

РЕФЕРАТ

Магістрерська робота на тему „ Обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом шовного контактного зварювання паливного бака автомобіля” складається з вступу та 4 розділів пояснювальної записки, яку виконано на 76 сторінках, має 39 рисунків і 6 таблиць.

Мета дипломного проекту є підвищення показників якості зварування бака автомобіля шляхом обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом контактного шовного зварювання.

Запропоновано: технологію зварювання бака автомобіля на основі обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом зварювання; розраховано параметри режиму зварювання; запропоновано раціональне обладнання і пристосування; проведено дослідження впливу термодформаційного циклу зварювання на структуру і властивості зварного з'єднання, розроблено заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: контактне шовне зварювання, напівавтомат, устаткування, складально-зварувальне пристосування, виріб.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА	7
1.1. Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами	7
1.2. Аналіз технологічних процесів контактного шовного зварювання	16
1.3. Обґрунтування вибору способу контактного шовного зварювання бака автомобіля	24
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	25
2.1. Характеристика об'єкту або предмету дослідження	25
2.2. Автоматичне керування стабілізацією струму зварювання	31
2.3. Розрахунок середніх значень нормального напруження в контакті деталь-деталь	41
3. ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	47
3.1. Загальна характеристика виробу	47
3.2. Розроблення технологічного процесу виготовлення виробу ...	49
3.3. Розрахунок параметрів контактного шовного зварювання бака автомобіля	52
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	59
4.1. Заходи з охорони праці при виконанні зварювання	59
4.2. Вплив виробничого середовища на здоров'я та працездатність людини	67
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Для зварювання деталей із тонколистового металу використовують переважно контактне зварювання напівавтоматичне і автоматичне. Контактне зварювання – це зварювання з використанням тиску, при якому використовується тепло, яке виділяється в контакті зварних деталей при проходженні електричного струму.

Цей вид зварювання, в свою чергу поділяється на декілька видів: точкове контактне зварювання, рельєфне зварювання, шовне зварювання, стикове контактне зварювання оплавленням, стикове контактне зварювання оплавленням з попереднім підігрівом і контактне зварювання опором.

Контактне зварювання застосовується в літакобудуванні, при виготовленні виробів із спеціальних сталей і легких сплавів. Автомобільні, тракторні і вагонобудівні заводи також широко використовують контактне зварювання. Успішно використовують контактне зварювання при виготовленні ріжучого інструменту, арматури для залізобетонних споруд, різних тонкостінних посудин, дрібних фасонних виробів та іншого.

Метою дослідження є підвищення показників якості зварювання бака автомобіля шляхом обґрунтування параметрів автоматичного керування процесом контактного шовного зварювання.

Об'єкт дослідження – технологічний процес зварювання бака автомобіля.

Предмет дослідження – технологічні параметри процесу автоматичного керування контактним шовним зварюванням і їх вплив на показники якості зварювання.

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

Наукова новизна: Обґрунтовано технологічний процес і основні силові параметри та режими зварювання способом контактного шовного зварювання.

Отримано залежність, яка характеризує зміну середніх значень нормальних напружень в контактi деталь-деталь в процесі формування зварного з'єднання.

Практичне значення Запропоновано удосконалений технологічний процес зварювання бака автомобіля, який може бути впроваджений у реальне виробництво та отримано основні параметри та режими 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 магістерської роботи опубліковано в 1 тезах конференції.

Структура й обсяг магістерської роботи. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, списку використаних джерел і додатків. Має 39 рисунків і 6 таблиць. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 78 сторінок

1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз стану питання за літературними та іншими джерелами

Контактна шовна зварювання - метод з'єднання металів, різновид контактної зварювання. Суть методу полягає у використанні двох обертових роликів-електродів. Вони формують нероз'ємне з'єднання, що складається з безлічі зварних точок. Точки можуть частково перекривати один одного для більшої герметизації шва.

Технологія шовного контактної зварювання була розроблена в кінці XIX століття. Зварювання ведеться без плавлення електрода та присадочного матеріалу. Нагрівання і розплавлення невеликої області заготовок відбувається за рахунок електричного розряду високої інтенсивності, що періодично пропускається між двома роликівими електродами, до яких прикладається значно зусилля на стиск. Шов складається з безлічі зон плавлення, які перекриваються. Метод призначений для зварювання тонкого листового прокату, в тому числі і має складні просторові форми.

Способи контактної точкового зварювання наведено на рис. 1.1., 1.2.

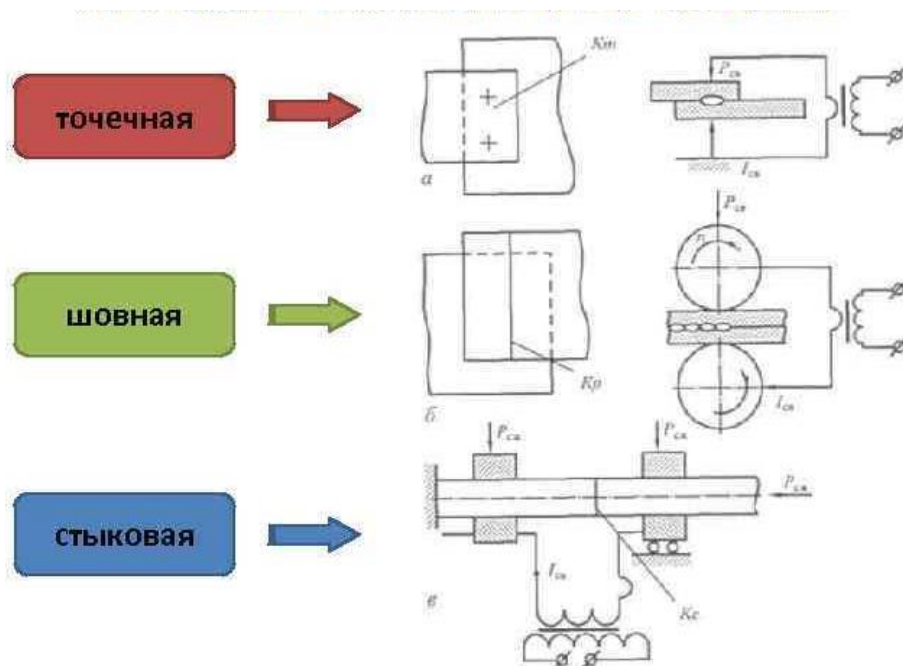


Рисунок 1.1 – Способи контактної точкового зварювання

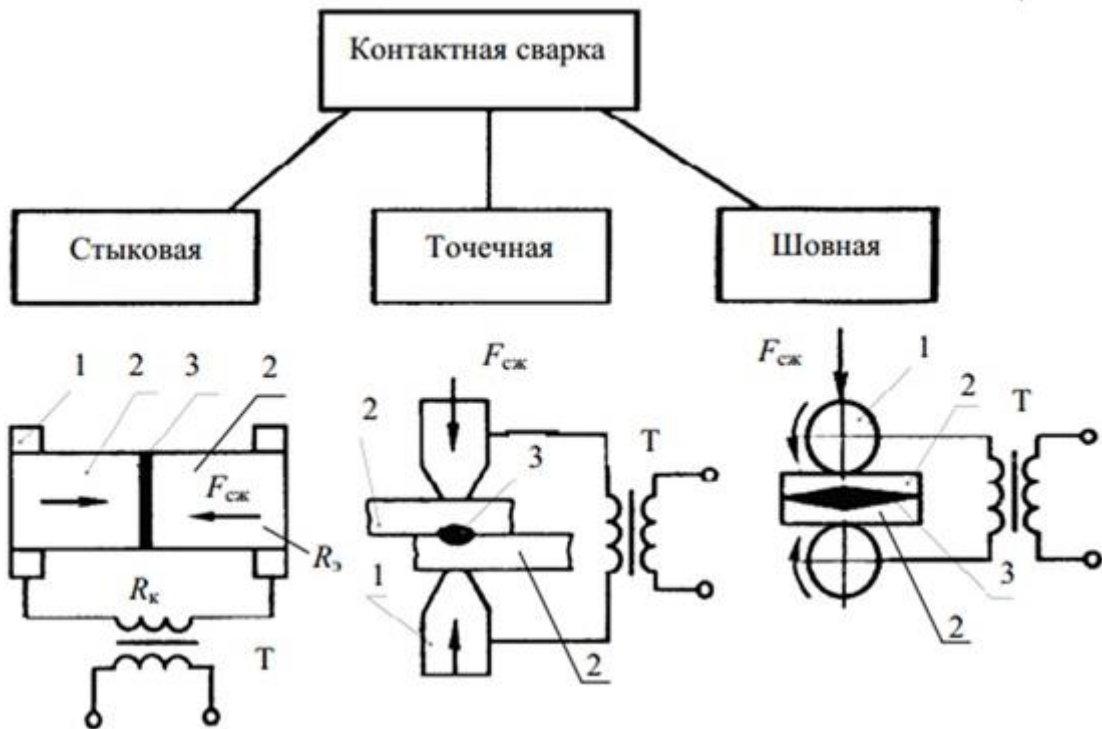


Рисунок 1.2 – Способи точкового контактної зварювання

Технологія шовного зварювання здійснюється за наступним алгоритмом. Листові заготовки накладаються один на одного і стискаються роликівими електродами з великою силою. На електроди періодично подаються потужні імпульси струму, сила якого сягає тисяч ампер. Струм сильно нагріває контактну пляму між електродами, доводячи метал до плавлення.

Після закінчення імпульсу зона розплавлення кристалізується під сильним тиском, утворюючи шовний матеріал і поєднуючи заготовки в єдине ціле. Ролики перекочуються на сусідню ділянку заготовки, подається наступний імпульс і робочий цикл повторюється. Уздовж лінії шва утворюється ланцюжок плям точкового контактної зварювання овальної форми. Ці плями можуть частково перекриватися, утворюючи безперервну і герметичну шовну

Залежно від типу пересування деталей і способу подачі імпульсів струму шовне контактне зварювання поділяється на наступні види.

Крокове. Тиск роликів постійний, деталі переміщуються ривками, при зупинці подається робочий імпульс. Виходить переривчастий ланцюжок точок, зварених контактним способом.

Застосовується при зварюванні кольорових сплавів і легких металів.

Недолік - не забезпечує герметичності шовного матеріалу.

Безперервне.

Зусилля притиску постійне, струм також подається постійно. Практично застосовується рідко через швидке зношування роликів, високі затрати електроенергії та перегрівання деталей, що зварюються, що приводить до короблення матеріалу.

Переривчасте. Зусилля притиску зберігається незмінним, швидкість подачі заготовок також постійна. Імпульси подаються з такими перервами, щоб забезпечити безперервну лінію шва за рахунок часткового перекриття зон точкового контактного зварювання.

Переривчасте контактна шовне роликів зварювання дозволяє отримати надійні та герметичні шовні з'єднання при невеликому зношенні роликів і та незначних витратах електроенергії.

Ступінь перекриття зварних зон регулюється шляхом регулювання періоду проходження імпульсів. На сьогоднішній день технологія шовного зварювання набула найбільшого поширення.

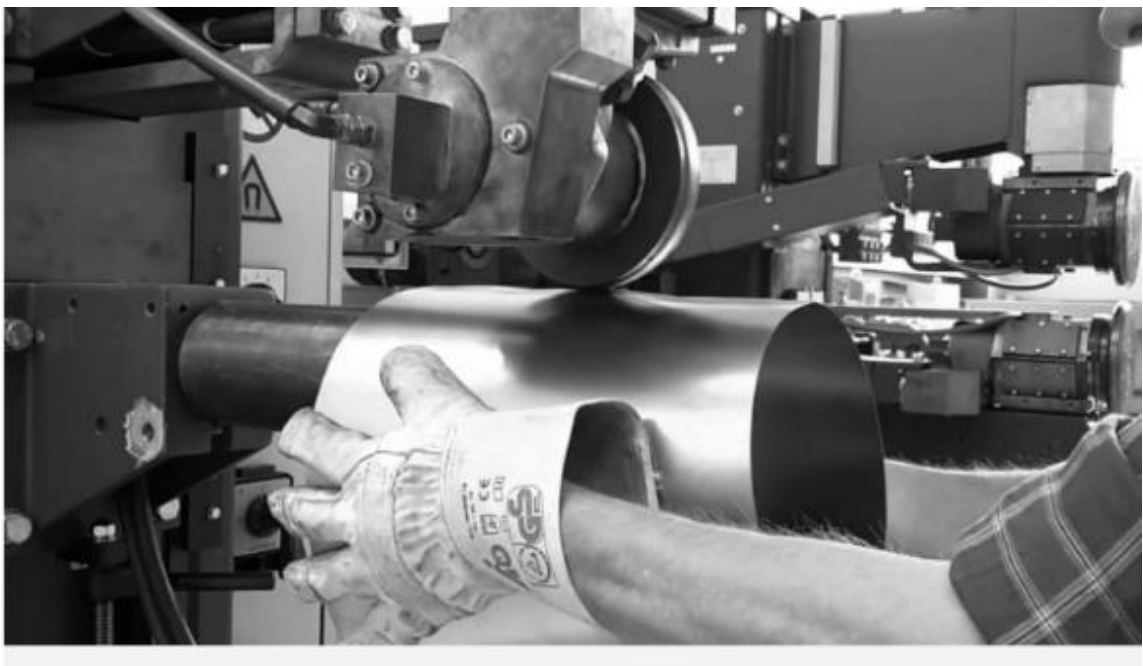


Рисунок 1.3 – Загальний вигляд процесу безперервного шовного зварювання

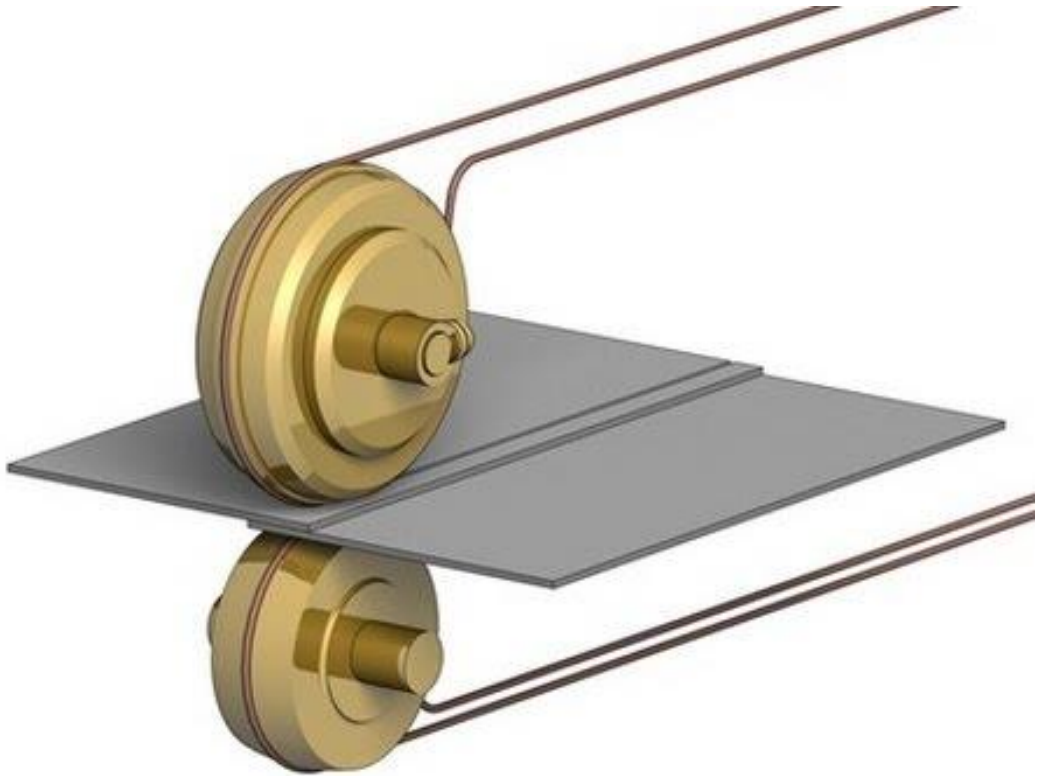
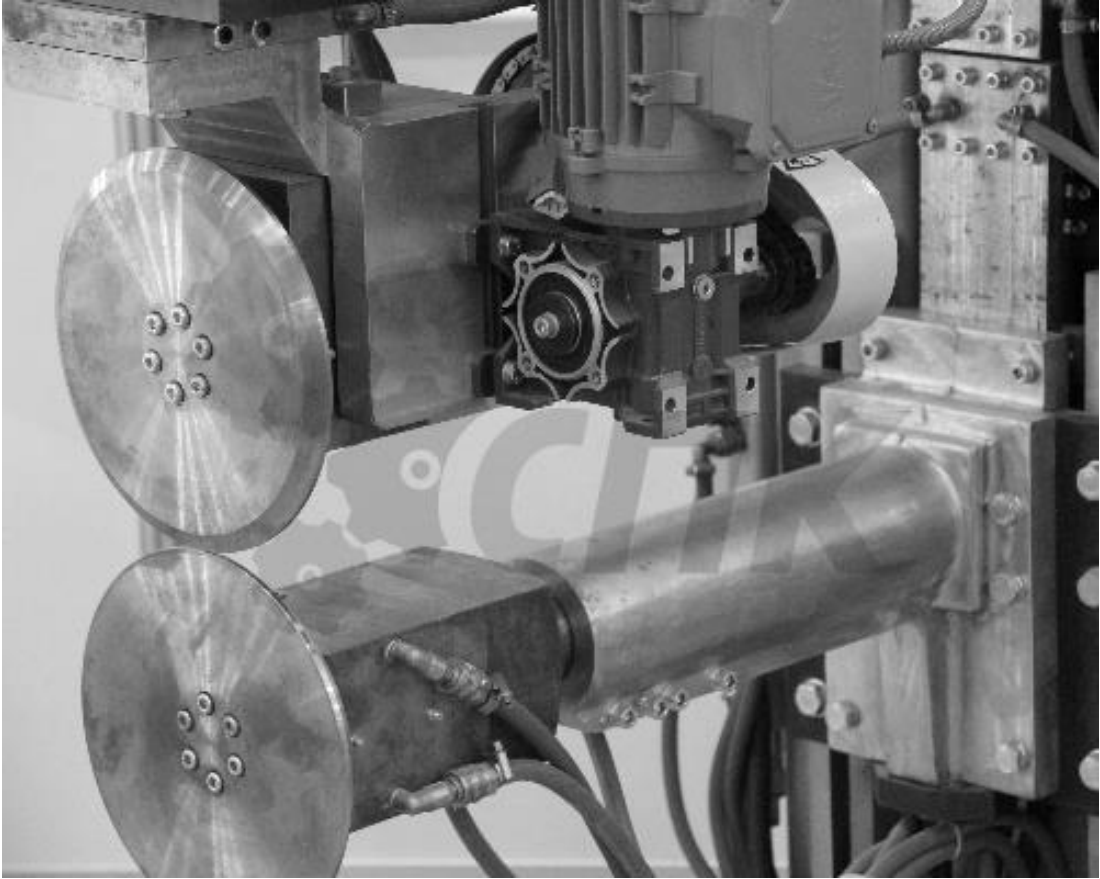


Рисунок 1.4 – Загальний вигляд роликів шовного контактної зварювання

Для шовного контактного зварювання використовуються такі машини та верстати. Шовне зварювання встик проводиться при швидкості 1 метр в хвилину. При цьому важливо, щоб робоча поверхня з розташованим на ній електродом підтримувалася в стабільній позиції.

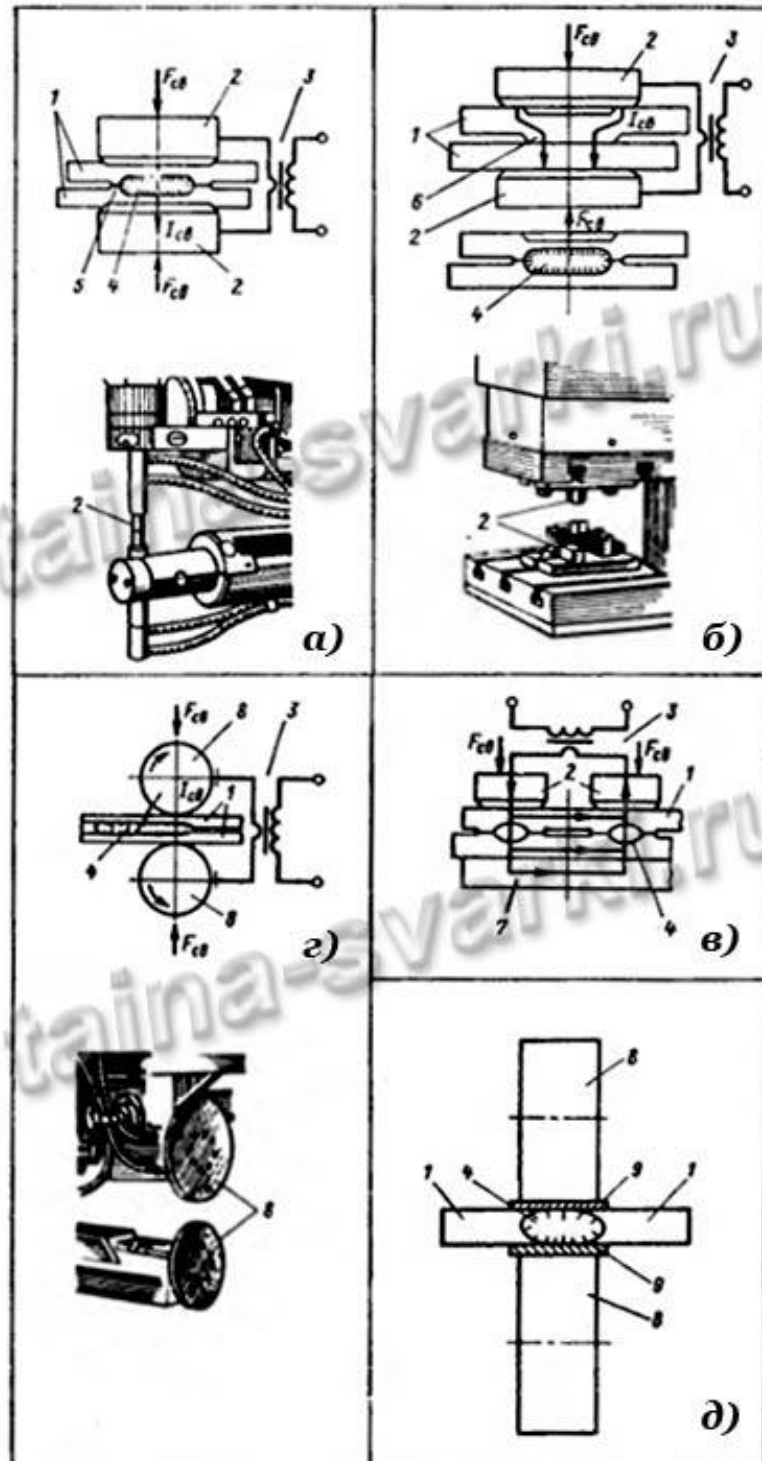


Рисунок 1.5 – Схеми основних процесів контактного зварювання

Це дозволить досягти максимальної якості з'єднання. В процесі зварювання деталей, можуть використовуватися найрізноманітніші електроди, різної форми. Це залежить від того, якої форми виріб потрібно з'єднати. Так, наприклад, суцільні електроди повинні застосовуватися для кольорових металів і конструкцій сферичної форми.

Для рельєфного зварювання використовуються сферичні або плоскі електроди. Але всі їхні види об'єднує одне - матеріал, з якого вони виготовляються. Найчастіше для цього застосовують різні марки бронзи і міді або високоміцні сплави.

Для роликів електродів найчастіше використовують бронзу. Виготовляють їх у вигляді загострених дисків діаметром 35-45 см, ширина робочого обводу 4-10 мм. Технологія зварювання в даному випадку не має особливого значення.

Для зварювання складних заготовок застосовують апарати з двома і більше роликів пар. Потужність апаратів варіюється в межах від 25 до 300 кіловат. Малопотужними вважають верстати в 25-40 кіловат, середня потужність - 4-100, машини великої потужності споживають від 100 до 300.

Пристрій середньої потужності МШ-2203 (рис. 1.6) вимагає трифазного електроживлення 380 вольт, робочий струм - до 22 тисяч ампер. Зусилля притиску досягає 5 тон.

Зварює машина контактної шовного зварювання сталеві листи товщиною до 1 мм. Існує дві модифікації - з вильотом роликів 400 і 700 мм.

Основною несучою конструкцією апарату є станина.

На ній кріпляться всі інші вузли:

- джерело живлення;
- кронштейн нерухомого ролика;
- кронштейн рухомого ролика;
- пристрій притиску;
- механізм подачі заготовки;
- механізм подачі фіксації заготовки.



Рисунок 1.6 – Загальний вигляд зварювальної шовної машини МШ-2203

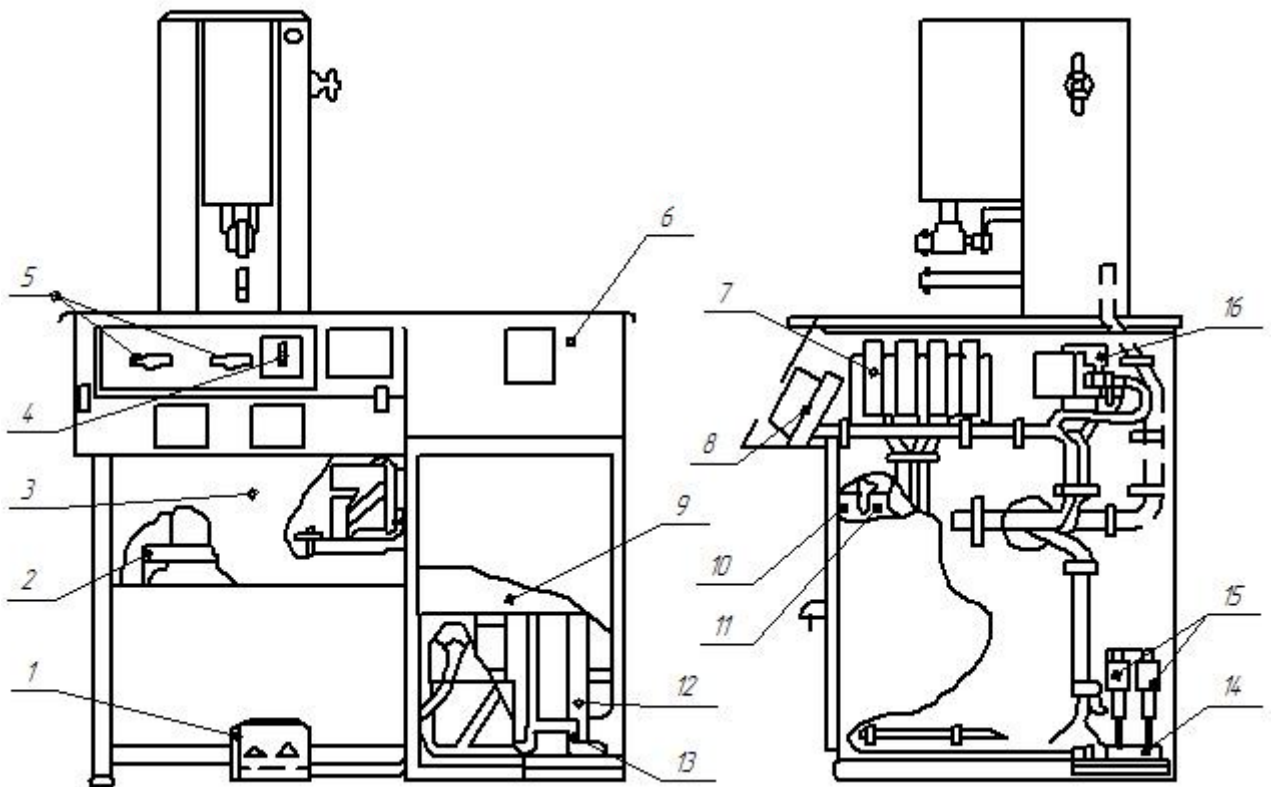


Рисунок 1.7 – Будова машини для шовного контактної зварювання

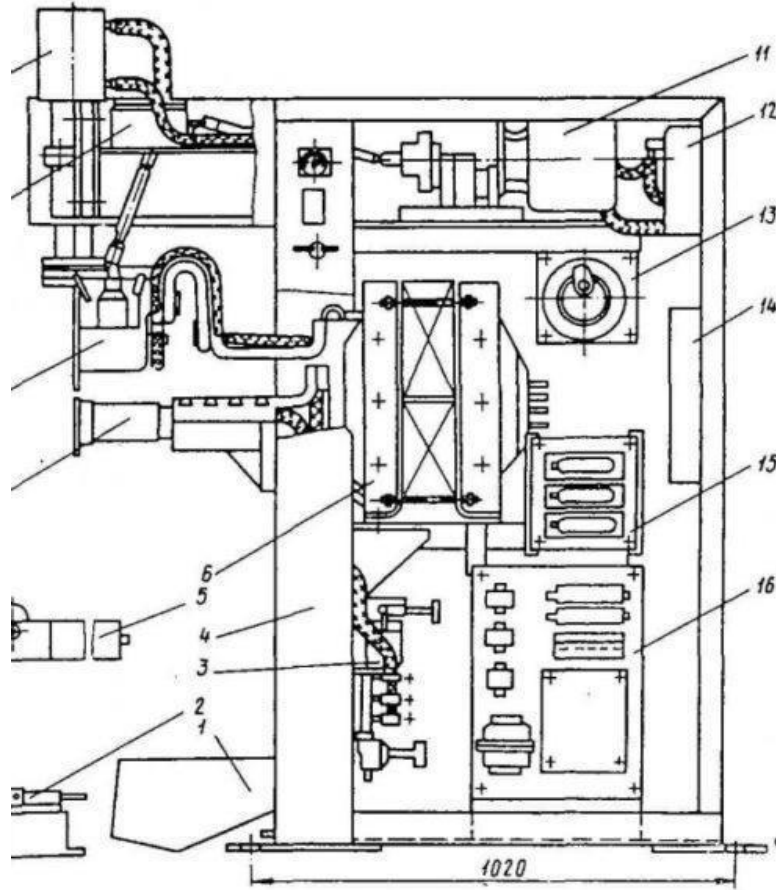


Рис. 1.8 – Схема машини шовного контактної зварювання

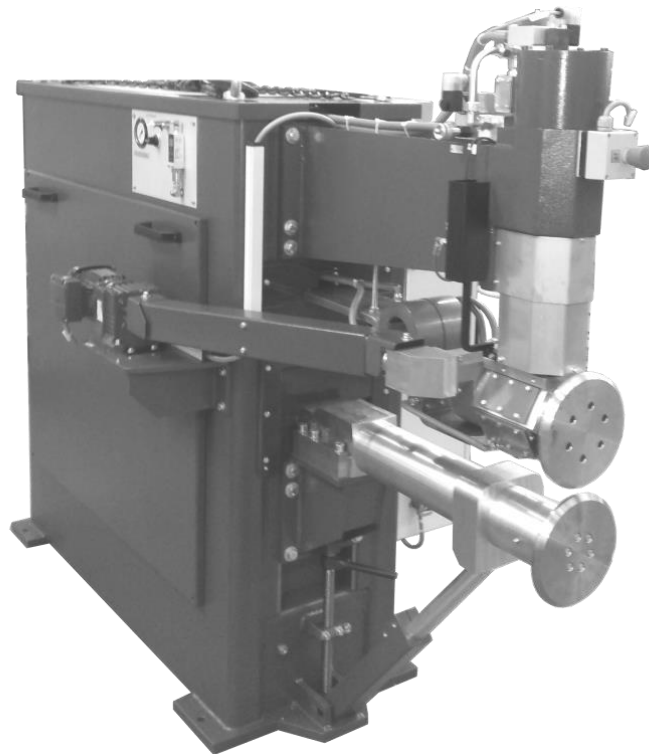


Рисунок 1.9 – Загальний вигляд машини

Пристрій затиску може бути ручним, пневматичним, гідравлічним або комбінованим. Ручний привід має найменшу потужність.

Роликові електроди виготовлені у вигляді звужених до країв бронзових дисків, вони закріплені на кінцях кронштейнів за допомогою підшипників ковзання.

Шовна технологія контактного зварювання дозволяє робити міцні, довговічні і герметичні шви, надійно з'єднують тонкостінні заготовки. Вона знаходить застосування в наступних галузях:

1. Тонкостінні зварні труби для трубопровідного транспорту і технологічних установок.
2. Резервуари і судини низького тиску для хімічної, харчової, транспортної промисловості.
3. Герметичні кожухи механізмів і приладів, транспортних засобів.
4. Конструкції з тонколистового прокату для промислового обладнання та побутової техніки, рис.1.10.

Технологія відрізняється від інших зварних технологій найбільшою продуктивністю. Установка середньої потужності видає за годину кілька сотень метрів зварного шва. Герметичність шва забезпечується створенням ланцюжка точок контактного зварювання, які частково перекриваються. Зварна пляма після імпульсу, що пройшов через роликові електроди, має форму овалу.

Якщо правильно поєднувати швидкість подачі заготовок і періодичність проходження зварних імпульсів, то овали будуть перекриватися своїми бічними частинами, створюючи безперервний і герметичний шовний матеріал. Щоб шов був максимально герметичним, найкраще використовувати прилад, що працює за принципом точок, що перекриваються. При цьому найважливішим є підібрати співвідношення швидкості обертання диска з електродом та частоту імпульсів струму. В результаті вийде найміцніше і абсолютно надійне з'єднання для будь-якого виробу, відповідно до ГОСТ. Цей метод може бути застосований при роботі з найрізноманітнішими матеріалами, в тому числі і нержавіючої сталі.

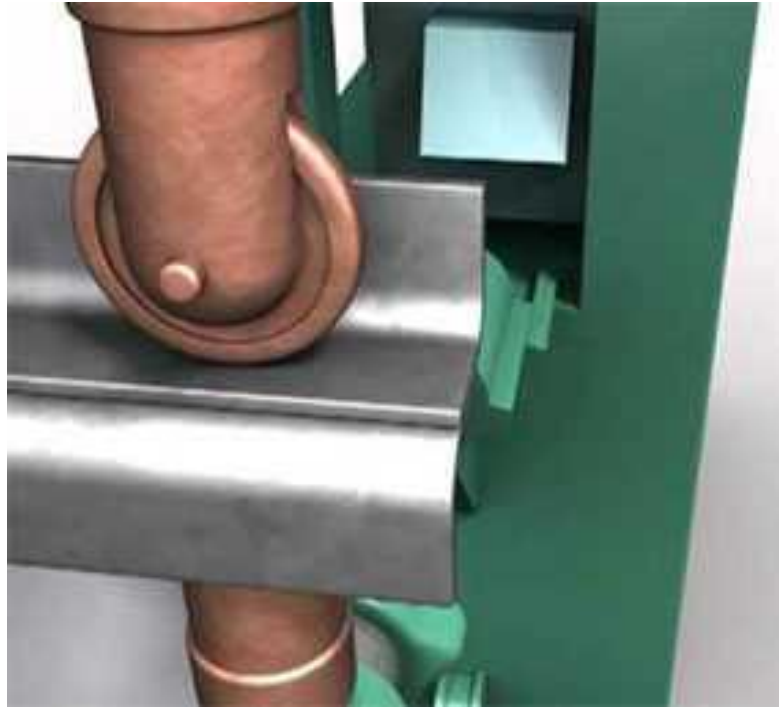


Рисунок 1.10 – Шовне зварювання тонколистового прокату

1.2. Аналіз технологічних процесів контактного шовного зварювання

Пристрої для контактно-шовного зварювання практично завжди працюють в повністю автоматичному режимі. Протягом години вони здатні видавати до кілометра зварних швів. Всі машини такого типу поділяються на кілька видів, залежно від форми і розташування електродів на їх робочій поверхні. Основні види: одноролікові, багаторолікові, односторонні, двосторонні.

Найчастіше застосовуються двосторонні двоходові моделі. Вони можуть бути як поперечні, так і поздовжні. Тому такий апарат можна використовувати практично в будь-яких умовах. Поперечне розташування застосовується для зварювальних робіт на кругових поверхнях та виробках, що мають форму циліндра.

Найбільше поширення набули апарати, в яких електроди мають форму ролика. В даному випадку матеріал, який потрібно з'єднати, протягується між

такими роликами. Це досить проста і швидка технологія. Електрострум при цьому надходить циклічно по визначених інтервалах часу, який контролюється спеціальним таймером.

Точкове зварювання є одним з найпопулярніших видів контактного зварювання в домашніх умовах. Однак існують два інших види зварювання в цій категорії, які найчастіше використовуються на заводах і спеціалізованих металообробних заводах.

Процес зварювання включає в себе наступні етапи:

- Деталі поєднуються в потрібному положенні.
- закріпіть їх між електродами пристрою, на які притиснуться деталі;
- нагріваються, в результаті чого через пластичну деформацію деталі міцно з'єднуються між собою.

Точковий зварювальний апарат (наприклад, показаний на рис. 1.11) здатний робити до 600 операцій протягом хвилини.



Рис. 1.11 – Зварювальний апарат

Шов контакту зварюванням. Принцип контактного зварювання шва не відрізняється від точкового. Звичні нгги замінюють спеціальні мідні ролики. Зварювання в цьому випадку відбувається точково- але на певній відстані, а зварювальний шва нагадує доріжку з окремих зварних ділянок.

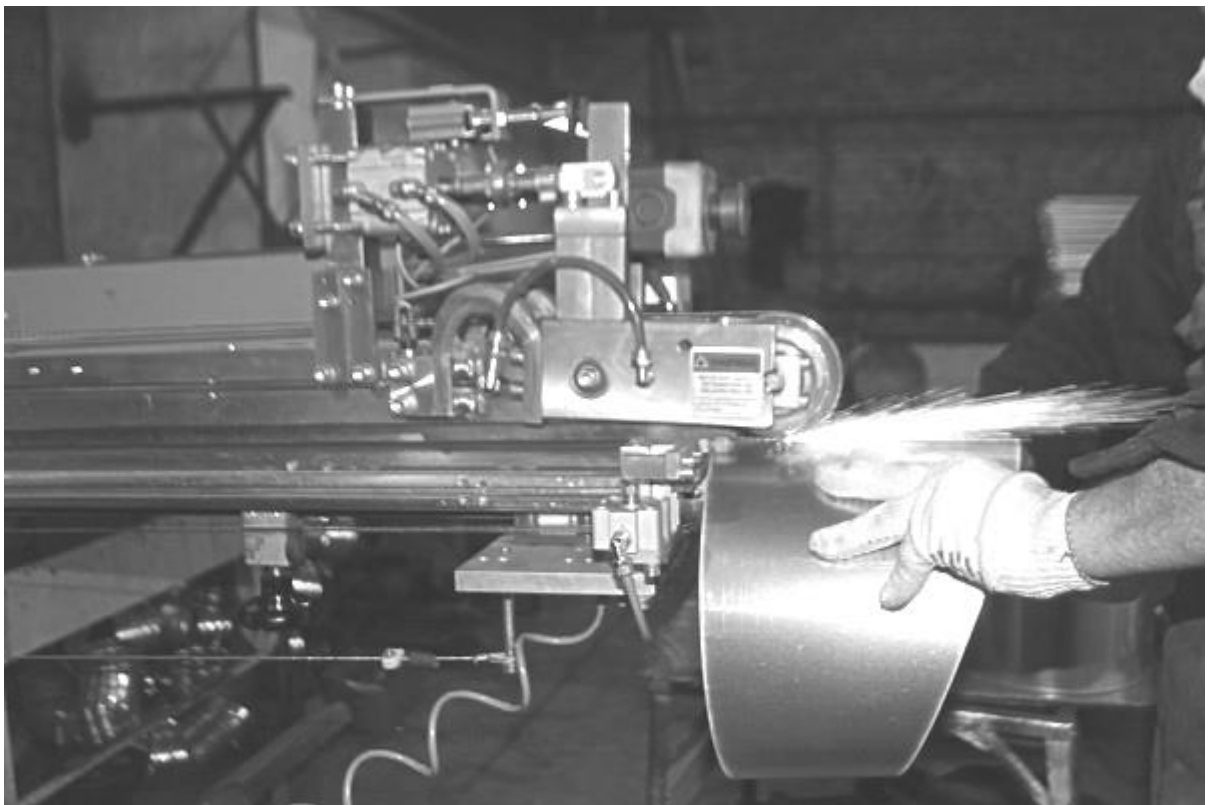
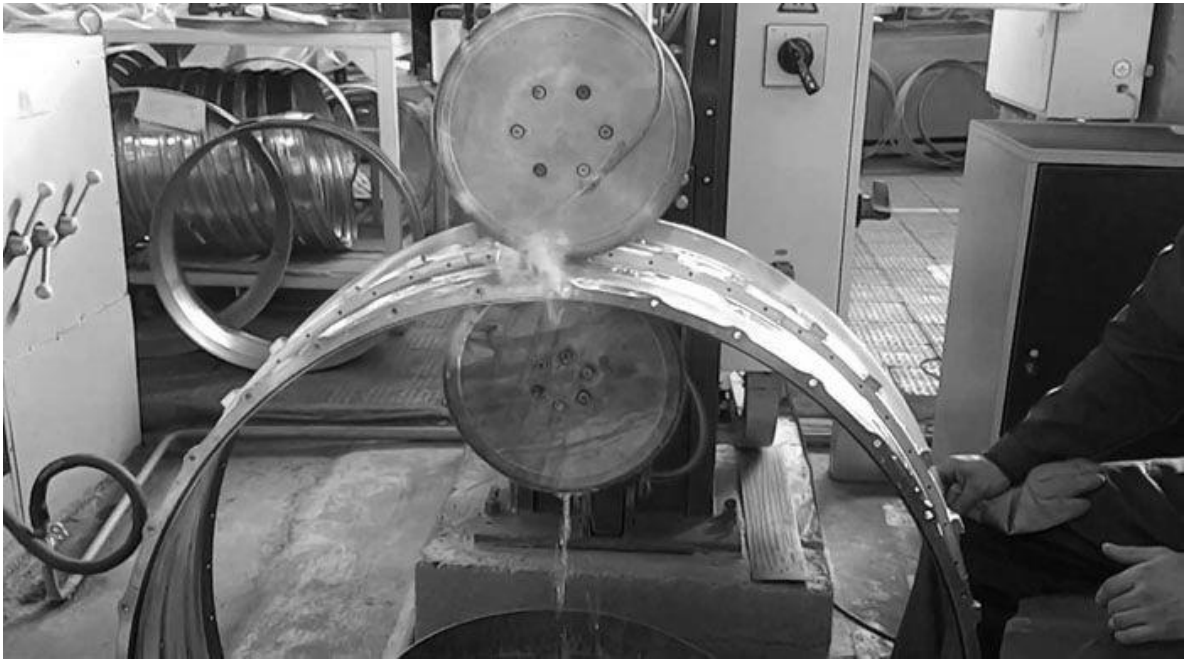


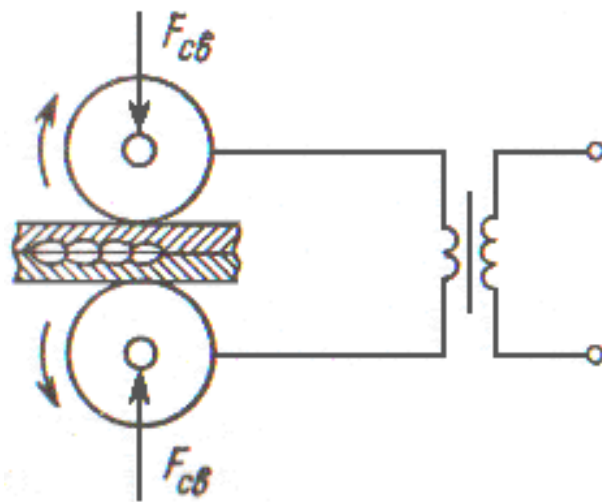
Рисунок 1.12 – Зварювання швів шовним контактним зварюванням

Контактне зварювання швів використовується для зварювання швів, як на колах, так і на подовжених негабаритних листах, рис.1.12

Даний вид зварювання має більшу площу одноразового зварювання. Електричний струм змінного імпульсу подається на зварні вироби, які входять в контакт в суглобах. Так, під час прояву пульсу нагрівання відбувається по всій області дотику, його ще називають площею секції. Цей процес повністю механізований, тому не підходить для самостійного складання в домашніх умовах.

Схема стикувального контактного зварювального апарата – конденсований зварювання. Він використовується в тих галузях промисловості, де мініатюрні деталі зливалися від 0,5 до 1,5 мм завтовшки. Перевага в тому, що вона практично не залишає слідів і не спалює метал.

Шовна зварювання - спосіб контактного зварювання, при якому з'єднання деталей виконується внахлестку у вигляді безперервного або переривчастого шва обертовими дисковими електродами (роликками), до яких підведено струм і докладено зусилля стиснення.



На рис. 1.13 представлена принципова схема шовного зварювання.

Рисунок 1.13 – Схема контактної шовної зварювання

Застосовують три способи шовної зварювання:

- безперервну;
- переривчасту з безперервним обертанням роликів;

- крокову з періодичним обертанням роликів.

Безперервна шовна зварювання виконується суцільним швом при постійному тиску роликів на зварюються поверхні і при постійно протікає зварювальному струмі протягом всього процесу зварювання.

При цьому способі велике значення мають ретельна зачистка зварювальних поверхонь, рівнотолщинність листів, що з'єднуються і однорідність складу металу.

Переривчаста зварювання з безперервним обертанням роликів також виконується при постійному тиску роликів, але в цьому випадку зварювальний ланцюг періодично замикається і розмикається.

Шов формується у вигляді перекривають один одного зварних точок і відрізняється більш високою якістю.

Крокова шовна зварювання здійснюється при постійному тиску роликів; при цьому зварювальний ланцюг замикається в момент зупинки роликів.

Такий спосіб забезпечує більш рельєфний шов, за рахунок якісного формування зварної точки. Однак машини для реалізації крокової способу зварювання з періодичним обертанням роликів відрізняються складністю конструкції і малої продуктивністю.

У тих випадках, коли неможливо підвести ролики до зварювального виробу з двох сторін, застосовують одностороннє шовне зварювання (рис. 1.14).

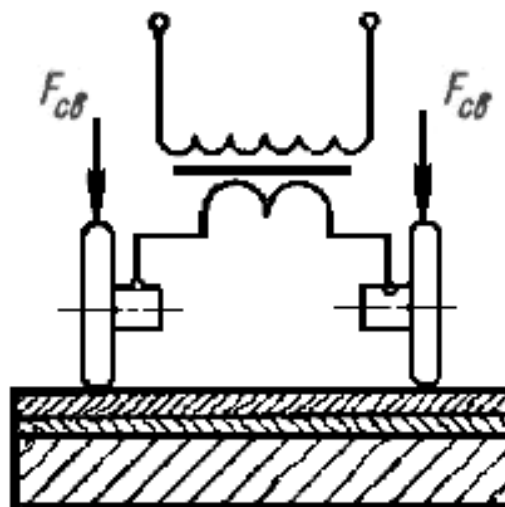


Рисунок 1.14 – Одностороннє контактне шовне зварювання

Шовно-стикове зварювання - різновид шовного зварювання, застосовується для з'єднання труб з поздовжнім зварним швом. З сталевій стрічки необхідної ширини (рис. 1.15) спеціальними формують роликами готують трубну заготовку 3 з верхнім розташуванням стику 4 крайок заготовки. Заготівля подається стиком під зварювальні ролики 2, до яких підводиться зварювальний струм від трансформатора 1. Тиск притиску передається заготівлі через натискні ролики 5. Після заварки шва проводиться його обробка фрезою, правка і розрізання заготовки на труби заданих розмірів. Цим способом виготовляють труби діаметром 14 ... 600 мм з товщиною стінок 0,5 ... 12,5 мм.

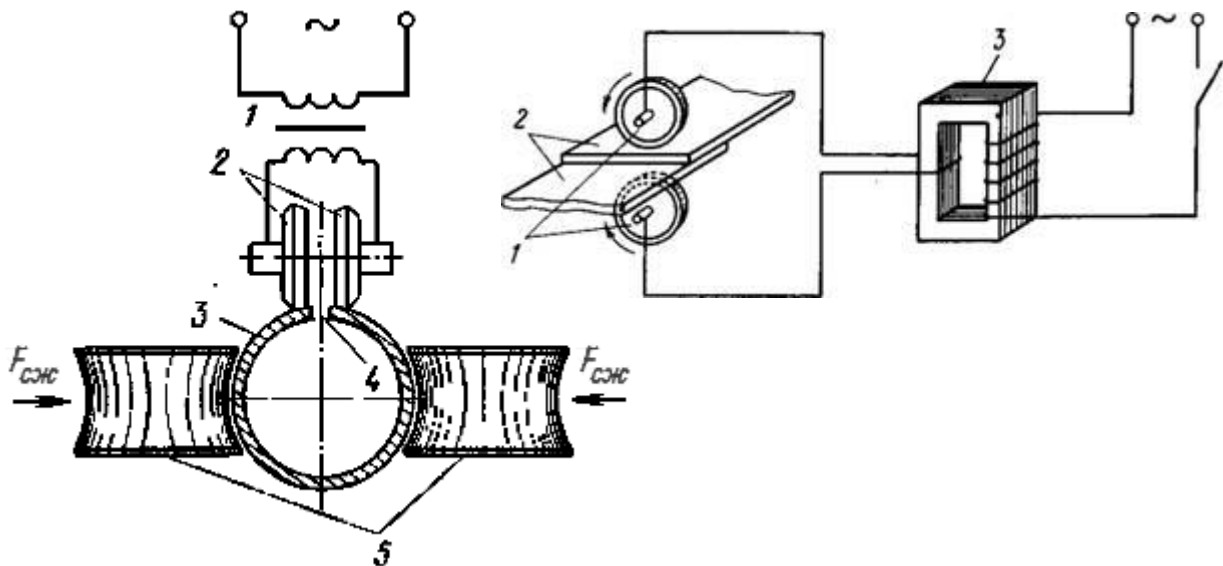


Рисунок 1.16 – Принцип шовно-стикового зварювання

Машина для шовного зварювання складається з приводу стиснення електродів, зварювального трансформатора, станини, приводу обертання ролика, струмопроводу, консолей (нижньої і верхньої), електродів (роликів), системи управління і охолодження. Деякі машини комплектують окремими шафами управління (переривниками). Шовна машина відрізняється від точкової пристроєм електродної частини (обертіві електроди-ролики) і наявністю приводу обертання роликів.

Привід обертання ролика складається з електродвигуна, черв'ячних

редукторів, карданних валів, пар конічних шестерень, циліндричних шестерень, ролика. Залежно від призначення і конструкції машини приводним виконують верхню чи нижню, а також обидва ролика.

У деяких машинах обертання від карданних валів передається безпосередньо на ролики сталевими шарошками. Шарошка має насічку, яка крім приводу роликів служить також для зачистки і формування їх робочої частини. Привід з шарошками за умови їх рівних діаметрів охороняє постійну лінійну швидкість переміщення деталей залежно від діаметра і зносу роликів.

Для регулювання циклу зварювання сучасні однофазні шовні машини комплектують синхронними переривниками типу ПСЛ.

Машини для шовного зварювання підрозділяють:

- за призначенням - універсальні і спеціалізовані. Універсальні призначені для зварювання різних металів з достатнім діапазоном товщини і різнотипних деталей, спеціалізовані - для зварювання деталей з металу подібних марок або деталей будь-якого одного типу, наприклад обичайок малого діаметра, паливних баків автомобілів, шаф холодильника;

- по числу одночасно зварюються швів - одношовні і багатошовніе, останні зазвичай ставляться до спеціалізованих;

- за способом харчування електричним струмом - однофазні змінного струму промислової частоти і з випрямленням струму в зварювального ланцюга (останні, зазвичай, мають більшу потужність);

- за характером обертання роликів - з безперервним і кроковим;

- по розташуванню зварного шва щодо консолей - для поперечної і поздовжньої зварювання, універсальні (з перестановкою роликів або поворотною головкою), для виконання кільцевих швів;

- по установці - стаціонарні та пересувні;

- за конструктивними і технологічними ознаками: влаштуванню приводів стиснення і обертання роликів (з одним і двома приводними роликами), з неподвіжною оправкой і одним роликом, двостороннім і одностороннім підведенням струму, зовнішнім і внутрішнім охолодженням, безперервним і

переривчастим протіканням струму.

Універсальні машини серії МШП.

Вони призначені:

- МШП-100, МШП-150, МШП-200-для зварювання деталей з вуглецевих і легованих сталей без покриттів. Уніфіковані за основними характеристиками, в тому числі і за габаритними розмірами. Відрізняються тільки масою і потужністю трансформаторів, а також типами комплектуючих їх переривників. Привід стиснення електродов- пневматичний; привід обертання ролика - від асинхронного трифазного двигуна через клиноременну передачу з плавним регулюванням швидкості, черв'ячний редуктор, систему циліндричних шестерень і карданний вал.

Машини можуть виконувати поперечні або поздовжні шви. У перших приводний ролик - нижній, по-друге - верхній. Керують машиною за допомогою триходовий педальної кнопки. Для випробування роботи машини без струму є вимикач, що розриває ланцюг управління ігнітрони переривника.

Універсальні машини МШ.

Дані машини служать:

- МШ-1001-для поздовжньої і поперечної зварювання деталей з нізкоуглеродістий стали при безперервному протіканні зварювального струму. Її можна пере-налаживать з поперечної зварювання на поздовжню; МШ-1601, МШ-2001-1, МШ-3201. Вони мають прямолінійний хід верхнього електрода, пневматичний привід стиснення, привід обертання ролика з муфтою ковзання, забезпечую-щій плавну зміну швидкості зварювання. Їх можна переналагоджувати з поперечного зварювання на поздовжню;

- МШ-3202 і МШ-3203 - для зварювання деталей з низьковуглецевих сталей поперечним і поздовжнім швами; МШ-3204-1-для зварювання по відбортовці масляних баків і подібних виро-лій прочноплотним швами, в тому числі з оцинкованої і освинцьованої стали.

МШВ-1202- сифонних і мембранних вузлів з нержавіючих сталей і спеціальних сплавів; МШВ-4002 - деталей з низьковуглецевих сталей, легких

сплавів, титану, нержавіючих і жароміцних сталей.

1.3. Обґрунтування вибору способу контактної шовної зварювання бака автомобіля

Таким чином, на основі проведеного аналізу було розглянуто сутність і найбільш поширені технології двостороннього КТЗ, загальна схема формування точкових зварних з'єднань і основні термодформаційні процеси, які протікають в зоні зварювання та найбільш значимо впливають на кінцеву якість одержуваних зварних з'єднань залежно від різноманіття використовуваних технологічних прийомів.

Незважаючи на це рівень дефектності зварних точок в серійному виробництві зварних конструкцій навіть при виготовленні відповідальних зварних виробів, досягає 5% [32].

За умов КТЗ в традиційних галузях машинобудування він ще вище. Це говорить про те, що традиційні способи зварювання тонких пластин практично вичерпали свої технологічні можливості.

У зв'язку з цим досить перспективним напрямком розвитку технології КТЗ, є вдосконалення та розробка нових способів точкового шовного зварювання тонких пластин з цілеспрямованим програмованим впливом на процес формування з'єднання. Одним з таких перспективних способів КТЗ є так зване «контактне шовне зварювання [3, 16].

2. НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1. Характеристика об'єкту або предмету дослідження

Загальну схему системи автоматичного керування або регулювання процесами контактного шовного зварювання наведено на рис. 2.1, а функціональну схему керування процесом формування зєднувального шва – на рис. 2.2.

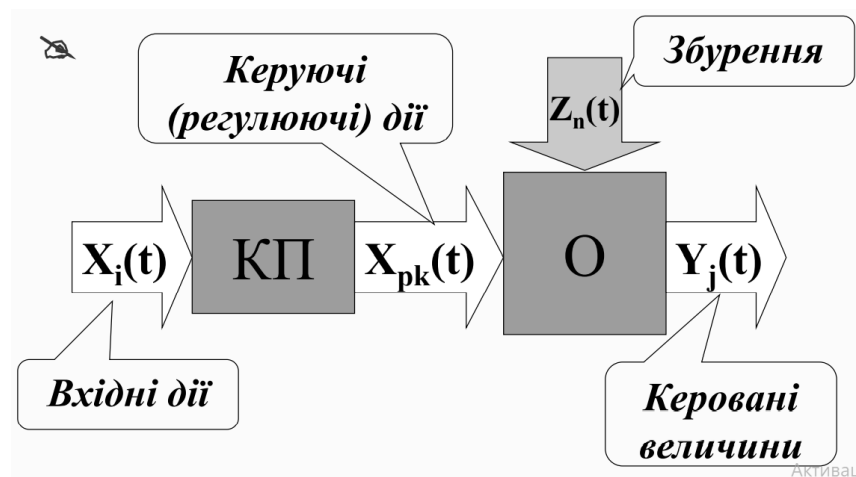
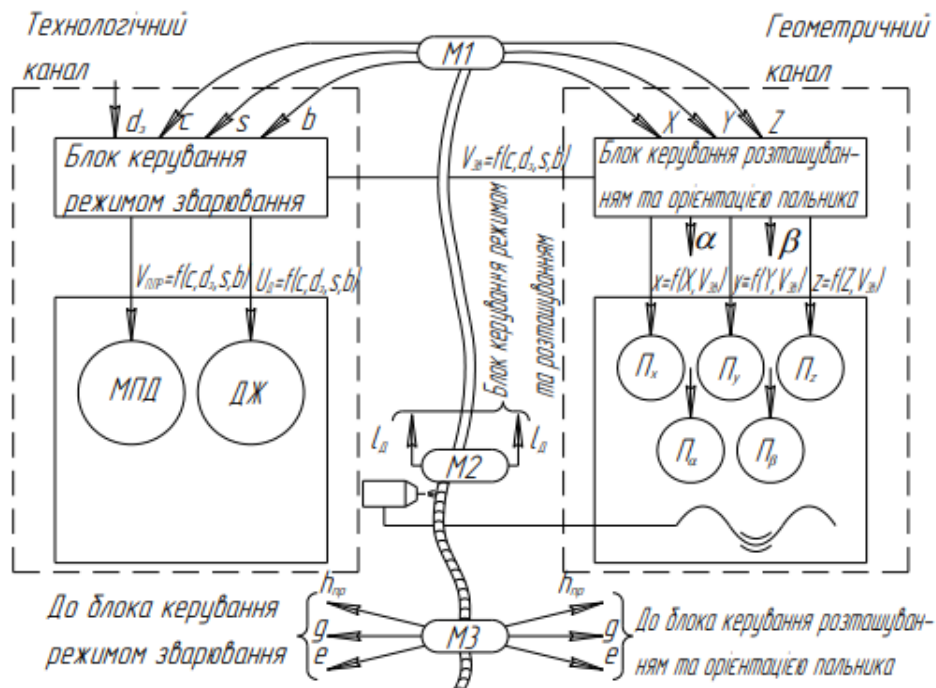


Рисунок 2.1 – Загальна схема принципу автоматичного керування процесом контактного зварювання

Керовані величини – сукупність вихідних фізичних величин які в наслідок керування мають набути заданих значень. Вхідні дії – дії, що надають інформацію про задачі керування. Керуючі дії – дії, що безпосередньо діють на об'єкт керування. Збурення – зовнішні дії на систему автоматичного керування, які порушують встановлений зв'язок між вхідними діями і керованими величинами.

Принцип автоматичного керування визначає, як і на основі якої інформації формуються керуючі дії в системі.

Схеми основних принципів автоматичного керування зварюванням



наведено на рис. 2.3.

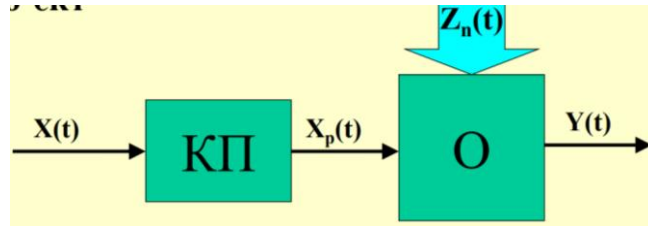
Рисунок 2.2 – Функціональна схема керування формуванням шва: X, Y, Z – координати положення лінії зварного з'єднання; x, y, α, β – сигнали керування приводами $П_x, П_y, П_z, П_\alpha, П_\beta$ положення та орієнтації зварювального органа; l_d – довжина дуги; c – вид з'єднання; МПД – механізм подачі; ДЖ – джерело живлення.

Принцип розімкнутого (планового) керування полягає в тому, що вхідна дія перетворюється керуючим пристроєм на керуючу дію і безпосередньо впливає на об'єкт.

Регулювання за відхиленням полягає в тому, що відхилення регульованого параметру від заданого значення викликає дію регулюючого органу, направлену на зменшення цього відхилення.

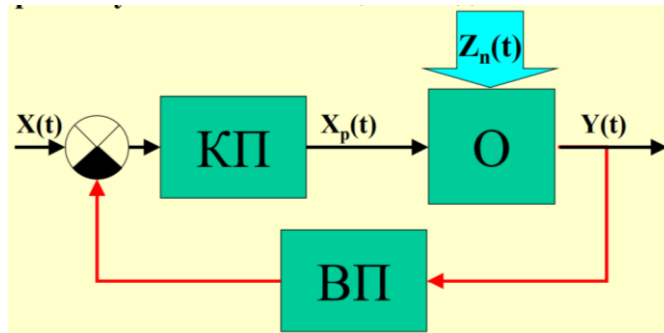
Від'ємний (негативний) зворотній зв'язок – зв'язок, при якому вихідний сигнал (або його частина) віднімається від вхідного сигналу. Додатній (позитивний) зворотній зв'язок – зв'язок, при якому вихідний сигнал (або його частина) додається до вхідного сигналу.

Керованою величиною під час електродугового зварювання рами

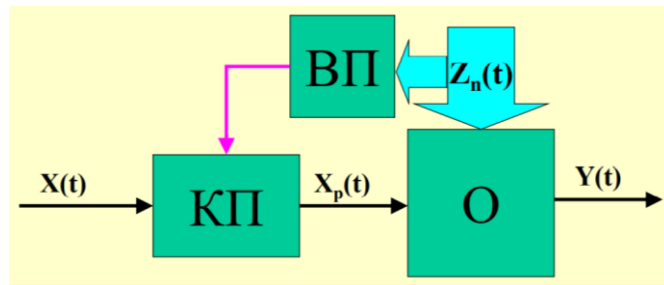


комбайна вибираємо параметри, які характеризують стабілізацію довжини дуги зварювання.

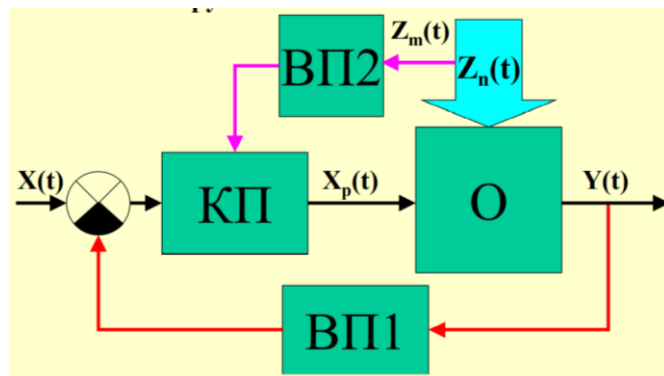
Принцип розімкнутого (планового) керування



Принцип регулювання за відхиленням



Регулювання за збуренням



Комбіноване регулювання

Рисунок 2.3 – Схеми основних принципів автоматичного регулювання процесами зварювання

Типові збурення:

- коливання напруги живлячої мережі;
- зміна опору контуру машини;
- зміна зусилля стиснення електродів;
- зміна геометричних розмірів робочої поверхні електродів;
- зміна швидкості зварювання (для шовного зварювання);
- зміна товщини або інших розмірів зварюваних деталей;
- зміна опору контакту деталь-деталь;
- шунтування зварювального струму раніш звареними точками.

Контрольовані параметри режиму:

- зварювальний струм $I_{зв}$;
- час зварювання $t_{зв}$ (для шовного зварювання час імпульсу і час паузи);
- зусилля стиснення електродів;
- розміри робочої поверхні електродів та роликів;
- швидкість зварювання - для шовного зварювання.

Для стабілізації довжини дуги контактного зварювання паливного бака автомобіля застосовуємо схему системи автоматичного керування (регулювання) за відхиленням напруги живлення зі зворотнім зв'язком (рис. 2.4).

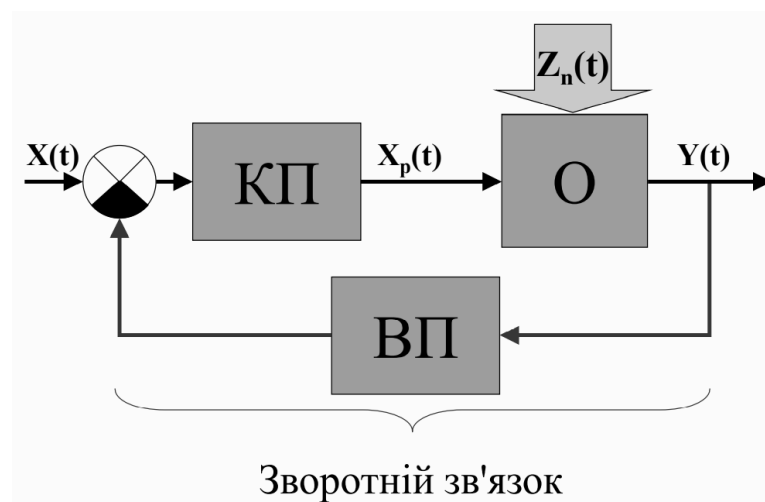


Рисунок 2.4 – Схема автоматичного керування процесом зварювання за відхиленням зі зворотнім зв'язком

У даній системі, під час шовного зварювання бака автомобіля, 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 .

Регулювання за відхиленням полягає в тому, що відхилення регульованого параметру від заданого значення викликає дію регулюючого органу, направлену на зменшення цього відхилення.

Системи автоматичного керування зварюванням, як правило, забезпечують:

- програмне керування послідовністю операцій зварювального циклу;
- регулювання кінематичних і енергетичних параметрів;
- регулювання технологічних параметрів;
- стабілізацію енергетичних параметрів;
- стеження за кінематичними параметрами.

Загальну схему програмного керування стабілізації струму зварювання рис. 2.5.

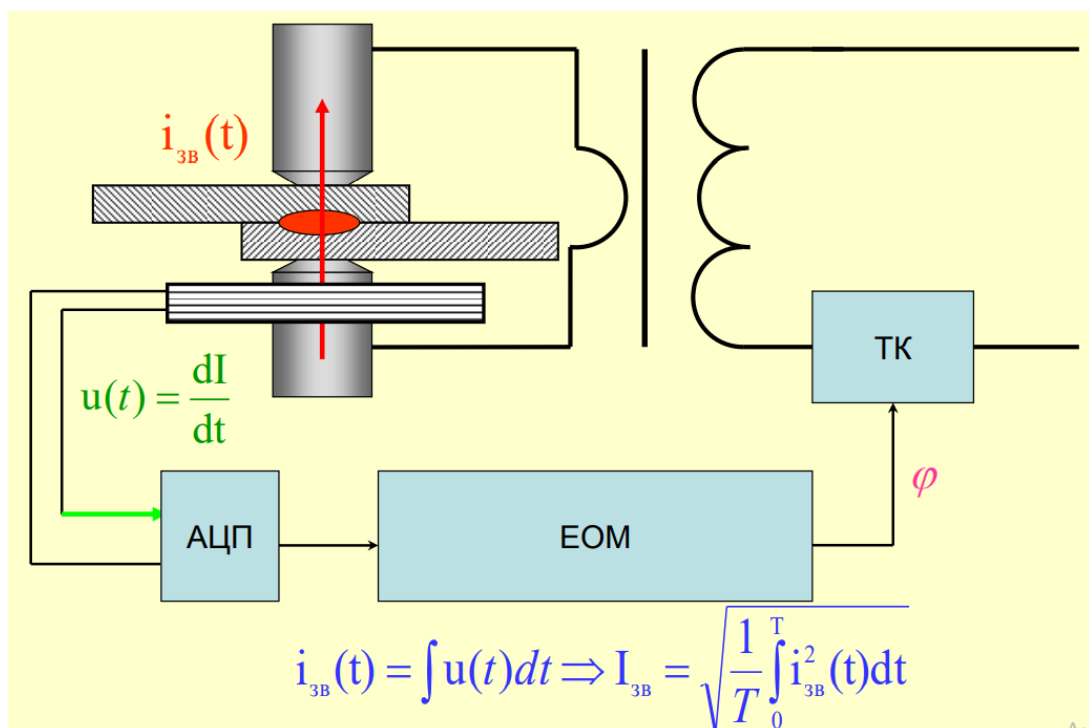


Рисунок 2.5 – Програмне керування стабілізації струму зварювання
Підключення машини контактного шовного зварювання та регулятор
циклу зварювання наведено на рис. 2.6.

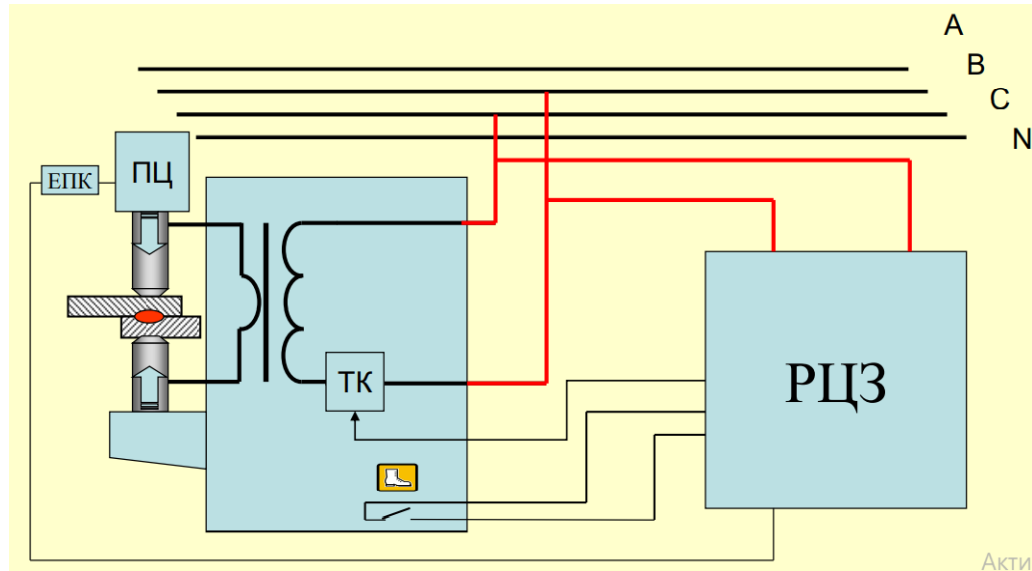


Рис. 2.6 – Схема підключення машини контактної шовної зварювання

Для регулювання уиклу зварювання вибираємо тиристорну схему управління.

Причини використання тиристорного контактора:

- забезпечення безконтактної комутації струму;
- відключення в момент нульового значення струму в первинному колі зварювального трансформатора;
- забезпечення протікання через первинну обмотку трансформатора парної кількості напівхвиль струму під час операції “нагрів”;
- можливість керування діючим значенням струму;
- забезпечення заданого часу нагріву.

Схему тиристорного контактора автоматизованої системи управління стабілізацією струму під час контактної шовної зварювання бака автомобіля наведено на рис. 2.7.

- зварювальний струм $I_{св}$;
- час імпульсу t_i і час паузи t_p між імпульсами зварювального струму;
- зусилля стиснення $F_{сж}$ електродів;
- розміри робочої поверхні електродів (роликів);
- швидкість переміщення $V_{св}$ деталей, що зварюються.

Забезпечення необхідного рівня показників якості зварних з'єднань і перш за все їх міцності вимагає завдання і підтримки встановлених значень більшості параметрів зварювального режиму з точністю не менше $\pm 5\%$.

Так, зниження $I_{св}$ на 10% може привести до зменшення діаметра ядра і, відповідно, міцності з'єднань при зварюванні сталей на 20 - 25% від номінального значення. Такі ж параметри, як зварювальне і кувальне зусилля стиснення електродів, допускають зміну в межах 10 - 15% від номінальних значень без істотного погіршення якості зварних з'єднань.

Зварювальний струм $I_{св}$ - один з основних параметрів, що визначають режим зварювання і якість зварного шва. Спосіб амплітудного завдання і регулювання $I_{св}$ полягає в зміні його діючого значення при перемиканні ступенів зварювального трансформатора або зміні напруги зарядки $U_{зар}$ батареї конденсаторів - при конденсаторної зварювання

Час зварювання $t_{св}$ в зварювальних машинах змінного струму задають при включенні вентильного (тиристорного або ігнітрони) контактора на необхідний час, кратне числу періодів мережі живлення.

Зусилля стиснення $F_{сж}$ електродів при механічному приводі задається вантажами або пружинами і системами важелів, а при пневматичному або пневмогидравлическим приводом регулюється редукторами тиску. Якщо зварювальний машина має електромагнітний привід стиснення, то $F_{сж}$ визначається струмом в обмотці електромагніту. З позиції автоматизації найбільш зручним є електромагнітний привід, застосовуваний тільки для машин малої потужності

Швидкодія - найважливіша вимога до регуляторів процесів контактного зварювання, оскільки протягом короткого проміжку часу (порядку 10-2 с)

повинні бути здійснені операції вимірювання регульованої величини, порівняння її з заданим значенням і вироблення керуючого впливу. Необхідну швидкодію і точність можуть бути забезпечені тільки на основі використання досягнень сучасної електронної і мікропроцесорної техніки.

Для стабілізації струму зварювання на заданому рівні застосовують регулятори струму зварювання (РТС). Функціональна схема РТС, що забезпечує стабілізацію діючого значення зварювального струму, наведена на рис. 2.7.

Напруга, пропорційне зварювального струму, знімається з трансформатора струму 1 і подається на вимірювальний пристрій 2. За допомогою блоку настройки 6 це напруга при будь-якому заданому зварювальному струмі встановлюється постійним (U_i); при цьому вихідний сигнал регулятора U_y на виході підсилювача 3 не змінює встановлений зварювальний струм.

У момент протікання зварювального струму тривалістю $t_{св}$ напруга U_i порівнюється з напругою установки по струму U_0 пристрою, що задає 7, а під час паузи - з напругою коригуючого пристрою 4, яке отримує команду від вузла програмування часу зварювання - переривника 5. При відсутності обурення по току зварювання в момент протікання струму $U_0 - U_i = 0$; в момент паузи $U_0 - U_k = 0$.

Шовне зварювання виробів основного виробництва виконується на машинах контактної шовного зварювання, склад яких наведено в таблиці 2.1:

У зв'язку з відсутністю необхідної вимірювальної апаратури основні параметри зварювання на машинах не контролюються. З цієї ж причини не виконуються регламентні роботи на машинах відповідно до вимог РТМ.

Вибірково для перевірки роботи машини МТП-100 використовували прилад АСУ-1, за допомогою якого вимірювали струм в процесі зварювання деяких вузлів. Вимірювання показали значний розкид за величиною зварювального струму. Нестабільність значення зварювального струму відбилася на розмірах і якості зварних точок. Занижені розміри зварних точок

виходять за рахунок виплеск металу литий зони, а також за рахунок застосування неправильних розмірів робочої поверхні електродів.

Таблиця 2.1 - Склад контактної виробництва основного обладнання

№	Тип машини	Система управління
1	МТП-100-5	Ігнітрони контактор і реле РВЕ-7
2	МТ-3201	Регулятор циклу РЦ-4-2 №301
3	МР-2507	
4	МШ-1601	
5	МШП-150	
6	МТП-75	
7	МТ-1210	Переривник Піш-100-4 № 46
8	МТ-1209	Ігнітрони контактор КІЛ і регулятор РВЕ-71А-2
9	МР-2517	Ігнітрони контактор і РВЕ-7-1А

Уточнення режимів зварювання на машині МШ-1601 на деталях стосовно виробу.

Зразки технологічної проби і самі вироби, виконані точковим зварюванням на обладнанні підприємства не завжди задовольняють вимогам якості та надійності. Крім того, в зв'язку із заниженими розмірами в з'єднаннях, розглядаємо можливість зварювання виробів зі зменшеними розмірами зварних точок.

При відпрацюванні режимів точкового зварювання для отримання заданих розмірів зварних точок нормальних і зменшених розмірів при встановлених значеннях $t_{сВ}$ і $F_{сВ}$. Регулювання зварювального струму здійснювали перемиканням ступенів трансформатора, починаючи із меншого значення зварювального струму.

Остаточну регулювання $t_{сВ}$. здійснювали шляхом фазового регулювання. Якщо при встановлених значеннях $t_{сВ}$. і $F_{сВ}$., а потім відповідним чином $I_{сВ}$. Для отримання режиму стійкого до виплеску металу, максимальний діаметр литого ядра $<1\text{м}$, при якому починалися виплеск приймався на 10-15% більше номінального. Після отримання ен збільшували $I_{сВ}$. і визначали максимальне значення діаметра. Відпрацювання режимів зварювання проводилася на зразках, поставлених підприємством, які відповідали марці, товщині і станом виробів, що зварюються. Робочі поверхні електродів для кожної товщини деталей приймалися по П86-75, а для зварювання точками зі зменшеними розмірами по РТМ-1536-76.

Амплітудне значення зварювального струму вимірювали приладом ОСУ-1, окремі режими зварювання записували осциллографом Н-700. Зміна тривалості $t_{сВ}$. в порівняно широкому діапазоні забезпечує можливість отримання розмірів литої зони без виникнення виплеск металу. На рис. 5 представлена осцилограма струму, записана під час зварювання стали 12Х18Н10Т на машині МШ-1 601.

При зварюванні цього ж поєднання товщини точками зменшених розмірів також спостерігається схильність до виплеску металу. При цьому зазначено, що виплеск металу відбуваються в кінці проходження зварювального імпульсу струму.

Необхідно мати на увазі, що точкове зварювання електродами з плоскою робочою поверхнею накладає більш жорсткі вимоги по механічній жорсткості вторинного контуру та дотримання співвісності верхнього і нижнього електродів. Використання отриманих режимів точкового зварювання забезпечують задані розміри зварних точок і виключають можливість виникнення виплеск.

Вибір оптимального режиму зварювання є досить складною операцією, від якої в основному залежить якість і стабільність одержуваних зварних з'єднань Її виконання слід доручати наладчикам і сварщикам високої

кваліфікації. Можна рекомендувати наступний порядок вибору режиму зварювання.

Специфічні особливості точкових зварних з'єднань ускладнюють використання методів і засобів неруйнівного контролю готових з'єднань.

Основною умовою стабільності процесу роликового зварювання є відповідність істинних параметрів режиму заданим (установленим) апаратурою управління. З метою визначення такої відповідності параметрів, а також для фіксування режиму зварювання в технологічній карті і перевірки стабільності роботи зварювального устаткування вимірюють параметри режиму ІСв., ТсВ., FCB.

Найбільшу логічний зв'язок з тепловою і електричною характеристиками процесу зварювання має діюче значення струму в найбільшому напівперіоді Ісв.д. для машин змінного струму та амплітудне значення струму ІСВ.М. для низькочастотних і машин постійного струму. Короткочасність включення, велика величина і несинусоїдальності форма струму унеможливають використання стандартних приладів для вимірювання струму. Тому для його вимірювання при точковому зварюванні застосовують спеціальні прилади.

А в якості датчика струму в приладах використовують трансформатори з немагнітним сердечником - тороїди, що надягають на струмопровідні частини зварювального контуру машини. Для вимірювання діючого значення струму при точковому зварюванні застосовують прилад типу АСУ-1М.

Результат обчислення зберігається на час, необхідний для зняття звіту. Стрілочний прилад в АСУ-1 має дві шкали: квадратичною - для вимірювання діючого значення струму і лінійну - для вимірювання амплітудного значення струму. Прилад має два датчика токо-тороида з внутрішнім діаметром 100 і 200 мм, що дозволяє вимірювати струми на контактних машинах різних типів.

Тривалість протікання струму може бути виміряна шляхом спостереження і реєстрації струму на осцилографі. Тривалість струму машин постійного струму вимірюється шляхом одночасного запису на осцилографі сигналів, пропорційних струму і напрузі змінного струму відомої частоти

(отметчика часу). При спостереженні струму на електронному осцилографі для вимірювання тривалості також включають лічильник часу, завдяки якому спостерігається крива фіксується на екрані у вигляді чергуються рисок і пауз. За кількістю рисок, знаючи встановлений масштаб отметчика часу, визначають тривалість імпульсів струму. Сигнал, пропорційний зварювального струму, може бути отриманий з виходом інтегруючого підсилювача приладу АСУ-1М, для чого у останнього є спеціальні гнізда.

Зусилля стиснення електродів визначаються за допомогою пружинних динамометрів типу Д.П.С., деформація яких під дією зусилля вимірюється індикатором годинного типу.

В ході роботи над проектом було вивчено вплив таких параметрів зварювання, як величина зварювального струму, кут фазового відсічення і час зварювання на міцність зварного з'єднання на зріз. Також була встановлена залежність ширини робочої поверхні верхнього і нижнього електродів на міцність зварного з'єднання і залежність швидкості зварювання від величини перекриття шва.

Експериментально було встановлено, що при збільшенні сили зварювального струму до деякого значення (приблизно рівного 1230 А) міцність зварного з'єднання максимально зростає. При подальшому ж збільшенні сили струму, міцність знову знижується. Таким чином, було встановлено оптимальне значення величини зварювального струму.

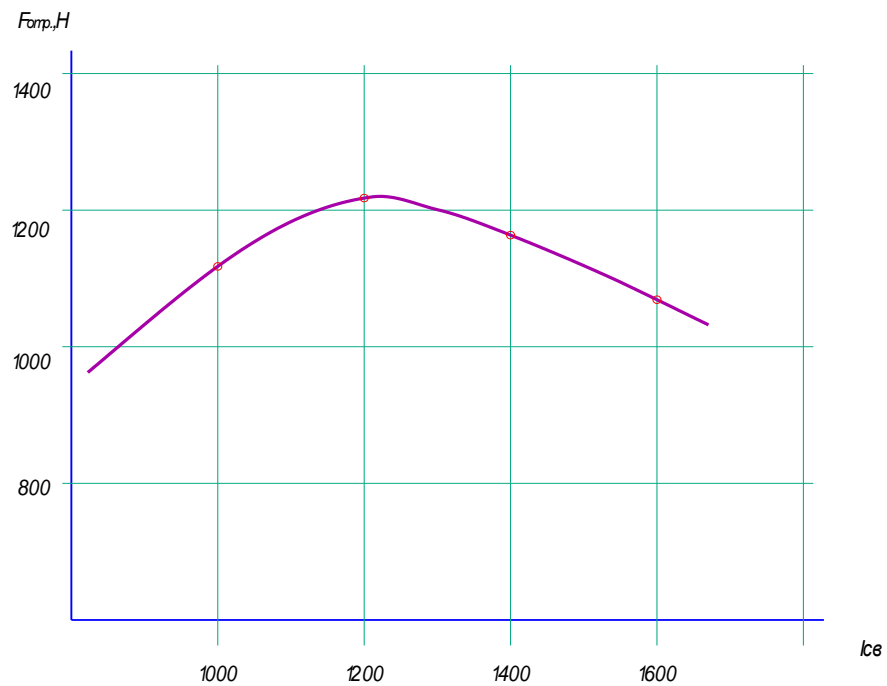


Рисунок 2.9 - Залежність міцності від величини зварювального струму

Також в ході досліджень було виявлено оптимальне значення кута фазового відсічення φ на міцність з'єднання. Це значення виявилось рівним 30° . Саме в такому значенні кута фазового відсічення спостерігається найвища міцність сварюваного з'єднання (більше 1200 Н).

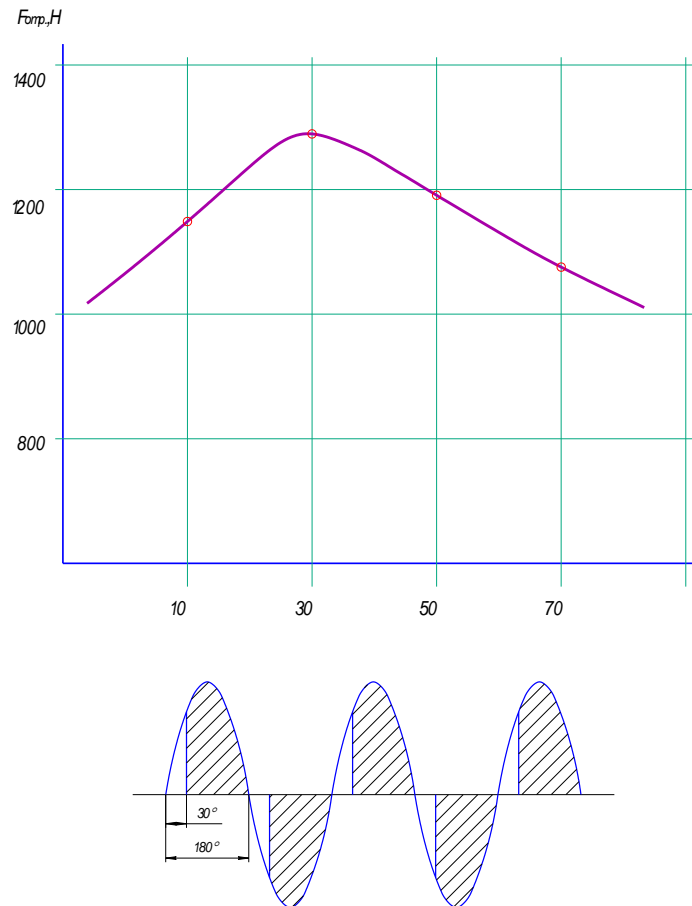


Рисунок 2.10 – Залежність міцності від кута фазового відсічення

Далі ми виявили в ході численних експериментів вплив часу протікання зварювального імпульсу на міцність зварного з'єднання. Оптимальним значенням часу імпульсу, при якому досягається максимальна міцність з'єднання виявилось значення рівне приблизно 0,16 секунди. На рис.2.10 показаний графік залежності міцності від часу зварювання.

Однією з найважливіших завдань на цьому етапі проекту було завдання конструювання електродів (роликів) для зварювання нашої деталі, які б могли забезпечувати необхідну якість зварного з'єднання. Експериментально було виявлено значення ширини робочої поверхні даних електродів на міцність одержуваного з їх допомогою зварного з'єднання. Ця залежність представлена на двох наступних рис. 2.11 та рис. 2.12.

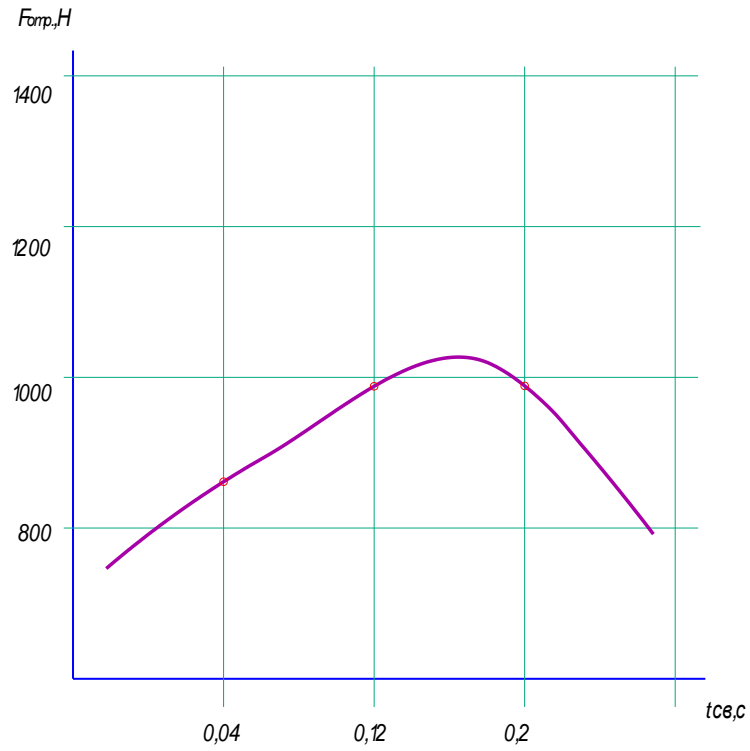


Рисунок 2.11 - Залежність міцності від часу зварювання

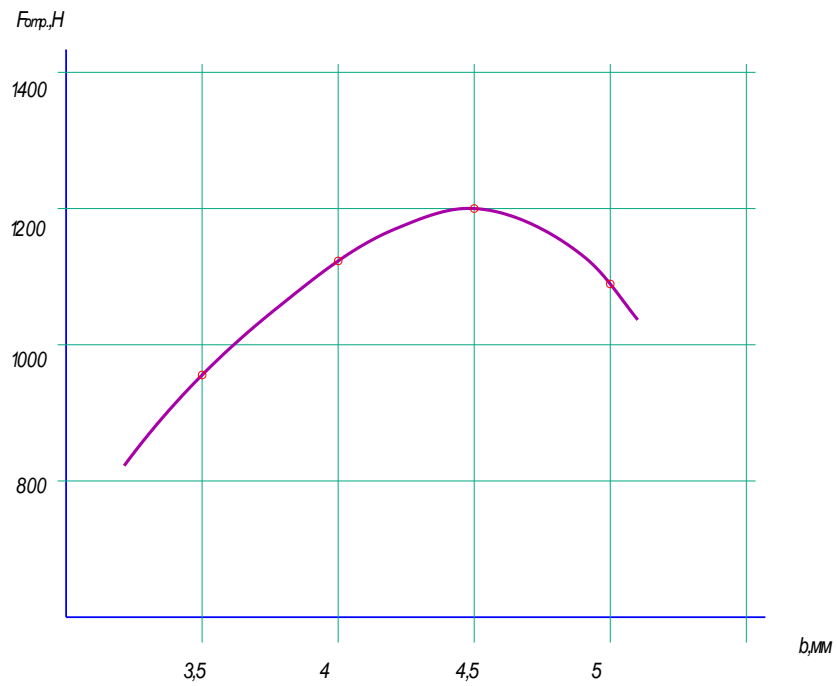


Рисунок 2.12 - Залежність міцності від ширини верхнього електрода

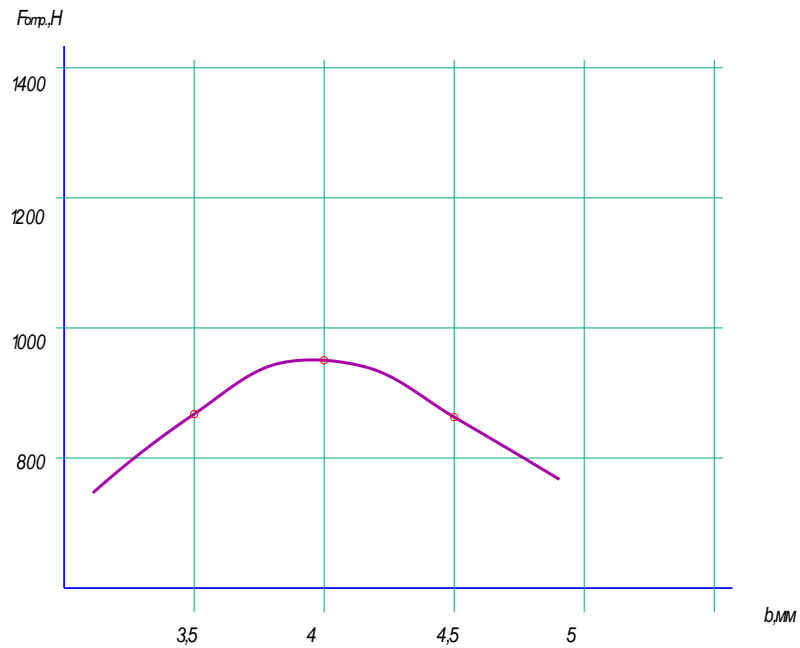


Рисунок 2.13 - Залежність міцності від ширини нижнього електрода

Також ми експериментально виявили при якій швидкості зварювання виходить оптимальне значення перекриття зварного шва. На рис. 2.14 представлена залежність швидкості зварювання від величини перекриття.

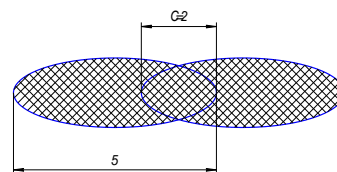
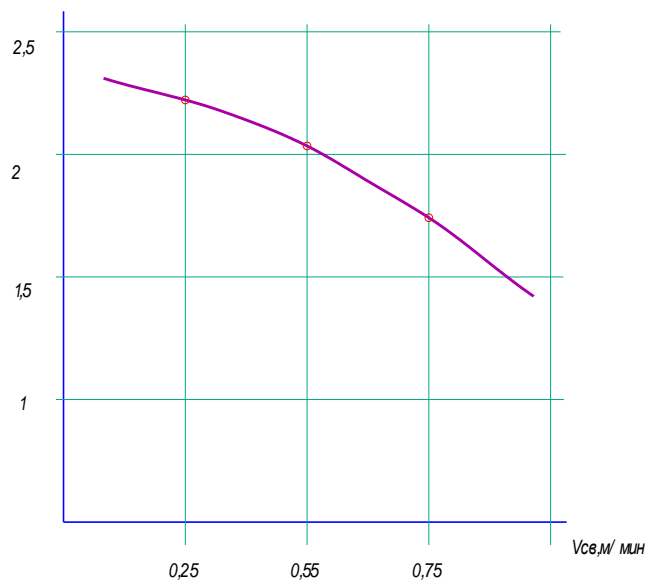


Рисунок 2.14 - Залежність величини перекриття від швидкості зварювання

Таким чином, в дослідницькій частині магістерської роботи ми експериментальним чином встановили оптимальні параметри зварювання. Такі параметри при яких лите ядро розташовується симетрично щодо контакту деталь-деталь. Параметри при яких зварений шов має прийнятну міцність, а при проведенні випробувань на розрив - руйнування йде з вириваючи основного метала.

2.3. Розрахунок середніх значень нормального напруження в контактній зоні деталь-деталь

Згідно з прийнятою моделлю термодформаційної рівноваги процесу точкового зварювання з обтисненням периферійної зони з'єднання, силова взаємодія деталей, стиснених електродними пристроями, в площині контуру ущільнюючого ободка здійснюється металом, який знаходиться в твердій (до початку плавлення на всій площині контуру ущільнюючого ободка), або у твердій (після початку плавлення в площині ущільнюючого ободка, оточуючого ядро) і рідкій (в площині ядра розплавленого металу) фазах.

Тому основними завданнями розрахунку взаємодії деталей в площині зварювального контакту при формуванні з'єднання, є визначення напружень в площинах контактів, в яких метал знаходиться в твердій фазі та тиску в ядрі.

Точно розрахувати розподіл напружень в контактах при контактному шовному зварюванні є не можливим через складність і динамічність термодформаційних процесів, які протікають в них.

Наближене рішення даної задачі засноване на припущенні, що характер розподілу напружень в контактній зоні деталь-деталь при точковому зварюванні подібний характеру розподілу напружень в контактній зоні пуансон-деталь при осадці смуги.

Це припущення зроблено на підставі аналізу опублікованих робіт С. І. Губкіна, Е. П. Унксова, В. В. Соколовського та інших дослідників, присвячених визначенню напружень в контактах.

Ними встановлено, що в загальному випадку в площині контакту є три ділянки, які відрізняються розподілом дотичних напружень (рис. 2.15). Якісно такий характер розподілу нормальних напружень в контактах електрод-деталь і деталь-деталь при точковому зварюванні підтверджується експериментами по затікання (пластичної деформації) металу у вузьку щілину в електроді та характером деформації періодичного рельєфу на поверхні деталі.

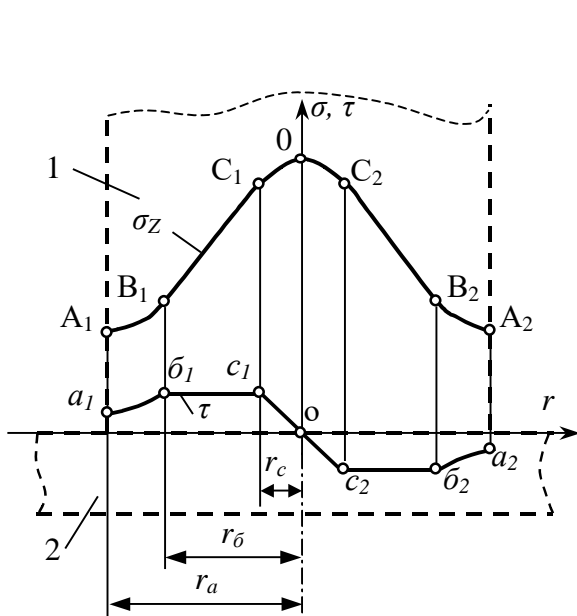


Рис. 2.15. Розподілення нормальних σ_z і дотичних τ напружень в контакті пуасон-деталь при осадці полоси:
1 – пуасон; 2 – деталь

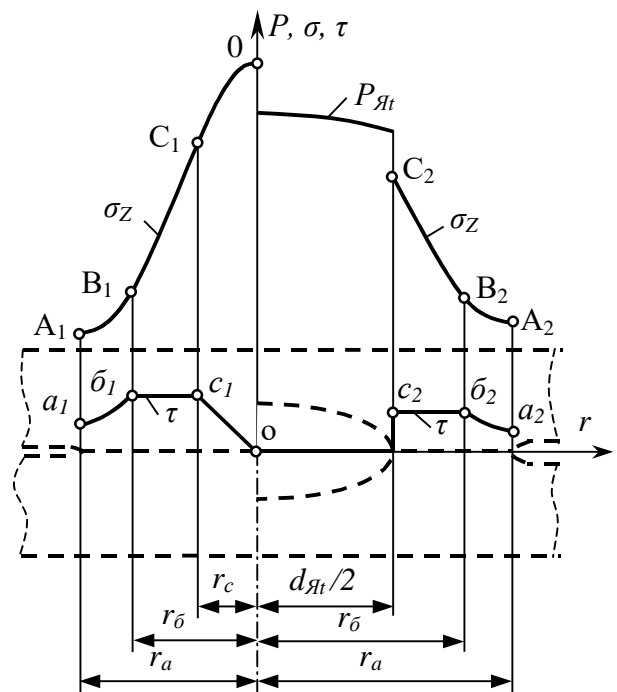


Рис. 2.16. Розподілення нормальних σ_z і дотичних τ напружень в контакті деталь-деталь до (зліва) та після (справа) початку плавлення металу

Можна припустити, що і при зварюванні в площі контакту в момент часу t є три ділянки (рис 2.16), які відрізняються розподілом дотичних напружень τ , подібно осадці смуги:

- 1) зона ковзання (ділянки a_1b_1 і b_2a_2), $\tau_1 = \pm \sigma_z \mu$;
- 2) зона гальмування (ділянки b_1c_1 і c_2b_2), $\tau_2 = \pm \sigma_z / \sqrt{3}$;
- 3) зона застою (ділянки c_1o і oc_2) $\tau_2 = \pm (\sigma_z / \sqrt{3}) (r/r_c)$,

де σ_z – напруження, яке нормальне до площини зварювального контакту;

μ – коефіцієнт тертя;

r – радіальні координати точок в площині поверхні деталей.

Рішенням наближеного рівняння рівноваги, запропонованого Е. П. Унксовим

$$\frac{d\sigma_z}{dz} + \frac{2\tau}{s} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} = 0, \quad (2.1)$$

де s – товщина деталі;

σ_z , σ_r , і σ_θ – відповідно, нормальне відносно площини зварювального контакту, радіальне та навколишнє напруження.

При цьому згідно з умовою пластичності Губера-Мізеса σ_r визначається за формулою

$$\sigma_r - \sigma_\theta = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_D, \quad (2.2)$$

де σ_D – це опір пластичної деформації металу в області ущільнюючого ободка, а зміна нормальних напружень σ_{1z} , σ_{2z} , σ_{3z} на різних ділянках контакту з урахуванням умов точкового зварювання, має вигляд:

- перша ділянка при $r_b \leq r \leq r_a$

$$\sigma_{1z} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_D \exp\left[\frac{2\mu}{s} \left(\frac{d_{II}}{2} - r\right)\right]; \quad (2.3)$$

- друга ділянка при $r_c \leq r \leq r_b$

$$\sigma_{2z} = \frac{\sigma_D}{(\mu/\sqrt{3})} \left[1 + \frac{2\mu}{s} (r_b - r)\right]; \quad (2.4)$$

- третя ділянка при $0 \leq r \leq r_c$

$$\sigma_{3z} = \frac{\sigma_D}{2\mu} \left[1 + \frac{2\mu}{s} (r_b - s) + \frac{\mu}{s^2} (s^2 - r^2)\right], \quad (2.5)$$

де μ – коефіцієнт тертя;

d_{Π} – діаметр контурної площини контакту (ущільнюючого ободка).

Координату границі зони гальмування r_b можна визначити за залежністю, з урахуванням умов точкового зварювання

$$r_b = d_{\Pi}/2 + [\ln(2\mu)/(2\mu)] s. \quad (6.6)$$

Якщо при КТЗ в контакті електрод-деталь і, особливо, в контакті деталь-деталь спостерігається схоплення металу, тоді коефіцієнт тертя μ можна прийняти рівним 0,5. Тоді, згідно з (2.26) при $\mu = 0,5$ – координата $r_b = d_{\Pi}/2$, тоді зона ковзання (ділянки a_1b_1 і a_2b_2) відсутні, а зона гальмування (ділянки b_1c_1 і b_2c_2) доходить до границі контакту.

Розрахунки показали, що, нехтуючи зменшенням дотичних напружень в зоні спокою c_1o і oc_2 (рис. 2.4), отримуємо абсолютну помилку при визначенні середньої величини нормальних напружень σ_{CP} , яка не перевищує 5...10%, причому в зварювальному контакті тільки до початку плавлення металу.

Можна допустити, що розподіл дотичних нормальних напружень τ в області $0 \leq r \leq d_{\Pi}/2$ рівномірний, а зона гальмування поширюється до центру контакту,

В цьому випадку маємо, що $r_C = 0$.

Тоді за відомою теорією про середнє, після підстановки в неї залежності (2.24), середнє значення стискаючих нормальних напружень в зварювальному контакті σ_{Cpt} в будь-який час t процесу формування з'єднання можна визначити за формулою

$$\sigma_{cpt} = \frac{1}{r_{2t} - r_{1t}} \int_{r_{1t}}^{r_{2t}} \sigma_{2Z}(r) dr, \quad (2.7)$$

де r_{1t} і r_{2t} – відповідно, нижня та верхня межа інтегрування.

При КТЗ нижня r_{1t} та верхня r_{2t} межа інтегрування змінюється протягом процесу формування з'єднання. До моменту початку утворення ядра контакт твердого металу здійснюється по всій площині ущільнюючого ободка.

Тому в цей період межі інтегрування дорівнюють $r_{1t} = 0$, а $r_{2t} = d_{\Pi t}/2$, при цьому інтегрування залежності (2.27) необхідно проводити в інтервалі $0 \dots d_{\Pi t}/2$.

При появі ядра контакт твердого металу здійснюється за ущільнюючого ободка шириною $b_{\Pi t} = d_{\Pi t}/2 - d_{Я t}/2$. Тоді інтегрування залежності (2.27) в цей період слід проводити в інтервалі $d_{Я t}/2 \dots d_{\Pi t}/2$.

Оскільки до початку плавлення металу $d_{Я t} = 0$, то інтервал інтегрування $d_{Я t}/2 \dots d_{\Pi t}/2$ може бути прийнятий для будь-якого моменту КТЗ при $0 \leq t \leq t_{CB}$.

Тоді, після підстановки в (2.27) залежностей (2.24) і (2.26) кількісне значення σ_{CPt} можна визначити наступним інтегральним виразом

$$\sigma_{cpt} = \frac{1}{(d_{\Pi t}/2 - d_{Я t}/2)} \int_{d_{Я t}/2}^{d_{\Pi t}/2} \frac{\sigma_{Д t}}{(\mu/\sqrt{3})} \left[1 + 2 \frac{\mu}{s} \left(\frac{d_{\Pi t}}{2} - r \right) \right] dr. \quad (2.8)$$

Після обчислення інтеграла з вищевказаними змінними границями інтегрування отримуємо формулу для наближених кількісних розрахунків середнього значення нормальних напружень σ_{CPt} в контакті деталь-деталь в будь-який момент t процесу формування з'єднання

$$\sigma_{cpt} = \frac{2}{\sqrt{3}} \sigma_{Д t} \left[1 + K_{\sigma} \frac{d_{\Pi t} - d_{Я t}}{s} \right], \quad (2.9)$$

де $\sigma_{Д t}$ – опір деформації металу;

$d_{Я t}$ і $d_{\Pi t}$ – поточні значення діаметра, відповідно, ядра та ущільнюючого ободка;

$K_{\sigma} = 0,25 \dots 0,5$ – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність розподілу в площині контакту нормальних напружень за координатою r .

Згідно з (2.24) напруження σ_{2Z} на краю контакту за $r \rightarrow d_{\Pi}/2$ при всіх випадках наближаються до значень опору деформації металу $\sigma_{2Z} \rightarrow (2/\sqrt{3}) \sigma_{Д}$, а в центрі контакту при $r \rightarrow 0$ вони зростають зі збільшенням відношення діаметра контакту до товщини деталі d_{Π}/s : $\sigma_{2Z} \rightarrow (2/\sqrt{3}) \sigma_{Д} [1 + 0,5(d_{\Pi}/s)]$.

Ця зміна нерівномірності розподілу напружень по координаті r , яка впливає з формули (2.29), істотно впливає також на середні значення σ_{CPt} в площині контакту. Так, мінімальні значення $\sigma_{CPt} \approx (2/\sqrt{3}) \sigma_D$ досягаються за умови $d_{II} \rightarrow 0$ в випадку відсутності ядра розплавленого металу, або ж при зменшенні ширини ущільнюючого ободка, тобто різниці $(d_{II} - d_{Ят}) \rightarrow 0$ після початку розплавлення металу. Причому, цей вплив збільшується зі зменшенням товщини зварювальних деталей внаслідок збільшення відносини d_{IIt}/s .

3. ТЕХНОЛОГІЧНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Загальна характеристика виробу

Для зберігання палива, що подається в двигун, в конструкції кожного автомобіля передбачений спеціальний резервуар - паливний бак, рис. 3.1.

Він являє собою герметичну ємність і, в залежності від особливостей моделі машини, може відрізнятися формою, матеріалом виготовлення та обсягом. У практиці автомобілебудування паливний бак використовується для рідких видів палива (бензин, дизель) і газу.



Рисунок 3.1 – Паливний бак автомобіля

Паливні баки являють собою конструкцію, до якої ставляться наступні технологічні вимоги:

- конструкція бака не підлягає подальшим розбирання та збирання і повинна функціонувати протягом усього закладеного терміну експлуатації;
- паливні баки повинні бути повністю герметичні;
- конструкція бака повинна витримувати закладені конструктором навантаження.

Конструкція бака має відносно просту конфігурацію і відносно невеликий діаметр, що дозволяє для багатьох операцій застосовувати вже наявне

обладнання, що застосовувалося для вже відпрацьованих виробів, при розробці технологічного процесу використовувати наявні типові технологічні процеси, наприклад на збірку-зварювання обичайок, що підвищує технологічність виробів.

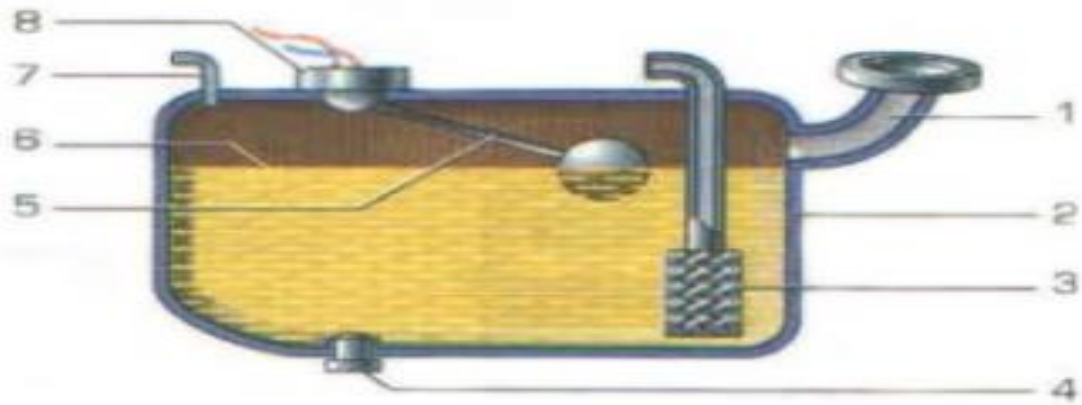


Рисунок 2.2 – Будова паливного бака: 1 – заливна горловина; 2 – стінка бака; 3 – трубка палива з фільтром; 4 – зливний отвір з пробкою; 5 – поплавков датчика рівня палива; 6 – рівень палива; 7 – вентиляційна трубка; 8 – датчик рівня палива

Зварні металеві конструкції широко застосовуються у виробництві паливних баків. У порівнянні з клепаю і болтовими з'єднаннями ці конструкції забезпечують економію металу, зменшення маси сполучних елементів, зниження трудомісткості виготовлення за рахунок допоміжних операцій, зниження вартості технологічного обладнання.

Недоліки зварних з'єднань: підвищена чутливість до крихкого руйнування, зміна властивостей матеріалу в зоні зварного шва, наявність залишкових напруг і деформацій.

Однак вплив всіх цих факторів можна помітно знизити, а в ряді випадків і виключити вибором раціональної конструкції з'єднання, підбором матеріалу деталі і електроду, проектуванням технологічного процесу.

При підготовці поверхонь до контактного зварювання повинні виконуватися три основні вимоги: в контактах електрод-деталь має бути

забезпечено як можна менший електричний опір КЕ-Д $\rightarrow \min$), в контакті деталь-деталь опір повинен бути однаковим по всій площі контакту. Поверхні, що сполучаються деталей повинні бути рівними, площині їх стику при зварюванні повинні збігатися.

3.2. Розроблення технологічного процесу виготовлення виробу

Вибір конкретного способу підготовки поверхонь визначається матеріалом деталей, вихідним станом їх поверхонь, характером виробництва. В нашому випадку, враховуючи дрібносерійний тип виробництва необхідно передбачити операції правки, рихтування, знежирення, травлення або зачистки, механічної обробки.

Критерієм якості підготовки поверхні є величина контактних опорів Для їх вимірювання деталі затискають між електродами зварювальної машини, але зварювальний струм не включають. Опір вимірюють мікрометром за допомогою щупів.

Для виготовлення бензобаків використовуються наступні види матеріалів: сталь - використовується переважно в вантажних автомобілях, а також в газових системах; алюміній - застосовується в автомобілях, що працюють на бензині; пластик - найбільш популярний матеріал, оскільки підходить для всіх видів палива.

Відповідно до завдання приймаємо матеріал – алюміній. Алюміній крихкий в нагрітому стані, проте, головним утрудненням при зварюванні алюмінію є легка його окислюваність з утворенням досить тугоплавкого і механічно міцного оксиду Al_2O_3 , який плавиться при температурі $2050^\circ C$, що перевищує температуру кипіння алюмінію ($^\circ C$). Окис алюмінію являє собою надзвичайно міцне хімічна сполука, яка погано піддається дії флюсуючих матеріалів, зважаючи на свій хімічно нейтрального характеру. Освіта окису алюмінію є основним ускладненням при зварюванні цього металу. Алюміній

можна зварювати як плавленням, газопламенною дугою, так і тиском на електричних контактних зварювальних машинах.

Підготовка під зварювання полягає в звільненні Al від консервуючого мастила гальванічним або механічним шляхом, оброблення крайок (якщо необхідно), знежирення і видалення товстої оксидної плівки Al_2O_3 , з температурою плавлення $2050^\circ C$.

Для зварювання паливного бака вибираємо шовне контактне зварювання. Дане зварювання застосовують при виготовленні різних ємностей з товщиною стінки 0,3 - 3 мм, де потрібні герметичні шви - бензобаки, труби, бочки,

При шовному зварюванні утворення з'єднання відбувається за схемою, що складається з трьох етапів I-III (рис. 3.3)

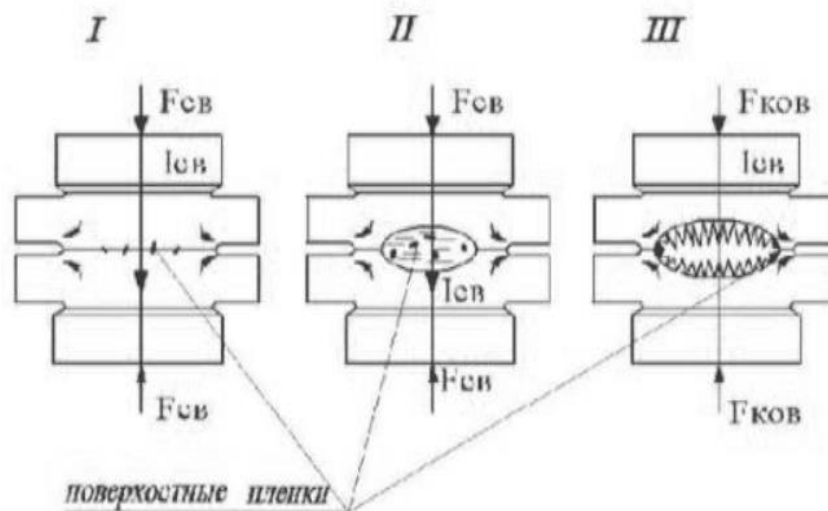


Рисунок 3.3 - Етапи утворення з'єднання при шовному зварюванні

Перший етап починається з моменту обжиму деталей, що викликає пластичну деформацію мікронервностей в контактах електрод-деталь. Подальше включення струму і нагрівання металу полегшують вирівнювання мікрорельєфу, руйнування поверхонь плівок і формування електричного контакту. Нагрітий метал деформується переважно в зазор між деталями, і утворюється ущільнюючий пасок.

Другий етап характеризується розплавленням металу і утворенням ядра. У міру проходження струму ядро зростає до максимальних розмірів - по висоті і діаметру.

При цьому відбувається перемішування металу, видалення поверхневих плівок і утворення металевих зв'язків в рідкій фазі. Триває процес пластичної деформації і теплове розширення металу. До кінця цього етапу відзначається майже повне осідання рельєфу.

Третій етап починається з виключення струму, що супроводжується охолодженням і кристалізацією металу. Утворюється загальне для деталей лите ядро.

При охолодженні зменшується обсяг металу і виникають залишкові напруги. Для зниження рівня цих напруг і запобігання усадочних тріщин і раковин потрібні значні зусилля.

При шовного зварювання за рахунок теплопередачі від попередніх точок процеси пластичної деформації при зварюванні другої і наступних точок на всіх трьох етапах полегшується. Знижується також швидкість кристалізації ядра, що призводить до зменшення залишкових напружень.

Види шовного зварювання розрізняються способом підведення зварювального струму та взаємним розташуванням роликів щодо деталей, (рис. 3.4).

На рисунку представлено двостороннє шовне зварювання (рис. 3.4, а-е), використання оправки, яка щільно контактує з внутрішньою деталлю (рис. 3.4, г) та зварювання нерухомих деталей кільцевим швом (рис. 3.4)

Нижня деталь контактує з електродом, що має форму чашки. При зварюванні на шині можливі варіанти рухомої та нерухомої шини, коли два ролика, до яких підведено струм, обертаються навколо своїх осей і котяться по деталях.

При точковому зварюванні та при односторонньому шовному способі, відбувається шунтування струму в деталь, якщо вона контактує з роликами.

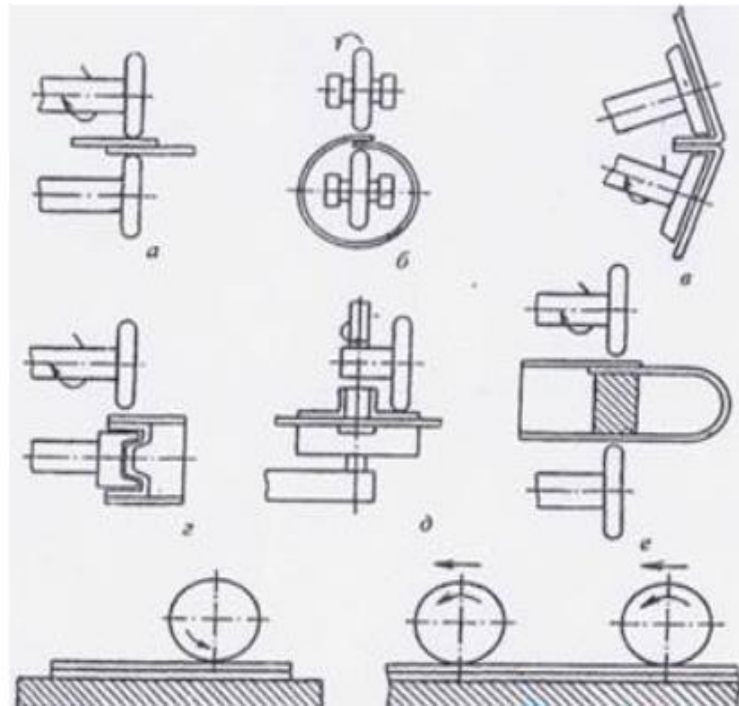


Рисунок 3.4 - Способи шовного зварювання

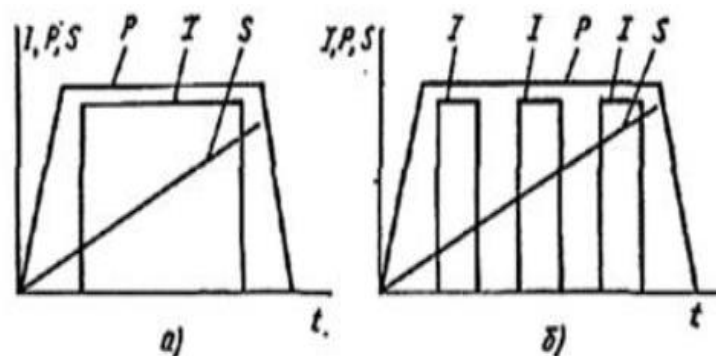


Рисунок 3.5 - Циклограми шовного зварювання: а - безперервне вимикання струму; б - імпульсна включення струму; I - зварювальний струм; P - тиск; S - переміщення роликів; t - час.

3.3. Розрахунок параметрів контактної шовного зварювання бака автомобіля

Розрахункове визначення параметрів шовного зварювання [2]

Параметрами режиму шовного зварювання є:

1) діаметр робочої поверхні електрода d_p ; SP ; fp , мм;

- 2) час зварювання: час імпульсу $t_{св}$, с, час паузи t_n , с.
- 1) зусилля на електродах $F_{св}$, кН;
- 2) крок точок $t_{ш}$, мм;
- 3) швидкість шовного зварювання $V_{св}$, м / с;
- 4) зварювальний струм $I_{св}$, А.

Шовне зварювання може розглядатися як точкове для випадку дуже близького розташування зварних точок, тобто при значному шунтуванні зварювального струму. 1. Діаметр робочої поверхні електрода. Матеріал роликів залежить від виду виробу, що зварюється і підбирається відповідно до рекомендацій. Розміри роликів для заданої товщини деталей визначаються за допомогою таблиці.

1. Діаметр робочої поверхні електрода. Матеріал роликів залежить від виду виробу, що зварюється і підбирається відповідно до рекомендацій. Розміри роликів для заданої товщини деталей визначаються за допомогою стандартних таблиць.

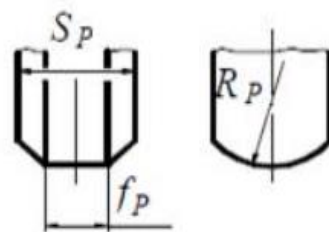


Рисунок 3.6 - Рекомендований розмір роликів для товщини $\beta = 2$ мм

1. $S_p = 15$ мм;
2. $f_p = 8$ мм;
3. $R_p = 100-150$ мм.

Час зварювання.

2. Час (тривалість) імпульсу зварювального струму.

Час (тривалість) паузи між імпульсами зварювального струму визначають з наступних співвідношень між часом імпульсу $t_{св}$ і тривалістю одного зварювального циклу $t_{ц} = t_{св} + t_n$.

Для алюмінієвих сплавів

$$\frac{t_{CB}}{t_{CB}+t_{П}} = 0,15 - 0,36 \quad (3.1)$$

$$t_{П} = 0,28 \text{ с}$$

3. Зварювальне зусилля F_{CB} (Н) між роликками для низьковуглецевих сталей і алюмінієвих сплавів визначають за формулою:

$$F_{CB} = 500 + (15 - 20) * 10^5 * \delta = 500 + 18 * 10^5 * 0,002 = 3650 \text{ Н} \quad (3.2)$$

де δ - товщина одного з листів, що зварюються, м.

При неякісному збиранні та жорсткій конструкції зварного вузла F_{CB} збільшують на 10%

4. Крок точок, t_u (мм) при шовнове зварюванні встановлюється в залежності від товщини зварювальних деталей, а також вимог герметичності (перекриття литих зон становить 20-50%).

Крок точок t_u (мм) орієнтовно визначається для герметичних швів за такою залежністю:

Для алюмінієвих сплавів

$$t_{ш} = (2,4 - 2,8) * \delta = 2,4 * 2 = 4,8 \text{ мм} \quad (3.3)$$

де δ - товщина найбільш більш тонкої деталі, мм.

5. Швидкість шовного зварювання V_{CB} , (мм / с) визначають за формулою:

$$V_{CB} = \frac{t_{ш}}{t_{П}+t_{CB}} = \frac{4,8}{0,25 + 0,1} = 13,7 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 0,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \quad (3.4)$$

6. Сила зварювального струму I_{CB} (А), необхідна для утворення з'єднання, може бути визначена за законом Джоуля-Ленца.

2,0+2,0			48,8	0,1	0,28	4,8	0,8
2,0+2,0	6,6			0,08	0,24	2,5	0,53

Обрані режими приблизно рівні орієнтовним.

Зварювання можна виконувати відповідно до циклограми.

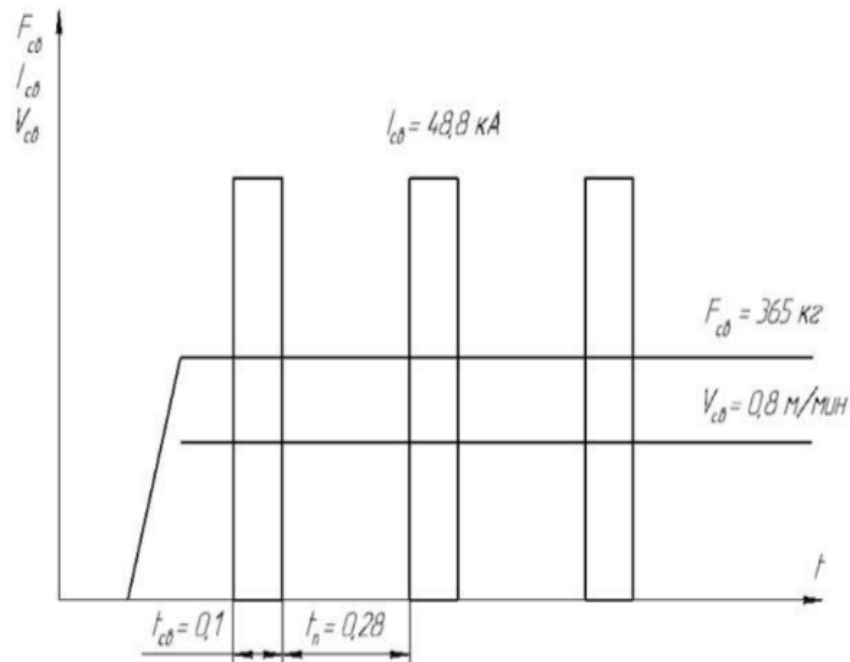


Рисунок 3.7 - Циклограма з постійним зусиллям зварювання, переривчастий включенням струму і безперервному обертанні ролика.

Контроль в процесі зварювання полягає в систематичній перевірці встановленого режиму зварювання: величини зварювального струму, тривалості включення струму, зусилля стиснення між електродами.

При шовному зварюванні заміряються швидкість переміщення виробів та ширина робочої поверхні електрода; при точковому зварюванні - діаметр електрода.

Параметри режиму контактного зварювання перевіряються за допомогою контрольних приладів та пристроїв, що дозволяє стабілізувати режим, а, отже, і якість зварних з'єднань.

Остаточний контроль звареного вузла або виробу виконується способами, встановленими технологією і технічними вимогами, що пред'являються до цих виробів. У деяких випадках попутно з контролем самих виробів перевірки піддаються зразки.

Для виготовлення бака автомобіля використовується спеціалізований напівавтомат для контактного точкового зварювання.

На бокових стінках стійки силової шафи розміщені два трансформатори ТК-301У4 і один трансформатор ТК-401У4.

В нижній частині тумби змонтована насосна установка Г48-12, і апаратура керування гідросистемою напівавтомата.

Наявність в корпусних вузлах діверок забезпечує вільне складання і регулювання елементів напівавтомата.

Система охолодження призначена для охолодження протічною водою електродів з електродотримачами, трансформаторів і струмовідводів.

Зварювальні трансформатори повинні забезпечувати потрібну для даного технологічного процесу силу струму і напругу.

Враховуючи розраховані параметри контактного зварювання обираємо зварювальні трансформатори. Обираємо два трансформатори типу ТК- 401У4 і один типу ТК-301У4, їх технічна характеристика наведена в таблиці 3.2.

Дане обладнання відзначається високою степінню механізації і автоматизації. Його доцільно використовувати в крупносерійному і масовому виробництві. Застосування цього обладнання дасть можливість знизити відсоток браку і суттєво підвищити продуктивність праці.

До допоміжного обладнання для зварювання відносять прилади До допоміжного обладнання для зварювання відносять прилади керування машини: контактори і регулятори контактного зварювання. За допомогою апаратури керування здійснюється включення.

Регулювання величини і виключення зварювального струму, регулювання послідовності і тривалості окремих операцій циклу зварювання в тому числі і часу протікання зварювального струму, включення і регулювання зусилля

стиску електродів та інше.

Для включення і виключення зварювального трансформатора в мережу служать спеціальні пристрої контактори. Контактори включені в мережу послідовно з первинною обмоткою трансформатора і складаються з двох зустрічно і паралельно з'єднаних вентилів. В розробленому напівавтоматі для включення зварювальних трансформаторів служать тиристорні контактори типу КТ-11, тому що вони мають ряд переваг перед іншими: велика довговічність.

Малі габаритні розміри, високий коефіцієнт корисної дії, надійне відкриття тиристора.

Технічні характеристики тиристорного контактора подано в таблиці 3.3

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика зварювальних трансформаторів ТК-301У4, ТК-401У4 [7, с.412]

Тип Трансформатора		Ступені		ПВ, %	Струм				Напруга, В		
		Число	Номінальна		кА		А		U _I	U _{20mi} п. – U _{20ma} х.	U _{2ном.}
					I _{2ном.}	I ₂	I _{1ном.}	I ₁			
ТК-301У4	w1=1 w2=2	4	4	50	8	5,6	111	78	365	3 - 5	5
					4	2,8					
ТК-401У4	w1=1 w2=2	4	4	50	10	7,1	278	197	365	7-10	10
					5	3,55					
Потужність, кВ·А		Опір обмоток ×10 ⁻⁶ , Ом			Магнітопровід			Маса активних матеріалів, кг			
S _{ном.}	S	г	хг	zг	Номер по додатку		h, мм	Мідь	Сталь	Загальна	
40	28	31 124	35 140	46,7 186,4	–		224	14,2	42,5	56,7	
100	70	46,6 186, 4	53,2 212, 8	70,8 283,2			448	24,2	85	109,2	

Регулятори циклу контактного зварювання являють собою прилади, що призначені для управління послідовністю дій всіх зварювальних позицій і для витримки необхідних часових інтервалів на кожній позиції.

Використовуємо регулятор циклу – РКС–601.

Основні технічні характеристики регулятора циклу подано в таблиці 3.4

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики тиристорного контактора типу КТ-11

Параметри	Значення
Номінальна напруга мережі, В	220,240,380,415,440
Частота струму мережі, Гц	50-60
Номінальний струм, А: При тривалості імпульсу зварювального струму 0,5с. і ПВ рівне:	
50%	800
20%	1000
5%	1300
При тривалості імпульсу зварювального струму 2с і ПВ, рівне:	
50%	800
20%	900
Тип комутуючого пристрою	ТВ-500
Вид охолодження	Водяне
Розхід охолоджуючої води, м ³ /год	1

Таблиця 3.4 – Основні технічні характеристики регулятора циклу контактного зварювання типу РКС-601 [8, с. 63]

Параметри	Значення
Число регулювань інтервалів циклу зварювання	6
Число імпульсів струму	1-9
Межі регулювання часових інтервалів циклу зварювання, періодів мережі (0,02с.): попередній стиск стиск імпульс струму I пауза між імпульсами охолодження проковка пауза між циклами	1-99 1-99 1-99 1-99 1-99 1-99
Межі фазового регулювання діючого значення струму, %	50-1000
Наростання (модуляція) імпульса струму I	0-10
Зміна діючого значення напруги на первинній обмотці трансформатора машини при коливанні напруги мережі живлення від 0,9 до 1,05 номінального значення, %	±3
Межі налаштування $\cos \varphi$	0,2-0,8
Число включень пневматичних клапанів	2

Для ефективного керування якістю важливим є контроль на всіх стадіях технологічного процесу. Контроль проектної документації і самих проектів повинно бути передбачено в відповідних організаціях. При цьому важливо мати на увазі, що помилка на стадії проектування обходиться часто в сотні і тисячі разів дорожче, чим виробничі дефекти. Має зміст вкласти лишні засоби для виконання якісного проекту, чим справляти наступні його недоробки. Технологічні фактори необхідно старанно контролювати на виробництві.

Якість вхідних матеріалів повинна задовольняти вимогам норм технологічних документів і сертифікатів.

Технічний рівень і стан обладнання слід підтримувати в заданих межах, дотримуючись графіку технічного обслуговування і вимогам відповідних інструкцій.

Режим зварювання контролюють в першу чергу з ціллю дотримання параметрів процесу. Використовуючи візуальний нагляд за приладами і за зовнішнім виглядом шва.

Кваліфікацію операторів слід перевіряти на всіх етапах технологічного процесу.

Усі методи контролю якості поділяються на дві групи:

- а) методи неруйнівного контролю;
- б) методи руйнівного контролю.

Методи неруйнівного контролю поділяються на такі групи:

- візуальний і вимірювальний контроль;
- капілярний контроль;
- магніто порошковий контроль;
- радіографічний контроль;
- ультразвуковий контроль;
- контроль прогонкою металічним калібром (шариком);
- контроль герметичності;
- гідравлічний і пневматичний контроль.

До методів руйнівного контролю відносяться:

- механічні дослідження;
- металографічні дослідження;
- дослідження на стійкість на мікрокристалічну корозію;
- визначення складу феритної фази в наплавленому металі;
- контроль хімічного складу [9, с. 132]

При контролі швів контактного зварювання найбільш ефективно і раціонально, економічно застосовувати візуальний контроль, тому що даний

виріб не є відповідальною конструкцією і не несе ніяких зусиль.

При виявленні дефектів бракований виріб по можливості виправляють, і дають на подальший процес. При невиправному браку виріб складають до бракованих виробів і потім здають на металобрухт.

Будь-який технологічний процес починається з підбору металу за необхідними розмірами, формою поперечного перерізу, маркою сталі. До заготівельних операцій належать: правлення, розмічування, вирубкування, зачищення під зварювання.

Правлення проводять через недотримання правил вантажно-розвантажувальних робіт, що призводить до деформації бухти стрічки. Для того, уникнути втрат пластичності виробу, потрібно обмежити величину відносного залишкового видовження. Процес правлення проводять в холодному стані. Для правлення тонкого листового прокату використовують багато валкові вальці.

Розмічування проводиться на розмічувальних плитах (стендах). Під час розмічування на метал наносять контури деталі за допомогою рисувалок.

Вирубкування проводиться на пресі, встановивши заготовку в штамп.

При наявності іржі, бруду, мастил проводять зачищення металу під зварювання. Зачищення проводять шліфувальним папером.

У контроль якості зварювання входить:

а) контроль вхідних зварювальних матеріалів;

б) контроль якості заготівельних, складальних, опоряджувальних. Під контролем якості продукції розуміють перевірку відповідності показників якості продукції встановленим вимогам, які можуть бути зафіксовані в стандартах і технічних умовах.

В залежності від місця виконання контролю на тому чи іншому етапі, розрізняють:

а) вхідний контроль;

б) операційний контроль.

Для даного виробу найбільш раціональним методом контролю є візуальний огляд.

Візуальний огляд – це найпростіший візуально-оптичний метод контролю. Як правило зовнішнім оглядом контролюють всі зварні з'єднання незалежно від того чи будуть проводитись інші методи контролю. Зовнішній огляд достатньо інформативний, найбільш дешевий і оперативний метод контролю.

Зовнішній огляд на стадії підготовки до зварювання застосовується для контролю правильності складання і підготовки поверхонь до зварювання. При цьому можуть використовуватись вимірювальні прилади, шаблони і інші пристосування. Спостереження за процесом зварювання дозволяє вчасно попередити появу дефектів, можна проконтролювати параметри режиму зварювання, правильність розміщення зварних точок і їх форму.

Готові зварні з'єднання перевіряють на наявність тріщин, подрізів, виплесків, напливів, несплавлення та інших дефектів.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Заходи з охорони праці при виконанні зварювання

При установці, монтажі та експлуатації контактних зварювальних машин повинні дотримуватися всі норми і правила, необхідні для безпечної роботи зварювальника і наладчика. При невиконанні цих правил можливі різні випадки травматизму: ураження електричним струмом; пошкодження рук механізмами стиснення і затискними пристроями; ураження органів дихання газами, парами і пилом; опіки бризками металу і нагрітими деталями; удари важкими деталями і порізи гострими краями металу.

Зварювальний контур машини не є небезпечним в сенсі можливості ураження електричним струмом, так як напруга на кінцях вторинної витка трансформатора не перевищує 36 в. Така напруга недостатньо для того, щоб через тіло людини пройшов небезпечний струм, величина якого перевищує 0,1 А. Струм, який може викликати травму, з'являється в зварювальному контурі тільки при пошкодженні (пробої) первинної обмотки, коли вторинний виток або корпус машини (електрично з'єднаний зі зварювальним контуром) виявляються під напругою мережі живлення (127, 220, 380 в).

Для виключення ураження електричним струмом зварника і налагоджувальникові необхідно виконувати наступні правила:

- 1) систематично перевіряти надійність заземлення станини і одного кінця вторинного витка зварювального трансформатора;
- 2) не допускати попадання води, масла, бруду, пилю і металевих предметів на обмотки трансформатора і допоміжних електричних пристроїв;
- 3) забороняється проводити перевірку, наладку і ремонт електричних пристроїв, що знаходяться під напругою мережі живлення; ці роботи виконує лише цехової електрик;
- 4) ступені потужності перемикають тільки при відключеному мережі; забороняється відкривати дверки машини при ввімкненій напрузі;

5) стежити за тим, щоб ізоляція дротів живлення і рукояток перемикача на відсутність пошкоджень;

6) користуватися гумовим килимком або сухим дерев'яним ґратами, що знаходяться перед машиною;

7) ключі від регулятора часу і переривника повинні перебувати у налагодника або цехового електрика.

Слід пам'ятати, що в шовних машинах, а також в стикових приводяться в рух двигуном особливу небезпеку становлять електродвигуни, що живляться від мережі з напругою 220 або 380 в, тому їх необхідно ретельно захищати від попадання води, масла і бризок розплавленого металу.

Зусилля стиснення електродів точкових і шовних машин досягає великої величини (кілька сот кілограмів, а іноді й кілька тонн). Значні зусилля розвивають і затискні механізми стикових машин. При випадковому натисканні кнопки або педалі рука зварника або налагодника може бути затиснута між електродами, що викличе важку травму. Особливу небезпеку становлять пневматичні і гідравлічні механізми стиснення.

Для запобігання пошкодження рук при роботі на контактних машинах зварнику і налагоджувальникові необхідно виконувати наступні правила:

1) стежити за справністю механізмів стиснення і затискних пристроїв, не допускати самовільного їх спрацьовування;

2) виконувати зачистку, заправку і зміну електродів тільки при вимкненій машині;

3) не змащувати частини машини на ходу;

4) не допускати присутності сторонніх осіб біля машини під час роботи;

5) своєчасно усувати витіки стисненого повітря і масла з пневматичної і гідравлічної систем;

6) при зупинці машини на тривалий час перекривати повітряний вентиль.

При точкового і шовного зварювання добре очищених сталевих деталей в навколишнє атмосферу не виділяються будь-які шкідливі пари або гази. При зварюванні на правильно підібраному режимі також немає небезпеки

забруднення повітря металевим пилом. Тому пристроїв місцевих відсмоктувачів повітря, як правило, не потрібно.

Однак на зварювання часто подаються деталі зі сталі, арматурний пруток, а також штамповані деталі, на поверхні яких є масло і емульсія. Точкова і шовна зварювання застосовуються і для з'єднання деталей зі сталі з антикорозійними покриттями (свинцем, оловом, цинком і ін.) І з кольорових металів. При зварюванні таких деталей виділяються пари і пил, що мають токсичні властивості.

При шовного зварювання опік може статися під час дотику до неостиглого шву, а також від гарячої води, що стікає в піддон з охолоджуваного виробу.

Для попередження отримання опіків зварник повинен користуватися рукавицями і спеціальним інструментом (кліщами або щипцями) при знятті гарячих деталей. Від опіків очей брызками металу застосовуються захисні окуляри з простими прозорими стеклами. У комплект спецодягу повинен входити брезентовий, шкіряний або дерматинний фартух - НЕ промаслений і не просочений горючими рідинами.

Удари важкими деталями або порізи гострими краями їх можливі в тій же мірі, як і при роботі на будь-якому металообробне верстаті. Необхідно враховувати, що при зварюванні складних великогабаритних вузлів деякої небезпеки піддаються робітники, які виконують операції на поруч розташованих верстатах. Тому сусідні машини повинні бути розділені огорожами або досить широкими проходами.

4.2. Вплив виробничого середовища на здоров'я та працездатність людини

Нормальна життєдіяльність людини вагомо залежить від умов зовнішнього середовища, зокрема виробничого. Адже в процесі трудової діяльності на організм людини чиниться своєрідний „тиск” несприятливими

виробничими факторами, що прямо чи опосередковано впливає на її здоров'я та працездатність. Серед виробничих факторів прийнято розрізняти небезпечні та шкідливі.

Небезпечний виробничий фактор — виробничий фактор, дія якого за певних умов може призвести до травм або іншого раптового погіршення здоров'я працівника.

Шкідливий виробничий фактор — виробничий фактор, вплив якого може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори за природою дії поділяються на такі групи: фізичні, хімічні, біологічні, та психо-фізіологічні.

До фізичних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать: рухомі машини та механізми; пересувні частини виробничого устаткування; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена чи понижена температура поверхонь устаткування, матеріалів чи повітря робочої зони; підвищений рівень шуму, вібрацій, інфразвукових коливань, ультразвуку, іонізуючих випромінювань, статичної електрики, електромагнітних випромінювань, ультрафіолетової чи інфрачервоної радіації; підвищені чи понижені барометричний тиск, вологість, іонізація та рухомість повітря; небезпечне значення напруги в електричному колі; підвищена напруженість електричного чи магнітного полів; відсутність чи нестача природного світла; недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; пряме та відбите випромінювання, що створює засліплюючу дію.

До хімічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать хімічні речовини, які за характером дії на організм людини поділяються на:

- загально токсичні, що викликають отруєння всього організму;
- подразнюючі, що викликають подразнення дихального тракту та слизових оболонок;
- сенсibiliзуючі, що діють як алергени;
- канцерогенні, що викликають ракові захворювання;
- мутагенні, що призводять до змін наслідкової інформації;

– такі, що впливають на репродуктивну (дітонароджувальну) функцію.

До біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, мікроскопічні грибки та ін.) та продукти їх життєдіяльності, а також макроорганізми (рослини та тварини).

До психофізіологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів належать фізичні (статичні та динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження органів чуття, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Один і той же небезпечний і шкідливий виробничий фактор за природою своєї дії може належати одночасно до різних груп.

Залежно від наслідків впливу на працюючих шкідливих та небезпечних виробничих факторів розрізняють виробничі травми, професійні захворювання та професійні отруєння, внаслідок яких може відбутись зниження або втрата працездатності (тимчасова чи постійна, повна чи часткова), можливий і фатальний кінець.

Виробнича травма — порушення анатомічної цілісності організму людини або його функцій внаслідок дії виробничих факторів.

Професійне захворювання — патологічний стан людини, обумовлений роботою і пов'язаний з надмірним напруженням організму або несприятливою дією шкідливих виробничих факторів.

Професійне отруєння — це порушення стану здоров'я в результаті дії шкідливих речовин при їх проникненні в організм людини у виробничих умовах; Довготривалий вплив незначних доз шкідливих речовин (однак дещо вищих за ГДК) призводить до хронічних отруень. Проникнення в організм великої кількості шкідливих речовин за короткий час (не більше доби) спричинює гострі отруєння.

Основним керівним документом, згідно з котрим повинні плануватися та здійснюватися інженерно-технічні заходи цивільної оборони, є Будівельні норми і правила СНиП 2.01.51-90,

Інженерно-технічні заходи цивільної оборони — це комплекс заходів, метою котрих є;

— захист населення та зниження можливих втрат та збитків від наслідків великих виробничих аварій, катастроф та стихійних лих, а також застосування засобів озброєної боротьби під час конфліктних ситуацій;

— підготовка галузей промисловості та об'єктів господарювання до стабільної роботи при загрозі і виникненні великих виробничих аварій, катастроф, стихійних лих та під час розгортання конфліктних ситуацій;

— створення умов для проведення рятувальних, невідкладних робіт та ліквідації наслідків виробничих аварій, катастроф, стихійних лих та застосування засобів озброєної боротьби.

При проектуванні та здійсненні інженерно-технічних заходів цивільної оборони використовується диференційований метод. Великі адміністративні та промислові центри (міста) відносять до груп з ЦЗ за такою класифікацією; міста "особливої важливості", I-ї, II-ї та III-ї групи з ЦО. Великі промислові та інші господарські об'єкти . відносять до об'єктів "особливої важливості", I-ї та II-ї категорії з ЦО, при цьому об'єкти атомної енергетики виділяють в групу.

Міста та об'єкти господарювання, що відносяться до груп та категорій з ЦО, називаються "категоровані міста та об'єкти".

Підвищення стійкості об'єкта досягається посиленням найбільш слабких (вражаючих) елементів і ділянок об'єкта. Для цього на кожному ОНГ завчасно на основі досліджень планують і проводять відповідні організаційні й інженерно-технічні заходи. Досягнення науки і техніки дозволяють реалізувати такі рішення, при яких підприємство буде стійке до впливу дуже значних надлишкових тисків, однак це пов'язано з великими витратами засобів і матеріалів і може бути виправдано лише при захисті унікальних, особливо важливих елементів об'єкта. Заходи будуть економічно обґрунтовані, якщо вони максимально узгоджені із завданнями, які розв'язуються в мирний час для забезпечення безаварійної роботи, поліпшення умов праці, удосконалювання

виробничого процесу. Особливо велике значення має розробка інженерно-технічних заходів при новому будівництві, бо у процесі проектування, як відзначалося раніше, у багатьох випадках можна домогтися логічного поєднання загальних інженерних рішень із захисними заходами ЦЗ, що знизить витрати на їх реалізацію.

На існуючих об'єктах заходи щодо підвищення стійкості доцільно проводити в процесі реконструкції чи виконання інших ремонтно-будівельних робіт.

Підвищення стійкості роботи промислових об'єктів передбачає:

- захист робітників та службовців у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу;
- підвищення міцності і стійкості найважливіших елементів і удосконалювання технологічного процесу;
- підвищення стійкості матеріально-технічного постачання;
- підвищення стійкості управління об'єктом;
- розробку заходів щодо зменшення імовірності виникнення вторинних факторів ураження і збитків від них;
- підготовку до відновлення виробництва після ураження об'єкта.

Особлива увага повинна бути приділена забезпеченню укриттям всіх працюючих у захисних спорудженнях. З цією метою розробляється план нагромадження і будівництва необхідної кількості захисних споруджень; у випадку нестачі сховищ, які відповідають сучасним вимогам, у ньому передбачається укриття робітників та службовців у швидко створюваних сховищах.

Посилення міцності будинків, споруджень, устаткування та їх конструкцій пов'язано з великими витратами. Тому підвищення характеристик міцності проводять, якщо:

- окремі особливо важливі будинки і спорудження значно слабші за інші і їхню міцність доцільно довести до прийнятої для даного підприємства межі стійкості;

- необхідно зберегти деякі важливі ділянки (цехи), які можуть самостійно функціонувати при виході з ладу інших і забезпечать
 - випуск особливо цінної продукції.

При проектуванні і будівництві нових цехів підвищення стійкості може бути досягнуто застосуванням для несучих конструкцій високоміцних і легких матеріалів (легованих сталей, алюмінієвих сплавів). Великий ефект досягається застосуванням для каркасних будинків полегшених конструкцій стінового заповнення і збільшенням світлових прорізів шляхом використання скла, панелей з пластиків й інших матеріалів, що легко руйнуються; їх руйнування при впливі ударної хвилі зменшує тиск на каркас споруди, а уламки таких матеріалів спричиняють набагато менші збитки устаткуванню. Також ефективний спосіб застосування панелей, що повертаються: легкі панелі на шарнірах кріпляться до каркасів колон споруд, від впливу динамічних навантажень вони розвертаються, що знижує дія ударної хвилі на несучі конструкції.

При будівництві і реконструкції промислових споруд необхідно застосовувати легкі, вогнестійкі покрівельні матеріали, полегшені міжповерхові перекриття і сходові марші, підсилюючи їх кріплення до балок. Обвалення цих матеріалів і конструкцій принесе меншу шкоду устаткуванню, ніж важких залізобетонних.

Заходи щодо підвищення стійкості технологічного і верстатного устаткування повинні бути спрямовані на забезпечення його збереження для випуску продукції після надзвичайної ситуації. Таке устаткування, а також вимірювальні та випробувальні прилади, як правило, розміщуються у виробничих будинках і тому отримують пошкодження не тільки від впливу ударної хвилі, а й від уламків елементів будівельних конструкцій, що обрушуються, і вторинних вражаючих факторів; надійно захистити їх практично неможливо. Однак підвищити стійкість устаткування можна, підсилюючи його найбільш слабкі елементи і створюючи запаси цих елементів, окремих вузлів і деталей, матеріалів та інструментів для ремонту і відновлення пошкоджень.

Важке устаткування розміщують, по можливості, на нижніх поверхах виробничих будівель. Машини й агрегати великої цінності бажано встановлювати в будівлях, що мають полегшені конструкції і конструкції, що повільно загоряються, обвалення яких не призведе до руйнування цих пристроїв. Деякі види технологічного устаткування доцільно розмістити поза будинками, на відкритому майданчику під навісами; це виключить руйнування його уламками загороджувальних конструкцій. Велике значення має міцне закріплення на фундаментах верстатів і установок, які мають велику висоту і малу площу опори; використання розтяжок і додаткових опор підвищить їх стійкість до перекидання. Прилади бажано встановлювати на закріплених підставках, тумбах, столах.

Особливо цінне й унікальне устаткування потрібно розміщувати в заглиблених підземних чи спеціально побудованих приміщеннях підвищеної міцності і на випадок виникнення надзвичайних ситуацій розробити спеціальні індивідуальні енергогасильні пристрої.

Дуже важливим показником сталості роботи об'єкта є готовність його у найкоротші терміни після ураження відновити випуск продукції.

У результаті об'єкт може зазнати повних, сильних, середніх чи слабких руйнувань. Під час повних або сильних руйнувань налагодити заново виробництво в умовах ведення війни практично буде неможливо. При одержанні об'єктом слабких чи середніх руйнувань відновлення виробництва цілком реальне. Тому плани і проекти, як правило, розробляються у двох варіантах — на випадок одержання об'єктом слабких і середніх руйнувань. Для цих умов визначають характер та обсяг першочергових відновлювальних робіт.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У магістерській роботі вирішено наукове завдання підвищення технологічної ефективності зварювання бака автомобіля шляхом застосування способу контактного шовного точкового зварювання

2. На формування початкових контактів і на процес зварювання загалом значно впливають: геометричний фактор, який є наслідком викривлення деталей при їх деформації в процесі зближення; силовий фактор, який є наслідком відхилення зусилля стиснення в контакті деталь-деталь від зусилля стиснення електродів.

3. Найбільш оптимальні умови формування зварного з'єднання пластин відбуваються в кінці процесу зварювання, або коли сила пружності деталей передається в контур ущільнюючого ободка за величиною не менше 50% зусилля стиснення в площині ущільнюючого ободка, яке необхідне для умови відсутності виплесків;

4. Збільшення зусилля обтиску призводить тільки до збільшення зусилля в кільцевому контакті без збільшення зусилля в контурі ущільнюючого ободка.

5. Встановлено, що зі збільшенням відстані між зварними точками у межах $60 \leq t \leq 140$ мм зусилля стиснення пластин, яке знаходиться у діапазоні зміни $F_{1д} = 0,1 \dots 3,4$ кН зменшується, причому значний спад спостерігається за значення $t \geq 100$ мм – від 1,5 до 0,1 кН. Домінуючим фактором, який суттєво впливає на збільшення зусилля стиснення пластин, є товщина деталей s – інтенсивність приросту від 0,3 до 4,5 кН спостерігається за значення $s \geq 3$ мм.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Николаев Г.А. Сварочные конструкции расчёт и проектирование: учебн. / Г.А. Николаев, В.А. Винокуров. – М.: Высшая школа, 1990. – 446 с.
2. Фролов В.В. Теория сварочных процессов : учеб. / под. общей редакцией В.В. Фролова – М.: Высшая школа, 1988. – 559 с.
3. Кривов Г.О. Виробництво зварних конструкцій : підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г.О. Кривов, К.О Зворикін. – К.: КВІЦ, 2012. – 896 с.
4. Кучук-Яценко С.И. Контактная стыковая сварка оплавлением / Под ред. С.И. Кучук-Яценко. – К.: Наукова думка, 1992. – 236 с.
5. Орлов Б.Д. Технология и оборудование контактной сварки : посібник / Б.Д. Орлов. – М.: Машиностроение, 1975. – 596 с.
6. Биковский О.Г. Технологія та обладнання електричного контактного зварювання [Текст]: Довідник посібник / О.Г. Биковський, І.В. Пінковський. - Запоріжжя: РПВ Видавець, 1997. – 228 с.
7. Машина подвесная К584М типа МСО – 5001 – 1У1 для контактной сварки труб : паспорт К584М. 00. 00000-01ПС.
8. Риморов С.В. Новое сварочное приспособление [Текст]: учеб. / С.В. Риморов. – Л.: Стройиздат, 1998. – 286 с.
9. Глебов Л.В. Устройство и эксплуатация машин [Текст]: учеб. / Л.В. Глебов, Ю.И. Филипов, П.Л. Чолушников. - Л.: Енегоиздат, 1987 – 312с.
10. Заплатинський В.М. Безпека життєдіяльності [Текст]: посібник / В.М. Заплатинський. - К.: КДТЕУ, 1989. – 208 с.
11. Українсько-російський словник зварювальної термінології : словник. / укладачі: В.М. Бернацький, О.С. Осика, Л.О. Симоненко, Л.С. Філоненко. – К.: Екотехнологія, 2001. – 224 с.
12. Николаев Г.А. Сварные конструкции. Расчет и проектирование/ Николаев Г.А., Винокуров В.А. – М. : Высшая школа, 1990 – 560 с.

13. Оборудование для контактной сварки: Справочное пособие Под ред. В.В.Смирнова, СПб: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 2000. - 848с.
14. https://ru.wikipedia.org/wiki/Точечная_контактная_сварка
15. Технология и оборудование контактной сварки / Под. ред. Б.Д. Орлова. - М: Машиностроение, 1986. - 352 с.
16. Кочергин К. А. Контактная сварка. Справочник Л.:Машиностроение, 240с., 1987г.
17. Основы теории и технологии контактной точечной сварки: монография / С. Н. Козловский; СибГАУ. -- Красноярск:, 2003. -- 273 с.
18. Гуляев А.И. Технология и оборудование контактной сварки. - М.: Машиностроение, 1985г.
19. Орлов Б.Д. Технология и оборудование контактной сварки. - М.: Машиностроение, 1986г.
20. Гуляев А.И. Технология точечной и рельефной сварки стали. - М.: Машиностроение, 1978г.
21. 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
22. Банов М.Д., Казаков Ю.В., Козулин М.Г. Сварка и резка материалов. - М.
23. Кабанов Н.Г., Слепак Э.Ш. Технология стыковой контактной сварки. М., «Машиностроение», 1969.
24. 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.
25. Гуляев А.И. Технология точечной и рельефной сварки сталей. М., «Машиностроение», 1969.

ДОДАТКИ