводиться легкий притиск, секунда зварювання, і перехід на наступну точку. За день можна створити до 1000 з'єднань. Сила струму до 500 А дозволяє надійно з'єднувати матеріали. Контактна зварювання застосовується не тільки на маловуглецевої сталі, але здатна з'єднувати кольорові метали, включаючи дорогі.

Схема точкового зварювання відрізняється простими складовими. В основі конструкції знаходиться трансформатор, який значно знижує напругу з мережі. Оптимальним значенням є 10-12 V. Сила струму при цьому повинна досягати 300 - 500 А. Це дозволить виконувати повсякденні роботи на апараті.

Принцип роботи контактного зварювання полягає в зміні одержуваного напруги і передачі його в накопичувачі. Останніми виступають конденсатори, з місткістю не менше 46 мкФ. У конструкції присутній діодний міст і два діоди. Процесом керує реле РЕК 74, або аналогічний пристрій. Воно перепускає ток на електроди і дозволяє виконувати зварювання. У разі перевантажень, схема апарату містить автомат на 20 А, який відсікає напруга. Для охолодження пристрою застосовується невеликий кулер, вбудований в задню частину конструкції. Зварювальник, затиснувши боку виробу в потрібному положенні, включає кнопку і виконує зварену точку.

3.3. Розрахунок параметрів точкового зварювання тонкостінних виробів

Точкове зварювання - вид контактного зварювання, при якій заготовки з'єднуються в окремих точках, причому одночасно можна з'єднувати деталі однієї, двома або кількома точками. Положення зварювальних точок визначається розташуванням електродів точкової машини. При точковому зварюванні заготовки збирають внаклад і затискають з деяким зусиллям P між двома мідними електродами, що підводять струм до місця зварювання (рис. 3.1)

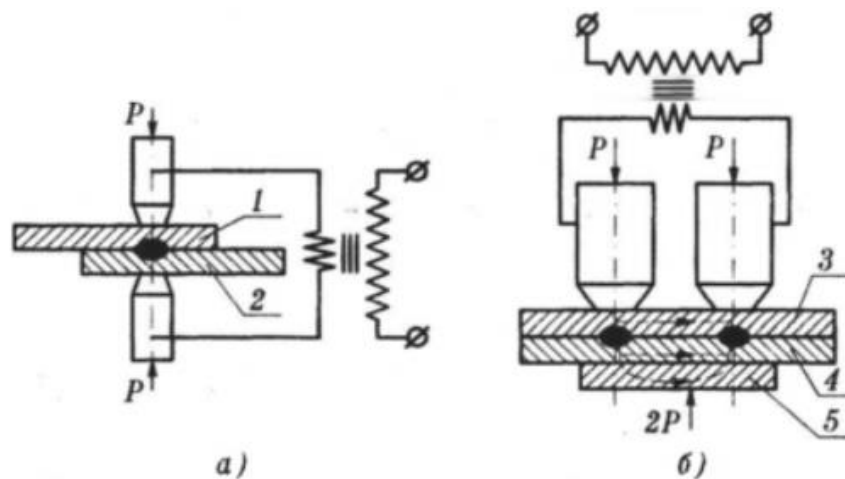


Рисунок 3.1 - Схема двостороннього (а) і одностороннього (б) контактної точкового зварювання: 1,3 - верхні заготовки; 2, 4 - нижні заготовки; 5 - мідна підкладка

Стикаються з мідним електродом поверхні зварювальних заготовок нагріваються повільніше, ніж їх внутрішні шари. Нагрівання продовжують до пластичного стану зовнішніх шарів і розплавлення внутрішніх шарів, де утворюється локальний обсяг розплавленого металу між поверхнями деталей, що з'єднуються. Потім струм вимикають і через деякий час припиняють стиснення деталей. В результаті цих дій утворюється лита зварювальна точка. Залежно від розташування електродів по відношенню до зварюваних заготовок розрізняють двосторонню і односторонню зварювання. При двосторонній зварювання (рис. 3.1, а) дві або більше число заготовок 1 і 2 стискають між

електродами точкової машини. При односторонньому зварюванні (рис. 3.1, б) струм розподіляється між верхнім і нижнім листами 3 і 4, причому нагрів здійснюється частиною струму, що протікає через нижній лист. Для збільшення струму, що проходить через нижній лист, передбачена мідна підкладка 5. Односторонньому зварюванню можна з'єднувати заготовки одночасно двома точками. Параметрами режиму точкового зварювання є: зусилля стиснення P в $\text{Н} / \text{м}^2$, щільність струму i в $\text{А} / \text{м}^2$ і час протікання струму t нд. Мідні електроди при інтенсивній зварюванні виготовляють водоохолоджуваними.

На рисунку 3.2 показана циклограма зміни параметрів точкового зварювання.

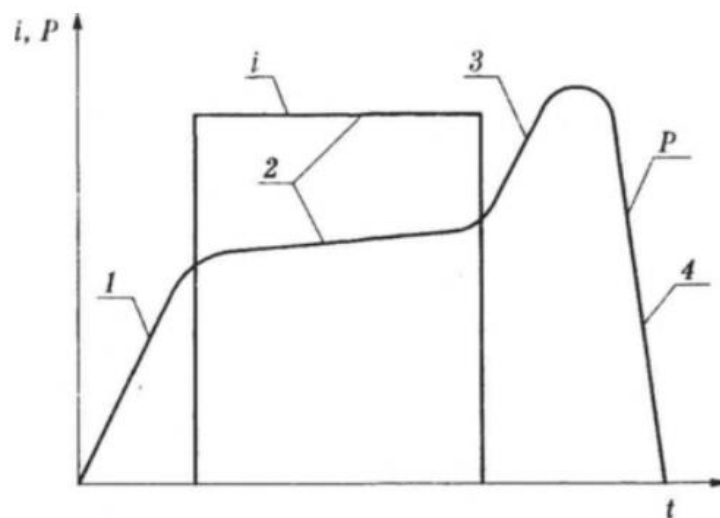


Рисунок 3.2 - Цикл зміни параметрів контактного зварювання для однієї точки: 1 - стиснення зварюваних заготовок; 2 - включення струму і розігрів місця контакту до температури плавлення; 3 - вимкання струму і збільшення зусилля стиску для поліпшення структури металу зварної точки; 4 - зняття зусилля стиснення

Весь цикл зварювання складається з чотирьох стадій: 1 - стиснення зварюваних заготовок між електродами; 2 - включення струму і розігрів місця контакту до температури плавлення, що супроводжується утворенням литого ядра точки; 3 - вимкання струму і збільшення зусилля стиску для поліпшення структури зварювальної точки; 4 - зняття зусилля стиснення.

Перед зварюванням місце з'єднання очищають від окисних плівок (абразивним кругом або травленням).

Точкове зварювання виконують на двох режимах. Перший режим характеризується більшою тривалістю часу зварювання, плавним нагріванням, зменшеною потужністю. На них зварюють вуглецеві, низьколеговані сталі і сталі, схильні до загартування. Основні параметри м'яких режимів: щільність струму $80 \dots 160 \text{ А / мм}^2$, зусилля на електродах $15 \dots 40 \text{ МН / м}^2$ і час протікання струму $0,5 \dots 3,0 \text{ с}$.

Другий режим характеризується підвищеною продуктивністю в зв'язку зі зменшенням часу зварювання, збільшенням зусилля стиснення і концентрованим нагріванням. Ці режими застосовують при зварюванні ультратонкого металу товщиною до $0,1 \text{ мм}$, корозійностійких сталей, так як при використанні для цього м'яких режимів можливе випадання карбідів хрому в околшовній зоні, що веде до втрати корозійної стійкості. При зварюванні алюмінієвих і мідних сплавів доцільно застосування тільки жорстких режимів через їх високу теплопровідність і неприпустимість перегріву околшовній зони.

Параметри другого режиму $120 \dots 360 \text{ А / мм}^2$, зусилля на електродах $4 \dots 150 \text{ МН / м}^2$ і час протікання струму $0,00 \dots 0,01 \text{ с}$.

Товщина зварюваного металу - $1 + 0,8 \text{ мм}$

Форма і розміри робочої поверхні електродів

Форма поверхні сферична, вибираємо з таблиці 1 діаметр електрода $6,5 \text{ мм}$

Проведемо розрахунок часу зварювання та розрахунок зварювального зусилля.

$$t_{\text{св}} = (150 \dots 300) \cdot \delta = 300 \cdot 1,8 = 540 \text{ с}$$

Розрахунок зварювального струму.

Розраховуємо загальну кількість теплоти при точковому зварюванні.

$$P_{\text{св}} = A \cdot \delta^2 \cdot \sigma = 5 \cdot 1,8^2 \cdot 230 = 3726 \text{ кН.}$$

$$I_{\text{св}} = \sqrt{\frac{Q}{m \cdot R_{\text{дкон}} \cdot t_{\text{св}}}},$$

Теплота, що витрачається на нагрів умовно виділеного центрального стовпчика металу:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

$$Q_1 = \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot 2 \cdot \delta \cdot c_1 \cdot \gamma \cdot T_{\text{св}}^0 = \frac{3,14 \cdot 1,8^2 \cdot 10^{-3}}{4} \cdot 2 \cdot 0,0018 \cdot 502 \cdot 8500 \cdot (905 + 300) = 47078 \text{ Дж}$$

Теплота, що витрачається на нагрів деталей поза центральним стовпчиком:

$$Q_2 = k_1 \cdot \pi \cdot x_1 \cdot (d_3 + x_1) \cdot 2 \cdot \delta \cdot c_2 \cdot \gamma \cdot \frac{T_{\text{св}}^0}{4} = 0,8 \cdot 3,14 \cdot 3,3 \cdot \sqrt{33,2 \cdot 10^{-6} \cdot 540} \cdot (6,5 \cdot 10^{-3} + 3,3 \cdot \sqrt{33,2 \cdot 10^{-6} \cdot 540}) \cdot 2 \cdot 0,0018 \cdot 385 \cdot 8500 \cdot \frac{1205}{4} = 23449 \text{ Дж}$$

Теплота, що йде на нагрів електроду

$$Q_3 = 2 \cdot k_2 \cdot \frac{\pi \cdot d_3^2}{4} \cdot x_2 \cdot c_3 \cdot \gamma_3 \cdot \frac{T_{\text{св}}^0}{8} = 2 \cdot 2 \cdot \frac{3,14 \cdot 6,5^2 \cdot 10^{-3}}{4} \cdot 4 \cdot \sqrt{24,3 \cdot 10^{-6} \cdot 540} \cdot 502 \cdot 8230 \cdot \frac{1205}{8} = 8550417 \text{ Дж}$$

Сумарний опір деталей, що зварюються в кінці нагріву

$$Q = 47078 + 23449 + 8550417 = 8620944 \text{ Дж}$$

Розрахунок зварювального струму:

$$R_{\text{дкон}} = 2 \cdot A \cdot \rho \cdot \frac{\delta}{\frac{\pi \cdot d_3^2}{4}} = 2 \cdot 0,9 \cdot 0,05 \cdot \frac{0,0018}{\frac{3,14 \cdot 0,065^2}{4}} = 4,9 \text{ Ом} \cdot 10^{-6}$$

$$I_{\text{св}} = \sqrt{\frac{8620944}{1,4 \cdot 4,9 \cdot 10^{-6} \cdot 540}} = 48 \text{ кА}$$

Розрахунок мінімальної величини перекриття і кроку точки

Мінімальна величина перекриття визначається в залежності від товщини зварюваного металу:

$$U = \delta^2 + 8 = 1,8^2 + 8 = 11,24 \text{ мм}$$

Мінімальний крок точки визначається в залежності від товщини

$$t_{\text{ш}} = 14 + \delta^2 = 14 + 1,8^2 = 17,24 \text{ мм}$$

зварюваного металу.

Розрахунок струму шунтування

$$I_{\text{ш}} = I_{\text{св}} \cdot \frac{R_{\text{дккон}}}{Z_{\text{ш}}}$$

Опір шунта

$$Z_{\text{ш}} = \sqrt{k_n \cdot R_{\text{ш}}^2 + X_{\text{ш}}}$$

Активний опір шунта:

В умовах точкового зварювання, де щільності струму значні, індуктивним опором можна знехтувати.

$$R_{\text{ш}} = R'_{\text{ш}} \cdot 2 \cdot \frac{\rho}{\delta} = 1 \cdot 2 \cdot \frac{1,5}{1,8} = 1,66 \text{ Ом}$$

Тоді:

$$Z_{\text{ш}} = \sqrt{k_n \cdot R_{\text{ш}}^2} = \sqrt{1,5 \cdot 1,66^2} = 2,04 \text{ Ом}$$

Додаткові параметри режиму

Час попереднього стиснення для створення необхідного контактного опору залежить від товщини металу:

Час проковки забезпечує необхідне ущільнення кристалізується металу зварювальної точки.

$$t_{\text{сж}} = 0,08 + 0,03 \cdot \delta = 0,08 + 0,03 \cdot 1,8 = 0,134 \text{ с}$$

Час паузи 0,054 с. Час циклу забезпечує постановку однієї точки.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів при виготовленні тонкостінних виробів

При проектуванні і виготовленні вироби необхідно проводити комплексний облік небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що діють на інженера в процесі трудової діяльності. Імовірно, ця робота проводиться в цеху, де виробляють зварювання сільфона з арматурою.

Повітря робочої зони.

Аерозолі - головна професійна небезпека праці зварників. Висока температура дуги (до 8000 ° С) призводить до того, що частина зварювального дроту, покриттів, флюсів переходить в пароподібний стан. Ці пари, потрапляючи в атмосферу цеху, конденсуються і перетворюються в аерозоль конденсації, частки якої за дисперсності наближаються до димам і легко потрапляють в дихальну систему зварників. Кількість пилу в зоні дихання зварника залежить головним чином від способу зварювання і зварювальних металів.

Основним шкідливим фактором, що визначає повітрообмін, є окис марганцю. При отруєння окисом марганцю виникає велика ймовірність ураження центральної нервової системи аж до паралічів. Гострі отруєння парами цинку і свинцю можуть викликати ливарну лихоманку, а отруєння хромовим ангідридом - бронхіальну астму. Для уловлювання зварювального аерозолу на стаціонарних постах, а де це можливо, і на нестаціонарних потрібно встановлювати місцеві відсмоктувачі у вигляді витяжної шафи, вертикальної або похилої панелі рівномірного всмоктування, столу та ін.

Завданням вентиляції є забезпечення чистоти повітря і заданих метеорологічних умов у виробничих приміщеннях. Вентиляція досягається видаленням забрудненого або нагрітого повітря з приміщення і подачею в нього свіжого повітря.

Повітря, що видаляється системами вентиляції і містить пил, шкідливі або неприємно пахнуть речовини, перед викидом в атмосферу повинне очищатися з тим щоб в атмосферному повітрі населених пунктів не було шкідливих речовин, що перевищують санітарні норми, а в повітрі, що надходить всередину виробничих приміщень, концентрації не перевищували величин 0.3 qpdк для робочої зони цих приміщень.

Характеристика тепловиділень і параметрів мікроклімату.

Фізичні шкідливі виробничі фактори:

Підвищена або знижена температура робочої зони

Підвищена або знижена вологість повітря

Підвищена або знижена рухливість повітря

Електрична дуга - це джерело світлового, ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання. Тому тривалий вплив випромінювання дуги може привести до пошкодження кришталика ока і втрати зору. Ультрафіолетове випромінювання викликає опіки очей і шкіри, інфрачервоне може викликати помутніння кришталика ока.

Інтенсивність теплового випромінювання в оптичному діапазоні (ультрафіолетове, видиме, інфрачервоне) на постійних робочих місцях не повинна перевищувати допустимих величин.

Параметри безпеки досягаються:

1) Особа робочого зварника під час виконання зварювальних операцій закривається щитком, в оглядовий отвір якого вставлений світлофільтр по ГОСТ 12.4.080-79

При роботі поза кабіною для захисту зору оточуючих повинні застосовуватися переносні щити і ширми.

Захисні стекла, вставлені в щитки і маски, зовні покривають простим склом для оберігання їх від бризок розплавленого металу.

Щитки виготовляють з ізоляційного матеріалу - фібри, фанери і за формою і розмірами вони повинні повністю захищати обличчя і голову зварника (ГОСТ 1361-69).

Для ослаблення різкого контрасту між яскравістю дуги і малої яскравістю темних стін (кабіни) останні повинні бути пофарбовані у світлі тони (сірий, блакитний, жовтий) з додаванням у фарбу окису цинку з метою зменшення відображення ультрафіолетових променів дуги, що падають на стіни.

Захист робітників від інфрачервоного випромінювання може бути забезпечена скороченням часу перебування в зоні впливу теплового випромінювання. У даній роботі робота зварника відноситься до категорії II б тобто робота пов'язана з ходьбою або стоячи, яка припускає перенесення невеликих тягарів (до 10 кг). Енерговитрати працюючих становлять від 200 до 250 ккал / год (232-293 Дж / с).

Мікроклімат робочої зони відповідає ГОСТ 12.1.005-88.

Нормовані параметри мікроклімату забезпечуються загальноцеховою припливною вентиляцією з кондиціонуванням повітря. Повітря робочої зони відповідає вимогам ГОСТ 12.1005-88, а так само гігієнічним нормативам ГН 2.2.5.549-96, Санітарних правил і норм СанПіН 2.2.4.548-96.

Захист від електромагнітних полів.

Напруженість електричних і магнітних полів на робочих місцях відповідає ГОСТ-12.1.006-76 і санітарними нормами СН 1 742 -77

Основні заходи захисту від впливу електромагнітних випромінювань:

- зменшення випромінювання безпосередньо у джерела (досягається збільшенням відстані між джерелом спрямованої дії і робочим місцем, зменшенням потужності випромінювання генератора);

- раціональне розміщення СВЧ і УВЧ установок (діючі установки потужністю більше 10 Вт слід розміщувати в приміщеннях з капітальними стінами і перекриттями, покритими радіопоглинаючі матеріалами - цеглою, шлакобетоном, а також матеріалами, що володіють здатністю, що відображає - олійними фарбами тощо.);

- дистанційний контроль і управління передавачами в екранованому приміщенні (для візуального спостереження за передавачами обладнуються оглядові вікна, захищені металевою сіткою);

- екранування джерел випромінювання та робочих місць (застосування відображають заземлених екранів у вигляді листа або сітки з металу, що має високу електропровідність - алюмінію, міді, латуні, сталі);

- організаційні заходи (проведення дозиметричного контролю інтенсивності електромагнітних випромінювань - не рідше одного разу в 6 місяців; медогляд - не рідше одного разу на рік; додаткова відпустка, скорочений робочий день, допуск осіб не молодше 18 років і які не мають захворювань центральної нервової системи, серця, очей);

- застосування засобів індивідуального захисту (спецодяг, захисні окуляри та ін.).

Кожна промислова установка забезпечується технічним паспортом, в якому вказані електрична схема, захисні пристосування, місце застосування, діапазон хвиль, допустима потужність і т. Д. По кожній установці ведуть експлуатаційний журнал, в якому фіксують стан установки, режим роботи, виправлення, заміну деталей, зміни напруженості поля. Перебування персоналу в зоні впливу електромагнітних полів обмежується мінімально необхідним для проведення операцій часом.

Нові установки вводять в експлуатацію після приймання їх, при якій встановлюють виконання вимог, норм щодо обмеження електромагнітних полів, радіоперешкод, а також реєстрації їх в державних контролюючих органах.

4.2. Характеристика електробезпеки

Підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через людину, є фізично небезпечним виробничим фактором. Більше 60% електротравм відбувається зі смертельними наслідками. Для автоматичного зварювання ротора парової турбіни в якості джерела живлення зварювальної дуги використовуються випрямляч, який живиться від 3-х фазної 3-х провідної мережі з ізольованою нейтраллю.

Основними факторами, що визначають тяжкість ураження електричним струмом, є: рід, частота, величина, тривалість і шлях протікання струму через тіло людини. З урахуванням перерахованих вище факторів і спричинених ними наслідків розроблені норми допустимих, з малою вірогідністю поразки, струмів, що проходять через тіло людини (ГОСТ 12.1.038-85)

Основні умови ураження електричним струмом - дотик або наближення на небезпечну відстань до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою; дотик до металевих конструктивних частин електроустановок (корпусу, кожуха і т.п.), які опинилися під напругою в результаті пошкодження ізоляції та інших причин. Можливі точки дотику з електричної зварювальної ланцюгом: затискні губки електродотримача; електрод під напругою; сопло і електродний дріт дугового пальника; неізольовані частини і місця на зварювальному кабелі.

Електробезпека досягається: заземлення; занулення; автоматичне відключення.

Характеристика механічних небезпечних чинників.

До фізично небезпечних і шкідливих факторів в нашому технологічному процесі по ГОСТ 12.9.003-74 можна віднести:

Пересуваються вироби, заготовки, матеріали;

Гострі кромки, задирки, ріжучі органи і т.д .;

Крім огорожі робочої зони необхідно забезпечити проходи між столами, обладнанням не менше 1,5-2 метра.

Для запобігання цих факторів необхідно:

1) Перевірка справності обладнання;

Такелажні та роботи повинні проводити особи, які пройшли інструктаж з техніки безпеки;

від робочих необхідно вимагати дотримання всіх правил по техніці безпеки, включаючи роботу в спецодязі, рукавицях; використання засобів індивідуальної вентиляції (де це необхідно) і т. д.

Характеристика пожежовибухобезпеки.

Фактори пожежі:

- відкритий вогонь і іскри;
- підвищення температури повітря, предметів і т.п. ;
- токсичні продукти горіння;
- дим;
- знижена концентрація кисню; обвалення і пошкодження будівель, споруд, установок; вибух.

Зварювальні роботи повинні проводитися відповідно до ГОСТ 12.1.004-91, з типовими правилами пожежної безпеки для промислових підприємств.

Небезпека вибухів виникає при неправильному транспортуванні, зберіганні і використанні балонів із стисненими газами, при проведенні зварювальних робіт в різних ємностях без попереднього контролю ступеня їх очищення і наявності в них залишків горючих речовин і т. Д.

Місця, відведені для проведення зварювальних робіт, встановлення обладнання, повинні бути очищені від легкозаймистих матеріалів в радіусі не менше 5 м. Зварювальні роботи поза виробничого приміщення можуть проводитися тільки за погодженням із заводською пожежною охороною.

Забороняється проводити зварювання свіжопофарбованих конструкцій до повного висихання фарби, судин, апаратів, трубопроводів комунікацій, що знаходяться під напругою, надлишковим тиском, заповнених горючими матеріалами.

Для захисту від бризок використовують спецодяг (брюки, куртку і рукавиці) з "брезентовому або спеціальної тканини.

Небезпека вибуху виникає при неправильних умовах зберігання і експлуатації балонів з Аг. Балони повинні бути ретельно і надійно закріплені під час зберігання і експлуатації. Необхідно вживати заходів, що попереджають перегрів балона і перевищення в ньому тиску (системи захисту від перегріву та перевищення тиску - це термореле і газовий запобіжний клапан).

В процесі експлуатації необхідно дотримуватися таких правил і вимоги експлуатації балони треба встановлювати по (ГОСТ 949-57).

4.3. Забруднення навколишнього середовища від викидів і відходів при операціях в механічному цеху

Характеристика забруднень навколишнього середовища.

Забруднення гідросфери.

На території промислових підприємств утворюються стічні води трьох видів: побутові, поверхневі і виробничі. При виборі способів і технологічного обладнання для очищення стічних вод від домішок необхідно враховувати, що задані ефективність і надійність роботи будь-якого очисного пристрою забезпечується в певному діапазоні значень концентрації домішок і витрат стічної води.

Більшість цехів машинобудівних підприємств характеризується сталістю витрати і складу стічних вод, проте в деяких технологічних процесах мають місце короточасні зміни, що може істотно зменшити ефективність роботи очисних пристроїв або вивести їх з ладу.

Очищення стічних вод від твердих частинок в залежності від їх властивостей, концентрації і фракційного складу на машинобудівних підприємствах здійснюється методами проціджування, відстоювання, відділення твердих частинок в полі дії відцентрових сил і фільтрування.

Проціджування - первинна стадія очищення стічних вод - призначене для виділення зі стічних вод великих нерозчинних частинок розміром до 25мм, а також більш дрібних волокнистих забруднень, які в процесі подальшої обробки стоків перешкоджають нормальній роботі очисного обладнання..

Відстоювання ґрунтується на особливостях процесу осадження твердих частинок в рідині. При цьому може мати місце вільне осадження неслипаючієся частинок, що зберегли свої форми і розміри, і осадження частинок схильних до коагулюванню і змінюють при цьому свою форму і розміри.

Закономірності вільного осадження частинок практично зберігаються при об'ємній концентрації осідають частинок до 1%, що відповідає їх масовій концентрації не більше 2,6 кг / м³.

Відділення твердих домішок в поле дії відцентрових сил здійснюється у відкритих або напірних гідроциклонах і центрифугах.

Фільтрування стічних вод призначене для очищення від тонкодисперсних твердих домішок з невеликою концентрацією. Процес фільтрування застосовується також після фізико-хімічних і біологічних методів очищення, так як деякі з цих методів супроводжуються виділенням в рідину, що очищається механічних забруднень.

Термічний цех.

Частинки пилу, окалини і масла є основними домішками стічних вод, що використовуються для охолодження технологічного обладнання, поковок, гідрозбиву металевої окалини та обробки приміщення.

Механічний цех.

Для приготування мастильно-охолоджуючих рідин, промивання офарблюються виробів використовується вода. Основними домішками стічних вод є пил, металеві та образівні частки, сода, масла, розчинники, мило, фарби.

Забруднення атмосфери.

Основний фізичної характеристикою домішок атмосфери є концентрація - маса (мг) речовини в одиниці об'єму (м³) повітря при нормальних умовах. Концентрація домішок визначає фізичне, хімічне та інші види взаємодії речовин на людину і навколишнє середовище і служить основним параметром при нормуванні вмісту домішок в атмосфері.

ГДК - це максимальна концентрація домішки в атмосфері, віднесена до певного часу осереднення, яка при періодичному впливі або протягом усього життя людини не надає ні на нього, ні на навколишнє середовище в цілому шкідливого впливу.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Підвищення показників якості тонкостінних зварних виробів досягається за рахунок розробки удосконаленого способу контактного точкового зварювання з застосуванням автоматичного керування процесами зварювання та розрахованих параметрів і режимів зварювання.

2. Розроблені математичні моделі процесу автоматичного керування виготовлення тонкостінних зварних виробів дозволяють підтримувати режими і параметри контактного точкового зварювання в заданому діапазоні та контролювати основні етапи реалізації процесу на заданому рівні та встановлених часових циклів згідно з розробленою осцилограмою.

3. Наведено рекомендовані заходи для зменшення впливу шкідливих факторів, які діють у спроектованій ділянці на здоров'я працюючих, що дає змогу підвищити безпеку праці, попередити виробничий травматизм та професійні захворювання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Українсько-російський словник зварювальної термінології : словник. / укладачі: В.М. Бернацький, О.С. Осика, Л.О. Симоненко, Л.С. Філоненко. – К.: Екотехнологія, 2001. – 224
2. Николаев Г.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование/ Николаев Г.А., Винокуров В.А. – М. : Высшая школа, 1990 – 560 с.
3. Сварка в машиностроении, Справочник/ Под редакцией Ю.Н. Зорина. – М. : Машиностроение, 1979. – 510 с.
4. Милютин В.С., Шалимов МЛ., Шанчуров СМ. Источники питания для сварки. Учебник. М.: Айрис-пресс, 2006. 379 с.
5. Оборудование для контактной сварки: Справочное пособие Под ред. В.В.Смирнова, СПб: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 2000. - 848с.
6. https://ru.wikipedia.org/wiki/Точечная_контактная_сварка
7. Технология и оборудование контактной сварки / Под. ред. Б.Д. Орлова. - М: Машиностроение, 1986. - 352 с.
8. Кочергин К. А. Контактная сварка. Справочник Л.:Машиностроение, 240с., 1987г.
9. Рыкалин Н.Н. Расчеты тепловых процессов при сварке: Учеб. пособие для машиностроительных вузов. М: МАШГИЗ, 1951. 296 с.
10. Фролов В.В. Теория сварочных процессов.-Москва: Высшая школа, 1988.-559 с.
11. Основы теории и технологии контактной точечной сварки: монография / С. Н. Козловский; СибГАУ. -- Красноярск:, 2003. -- 273 с.
12. Гуляев А.И. Технология и оборудование контактной сварки. - М.: Машиностроение, 1985г.
13. Орлов Б.Д. Технология и оборудование контактной сварки. - М.: Машиностроение, 1986г.
14. Рыськова З.А. Трансформаторы для электрической контактной сварки.

- Л.: Энергоиздат, 1990г.

15. Гуляев А.И. Технология точечной и рельефной сварки стали. - М.: Машиностроение, 1978г.

16. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. - М.: Машиностроение, 1978г..

17. Журавлёв В.Н., Николаева О.И. Машиностроительные стали: справочник М.: Машиностроение, 1992г.

18. Пути повышения эффективности контактной сварки: Тез. докл. На всесоюз. науч. - техн. конф. (Окт. 1980) / [Науч. Редакторы В.И. Снежко, Г.А. Липович] 82 с. ил. 20 см., Таганрог Б. и. 1980

19. Банов М.Д., Казаков Ю.В., Козулин М.Г. Сварка и резка материалов. - М.

20. Кабанов Н.Г., Слепак Э.Ш. Технология стыковой контактной сварки. М., «Машиностроение», 1969.

21. М. Д. Банов, Ю. В. Казаков, М. Г. Козулин и др.; под ред. Ю. В. Казакова. Сварка и резка материалов: Учебное пособие. — Издание 2-ое, стереотипное. — Издательский центр «Академия», 2002. — 400 с.

22. Гуляев А.И. Технология точечной и рельефной сварки сталей. М., «Машиностроение», 1969.

23. Гельман А.С. Технология и оборудование контактной электросварки. М., Машгиз, 1960.

24. Орлов Б.Д., Чулошников П.Л. Контактная электросварка лёгких сплавов. М., Машгиз, 1963.

25. Слиозберг С.К. Медные сплавы и электроды контактных сварочных машин. М., «Машиностроение», 1970.

26. Думов С.И. технология электрической сварки плавлением.- Л.

27. Машиностроение, 1987, -462 с.

28. Марочник сталей и сплавов (Под ред. В.Г. Сорокина). –М.:

29. Машиностроение, 198, -640 с.

30. Теорія сварочных процесов /Под ред.В.В. Фролова. - М.: Высшая школа, 1988.-559 с.

31. Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве - М.: Высшая школа, 1991 - 398 с.

ДОДАТКИ