

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Кафедра технології і обладнання зварювального виробництва
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему:

**«Обґрунтування параметрів технологічного процесу
виготовлення виробів циліндричної форми»**

Виконав: студент (ка) 6 курсу, групи МЗм-61
спеціальності (напряму підготовки) _____
131 Прикладна механіка

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Біленький І.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Барановський В. М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Барановський В. М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Паньків М. Р.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота магістра на тему «Обґрунтування параметрів технологічного процесу виготовлення виробів циліндричної форми» складається з 8 розділів, 20 рисунків, 14 таблиць та 23 літературних посилань.

Мета магістерської роботи – підвищення продуктивності праці, зниження собівартості виробу та покращення якості продукції.

Запропоновано: технологію автоматичного зварювання виробу циліндричної форми на прикладі виготовлення колони збірника випарів у середовищі вуглекислого газу $\text{CO}_2 + 30\% \text{O}_2$; розраховано параметри режиму зварювання; запропоновано раціональне обладнання пристосування; проведено дослідження впливу термодформаційного циклу зварювання на структуру і властивості зварного з'єднання; проведено розрахунки з організаційно-економічних питань; розроблено заходи з охорони праці; заходи з безпеки життєдіяльності і цивільної оборони, екології.

Ключові слова: напівавтоматичне зварювання, зварювальний дріт, технологічний процес, зварювання у вуглекислому газі, економічний ефект, зварювальне устаткування, термодформаційний цикл зварювання.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1. Огляд існуючих способів електродугового зварювання виробів циліндричної форми	9
1.2. Обґрунтування вибору способу зварювання виробів циліндричної форми у захисному газі.....	16
2. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	21
2.1. Термічні та деформаційні процеси електродугового зварювання виробів циліндричної форми	21
2.2. Обґрунтування розрахункової схеми температурного поля	23
2.3. Розрахунок розподілення максимальних температур і визначення розмірів ділянок зони термічного впливу	28
2.4. Визначення структури сталі 20 К в точці, яка нагрівається до температури 1600 К	35
3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІД	39
3.1. Загальна характеристика зварного виробу циліндричної форми	39
3.2. Аналіз існуючого технологічного процесу та вибір матеріалу зварного виробу	42
3.3. Технічне обґрунтування вибору способу зварювання	46
4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	59
4.1. Вибір типу пристосувань та баз	59
4.2. Розрахунок зусилля притискання деталі	63
5. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	66
5.1. Розрахунок клинопасової передачі	66
6. ОБґРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	71
6.1. Характеристика організаційних форм роботи дільниці	71
6.2. Розрахунок основних техніко-економічних показників	79

6.3. Розрахунок економічного ефекту від впровадження нових технологічних процесів	81
7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	83
7.1. Заходи що забезпечують дотримання правил електробезпеки при експлуатації обладнання та оснащення	83
7.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення шуму і вібрації у спроектованому цеху	84
7.3. Пожежна профілактика при проведенні вогневих робіт	86
7.4. Безпека життєдіяльності і цивільна оборона	89
8. ЕКОЛОГІЯ	93
8.1. Актуальність охорони навколишнього середовища	93
8.2. Забруднення довкілля, що виникають в результаті технологічного процесу виготовлення колони збірника випарів	94
8.3. Заходи з охорони довкілля при зварюванні	96
ВИСНОВКИ	97
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	98
ДОДАТКИ	100

ВСТУП

Зварювання є одним з ведучих технологічних процесів обробки металів. Великі переваги зварювання забезпечили йому широке використання в народному господарстві: без нього зараз неможливе виробництво суден, турбін, котлів, літаків, мостів та інших конструкцій.

Всі існуючі способи зварювання можуть бути розділені на дві основні групи: зварювання тиском (контактне, газопресове, тертям, холодне, ультразвуком) і зварювання плавленням (газове, термічне, електродугове, електрошлакове, електронпроменеве, лазерне).

Випуск зварних конструкцій і рівень механізації зварювальних робіт росте із року в рік. Отримувана в результаті використання зварювання щорічна економія в народному господарстві обраховується багатьма сотнями мільйонів гривень.

Використання зварювання сприяє вдосконаленню машинобудування і розвитку таких галузей техніки, як ракетобудування, атомна енергетика, радіоелектроніка. Застосування зварних конструкцій замість клепаних, у будівництві дозволило зекономити близько 20 % металу, знизити на 5-30 % трудомісткість виготовлення конструкцій.

Зварювання дозволяє зменшити затрати на одиницю продукції, скоротити тривалість виробничого циклу, покращити якість виробів

В 1948 р. отримали виробниче використання способу дугового зварювання в інертних газах: ручне неплавким електродом, напівавтоматичне автоматичне неплавким і плавким електродом.

В 1950-52 роках було розроблено зварювання низько вуглецевих низьколегованих сталей в середовищі вуглекислотного газу - процесу високопродуктивного, що забезпечує хорошу якість зварних з'єднань.

На даний час зварювання в середовищі вуглекислотного газу складає більше 25% об'єму всіх зварювальних робіт у нашій країні.

Переваги зварних конструкцій в теперішній час не викликає сумнівів. Використання зварювання дає не тільки економію металу (на 20-25%) в порівнянні з клепаними та іншими з'єднаннями, часу і робочої сили зменшення розтрат на устаткування цехів по виготовленню металоконструкція, покращенню умов праці, дозволяє вирішити ряд складних технічних завдань по створенню принципово нових конструкцій.

1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Огляд способів електродугового зварювання виробів циліндричної форми

Зварювання в захисних газах - один з найпоширеніших способів зварювання плавленням. У порівнянні з іншими способами він має ряд переваг, у тому числі головні: можливість візуального, в тому числі і дистанційного, спостереження за процесом зварювання; широкий діапазон робочих параметрів режиму зварювання в будь-яких просторових положеннях; можливість механізації і автоматизації процесу, в тому числі із застосуванням робототехніки; високоефективний захист розплавленого металу; можливість зварювання металів різної товщини в межах від десятих часток до десятків міліметрів [1].

Зварювання в захисних газах (СЗГ) - загальна назва різновидів дугового зварювання, що здійснюється з вдуванням через сопло пальника в зону дуги струменя захисного газу. В якості захисних застосовують: інертні (Ar, He), активні (CO₂, O₂, N₂, H₂) гази і їх суміші (Ar + CO₂ + O₂, Ar + O₂, Ar + + CO₂ і ін.). Різновиди СЗГ можна класифікувати за такими ознаками, як: тип захисних газів, характер захисту в зоні зварювання, рід струму, тип електрода тощо (рис. 1.1). За сукупністю основних фізичних явищ процес дугового зварювання в захисних газах можна класифікувати за двома основними схемами - це зварювання неплавкими (рис. 1.1, а) та плавкими (рис. 1.1, б) електродами.

У першому випадку використовуються інертні гази, або їх суміші. Зварений шов утворюється за рахунок розплавлення кромки виробу і, якщо необхідно, присадного дроту, який подається в зону дуги.

У другому випадку використовують зварювальний дріт, який безперервно подається в зону дуги, який в процесі зварювання розплавлюється та бере участь в утворенні металу шва. Щоб підвищити стійкість дуги, збільшити глибину проплавлення або змінити форму шва або підвищити продуктивність

зварювання вуглецевих і легованих сталей застосовуються суміші інертних газів з активними газами, наприклад: суміш аргону з 1 ... 5% O₂, суміш аргону з 10 ... 25% CO₂, суміш аргону з CO₂ (до 20%) і з добавкою $\leq 5\%$ O₂.

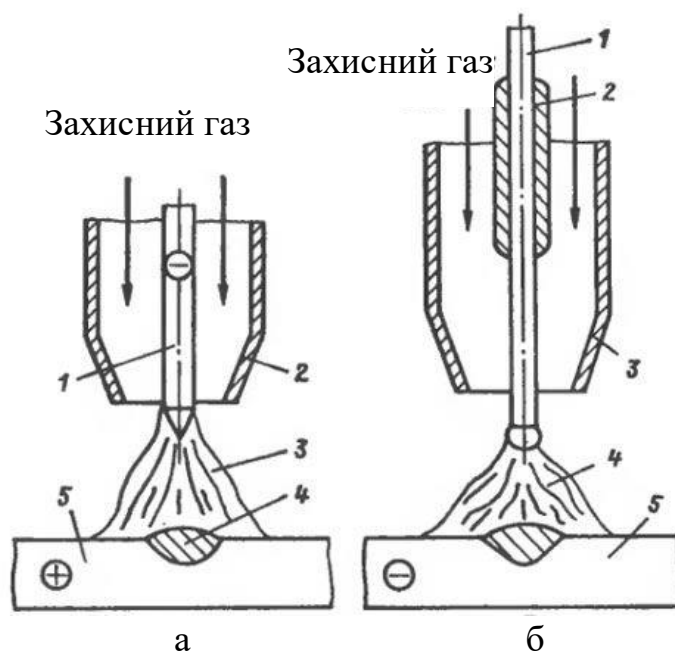


Рисунок 1.1 – Схема процесу зварювання в захисному газі електродом:

а – неплавким (1 – електрод, 2 – сопло; 3 – дуга; 4 – метал шва; 5 – виріб);

б – плавким (1 – електрод, 2 – цанга; 3 – сопло; 4 – дуга; 5 – метал)

У якості захисних газів використовуються інертні гази, які не взаємодіють з металом при зварюванні (аргон, гелій, їх суміші), і активні гази (CO₂, N₂ та ін.), які взаємодіють з металом, а також їх суміші. Захисний газ визначає фізичні, металургійні та технологічні характеристики способу зварювання.

Зварювальний дуга в середовищі захисних газів характеризується відносно великим розрядним струмом (від 5 до 500 А і вище) і низьким катодним падінням напруги.

Для зварювання неплавким електродом застосовують в основному інертні гази Ar і He, а також їх суміші в будь-якому співвідношенні. Ці гази, особливо He, мають високі потенціалами іонізації, що ускладнює первісне порушення дуги [2].

Однак напруженість електричного поля (E) в стовпі дуги в інертних газах має порівняно низьке значення і тому дугового розряд в інертних газах відрізняється високою стабільністю. При зварюванні плавиться напруга дуги і стабільність її існування істотно залежать від складу захисного газу (рис. 1.2).

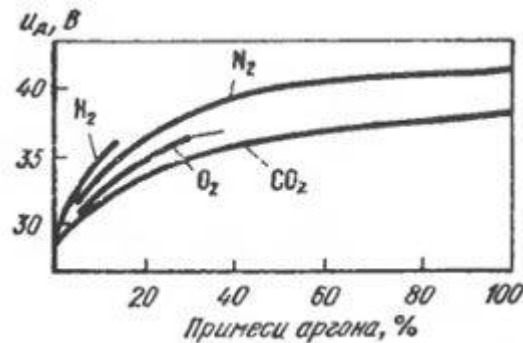


Рисунок 1.2 – Залежність напруги дуги від складу захисного газу

Підвищення напруги дуги зі збільшенням концентрації молекулярних газів (H₂, N₂, O₂ і CO₂) пояснюється інтенсивним охолоджуючим дією цих газів в зв'язку з витратами енергії на дисоціацію і відведенням теплоти за рахунок високої теплопровідності. Збільшення напруги дуги призводить до зниження її стійкості

При зварюванні в середовищі захисних газів для захисту зони зварювальної дуги і розплавленого металу використовують спеціальний газ, що подається струменем в зону плавлення за допомогою пальника, або зварювання виконують в камерах, заповнених газом.

Найбільш поширеною є струменевий місцевий захист потоком газу, який виходить з сопла зварювального пальника (рис. 1.3). Якість струменевого захисту залежить від розмірів і конструкції сопла 1, відстані L від зрізу сопла А - А до поверхні зварюваного матеріалу і від витрати захисного газу. В будові газового потоку є дві області: 2 - ядро струменя і 3 - периферійна ділянка. Надійний захист металу гарантований тільки в межах ядра потоку, максимальна довжина H якого спостерігається за ламінарного закінчення газу з сопла.

Застосовуються різні форми проточної частини сопла: конічна, циліндрична і профільована. Для поліпшення струменевого захисту на вході в сопло в пальнику встановлюються пористі матеріали, дрібні сітки і т.п., які

дозволяють додатково вирівнювати потік газу на виході з сопла. Витрата газу повинен забезпечувати ламінарний витік струменя.

Суміш вуглекислого газу с киснем (до 20%) застосовують для зварювання вуглецевої сталі. Ця суміш має високу окислювальну здатність, забезпечує глибоке проплавлення і добру форму шва, зменшує пористість.

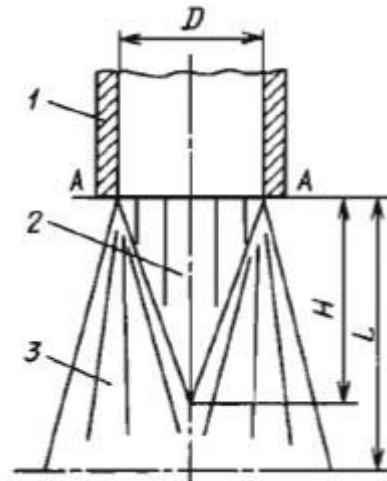


Рисунок 1.3 – Схема газового потоку за місцевого захисту зони зварювання

В зону зварювання захисний газ може подаватися концентрично навколо дуги, а при підвищених швидкостях зварювання плавиться - збоку (рис.1.4). Для збільшення терміну служби інертних газів використовується захист двома роздільними потоками газів (рис. 1.4, в); при цьому зовнішній потік зазвичай з вуглекислого газу. При зварюванні активних матеріалів для попередження контакту повітря не тільки з розплавленим, але і з нагрітим твердим металом застосовують подовжені насадки на сопла (рухливі камери, рис. 1.4, г).

Найнадійніший захист досягається при розміщенні виробу в стаціонарних камерах, попередньо вакуумованих та заповнених потім захисним газом. зварювання в середовищі захисних газів великогабаритних виробів проводиться з використанням переносних камер з пластичних м'яких, зазвичай прозорих матеріалів, що установлюються локально над зварювальним стиком.

Теплофізичні властивості захисних газів впливають на технологічні властивості дуги. За рівних умов дуга в гелії в порівнянні с дугою в аргоні має більш високу напруга, а шов, який утворюється має меншу глибину проплавлення і велику ширину.

За необхідності металургійної обробки і додаткового легування шва в зону зварювальної дуги подають невелику кількість розкислюючих або легуючих речовин.

Шлакоутворювальні речовини вводять в вигляді пилу або парів разом з захисним газом: як магнітний флюс або флюс, що засипається в оброблення крайок; у вигляді покриття, що наноситься на поверхню електродного дроту. Склад металу шва можна змінити шляхом подачі в зону зварювання додаткового присадного дроту, а також дводугового зварювання в загальній ванні з використанням дротів різного складу.

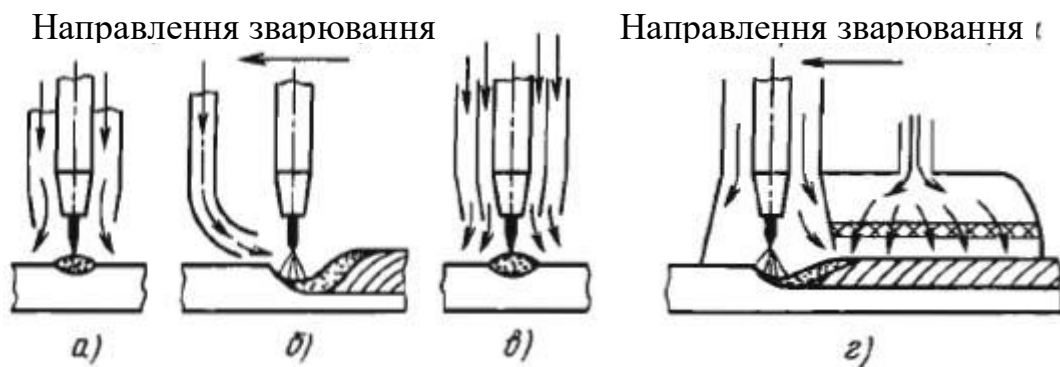


Рисунок 1.4 – Схеми подачі захисного газу в зону плавлення:

а – концентрична; б – бічна; в – двома концентричними потоками;
г – з додатковою насадкою

Зварювання в середовищі захисних газів має такі основні переваги: висока якість зварних з'єднань металів і сплавів різної товщини, угар легуючих елементів при зварюванні в інертних газах; можливість зварювання в різних просторових положеннях; можливість спостереження за утворенням шва і механізації і автоматизації процесу.

1.2. Основні технологічні аспекти електродугового зварювання у захисних газах

Режими зварювання у захисних газах мають такі основні параметри: вид, сила та полярність струму; напруга зварювання; діаметр дроту; швидкість подачі електродного дроту; вильоту, нахилу і коливання електроду; швидкість зварювання; склад газу; розхід газу.

Для захисту застосовують три групи газів: інертні (аргон, гелій); активні (вуглекислий газ, азот, водень і ін.); суміші газів інертних, активних або першої і другої груп. Вибір захисного газу визначається хімічним складом зварюваного металу, вимогами, що пред'являються до властивостей зварного з'єднання; економічністю процесу та іншими факторами.

Суміш інертних газів рекомендується застосовувати для підвищення стійкості дуги, збільшення глибини проплавлення і зміни форми шва, металургійної обробки розплавленого металу, підвищення продуктивності зварювання. При зварюванні в суміші газів підвищується перехід електродного металу в шов.

Суміш аргону з 1-5% кисню використовують для дугового зварювання електродом, низьковуглецевої і легованої сталі. Добавка кисню до аргону знижує критичний струм, попереджає виникнення пір, покращує форму шва. Суміш аргону з 10-25% вуглекислого газу застосовують при зварюванні плавленням. Добавка вуглекислого газу при зварюванні вуглецевих сталей дозволяє уникнути утворення пор, дещо підвищує стабільність дуги і надійність захисту зони зварювання, покращує формування шва при зварюванні тонколистового металу. Суміш аргону з вуглекислим газом (до 20%) і з не більше 5% кисню використовують при зварюванні плавиться вуглецевих і легованих сталей. Добавки активних газів покращують стабільність дуги, формування швів і попереджають пористість.

Суміш вуглекислого газу з киснем (до 20%) застосовують при зварюванні плавленням вуглецевої сталі. Ця суміш має високу окислювальну здатність, забезпечує глибоке проплавлення та забезпечує усунення пористості шва.

У зону зварювання захисний газ може подаватися по центру (рис. 1.5, а, в), а за підвищених швидкостях зварювання плавленням - збоку (рис. 1.5, б). Для збільшення терміну служби дефіцитних і дорогих інертних газів використовують захист двома роздільними потоками газів: зовнішній потік - зазвичай вуглекислий газ. При зварюванні активних матеріалів для попередження контакту повітря не тільки з розплавленим, але і з нагрітим

твердим металом застосовують подовжені насадки на сопла або рухливі камери (рис. 1.5, г). Найбільш надійний захист досягається при розміщенні виробу в стаціонарних камерах, заповнених захисним газом. Для зварювання великогабаритних виробів використовують переносні камери з м'яких пластичних прозорих матеріалів, що встановлюються локально над зварювальним стиком.

Широкий діапазон застосовуваних захисних газів обумовлює велике поширення цього способу як щодо зварюються, так і їх товщини (від 0,1 мм до десятків міліметрів).

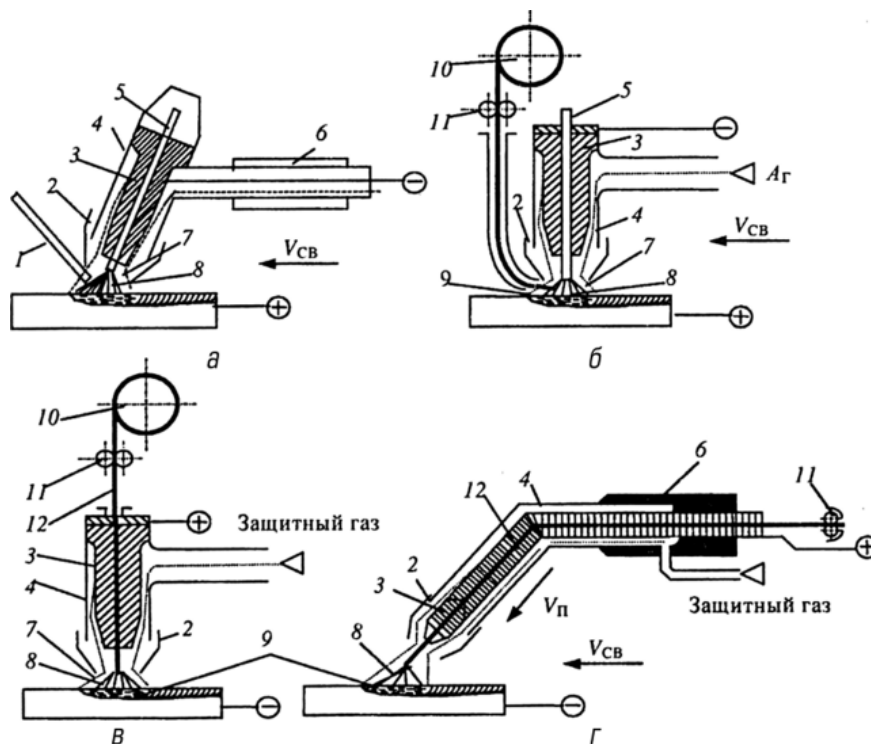


Рисунок 1.5 – Схема електродугового зварювання та подачі захисного газу

До недоліків способу відносяться: необхідність застосування захисних заходів проти світлової і теплової радіації дуги; можливість порушення газового захисту при здуванні струменя газу рухом повітря або при забризкуванні сопла; втрати металу на розбризкування, при якому бризки міцно з'єднуються з поверхнями шва і виробу; наявність газової апаратури і в деяких випадках необхідність водяного охолодження пальників.

Способи підготовки крайок під зварювання (механічні, газові тощо), такі ж, як і за інших способів зварювання. Вид оброблення крайок і її геометричні

розміри повинні відповідати ГОСТ 14771-76 або технічними умовами на виготовлення виробу. При механізованому зварюванні плавленням можна отримати повну проварену без оброблення крайку та без зазору між крайками за товщини металу до 8 мм. При зазорі або обробленні кромek повне проварення досягається при товщині металу до 11 мм. При автоматичному зварюванні стикових з'єднань продуктивність процесу значно зростає за використання оброблення без скосу. За товщини металу до 40 мм зазор між крайками в нижній частині стику до 10 мм. Для забезпечення сталості зазору в зоні зварювання через поперечної усадки при зварюванні кожного проходу виконують шарнірне закріплення деталей з кутом розкриття кромek, що залежать від товщини зварюваного металу.

При зварюванні у вуглекислому газі багат шарових швів на сталях перед накладенням наступного шару поверхню попереднього шару слід ретельно очищати від бризок і утворення шлаку. Для зменшення забризкування поверхні деталі з вуглецевої сталі її покривають спеціальними аерозольними препаратами типу «Дуга». Деталі збирають за допомогою струбцин, клинів, скоб або на прихватах. Прихвати краще виконувати в захисних газах тим же способом, яким буде проводитися і зварювання. Прихвати перед зварюванням оглядають, а при зварюванні перетравлюють.

Автоматичне зварювання можна здійснювати так само, як і при зварюванні під флюсом на знімних підкладках і флюсових подушках. Однак у багатьох випадках найбільш сприятливі результати досягаються при використанні газових подушок (рис. 1.6). Вони покращують формування кореня шва, а при зварюванні активних металів сприяють і захисту нагрітого твердого металу від впливу повітря.

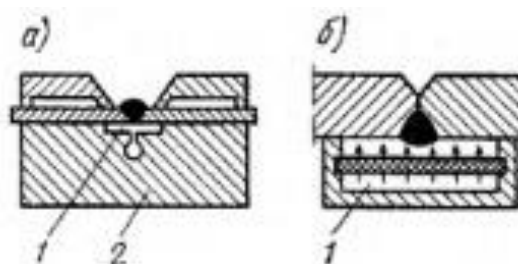


Рисунок 1.6 – Схеми газових подушок

Якість шва у великій мірі визначається надійністю відтискування від зони зварювання повітря. Необхідна витрата захисного газу встановлюють залежно від складу і товщини зварюваного металу, конструкції зварного з'єднання, швидкості зварювання, складу захисного газу.

Вплив швидкості зварювання на надійність захисту зони зварювання видно з рис. XI.5. Вітер і протяги також знижують ефективність газового захисту. У названих випадках рекомендується на 20-30% підвищувати витрату захисного газу, збільшувати діаметр вихідного отвору сопла або наближати пальник до поверхні деталі. При зварюванні на підвищених швидкостях корисно також нахилити пальник кутом вперед, а при автоматичному зварюванні застосовувати бічну подачу газу (рис. 1.6). Для захисту від вітру зону зварювання закривають щитками. Для достатнього захисту з'єднань (рис. 1.6, в, г) необхідна підвищена витрата газу. При їх зварюванні рекомендується встановлювати збоку і паралельно шву екрани, що затримують витік захисного газу. При рівних умовах витрата гелію завдяки його меншій щільності повинен бути збільшений в порівнянні з аргонем або з вуглекислим газом.

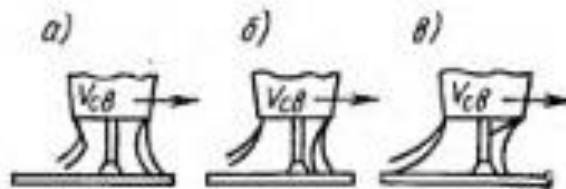


Рисунок 1.7 – Вплив швидкості зварювання на газовий захист:

а, б, в – відповідно, мала, середня та велика швидкість зварювання

Ручне електродугове зварювання за допомогою металевих електродів із захисною зоною є найбільш поширеним способом зварювання при виготовленні трубопроводів з умовним проходом більше 80 мм при товщині стінки 3 мм і більше. Цей спосіб зварювання в 1,5-2 рази дешевше і продуктивніше газового зварювання. Ручну зварювання застосовують переважно на монтажному майданчику в умовах, де використання механізованого зварювання важко.

1.2. Обґрунтування способу зварювання виробів циліндричної форми у захисному газі

За останнє десятиліття XX століття частка металу, наплавленого при ручному дуговому зварюванні, знизилася в 2 рази - з 22,6% до 11,2%, в той час як частка зварювання в захисних газах зросла з 64,3% до 75,7%. Є підстави вважати, що в недалекому майбутньому частка ручного дугового зварювання стабілізується на рівні 10-12%, частка напівавтоматичного зварювання суцільним дротом - на рівні 40-50%, частка напівавтоматичного зварювання порошковим дротом - на рівні 30-40%, частка зварювання під флюсом - на рівні 5-6%. При цьому зварювання в захисному газі електродом, що плавиться використовується не тільки при механізованій, а й при автоматичному роботизованому зварюванні.

Зварювання в захисному газі (рис. 1. 7) є одним із способів дугового зварювання. При цьому в зону дуги подається захисний газ, струмінь якого, обтікаючи електричну дугу і зварювальну ванну, захищає розплавлений метал від впливу атмосферного повітря, окислення і азотування.

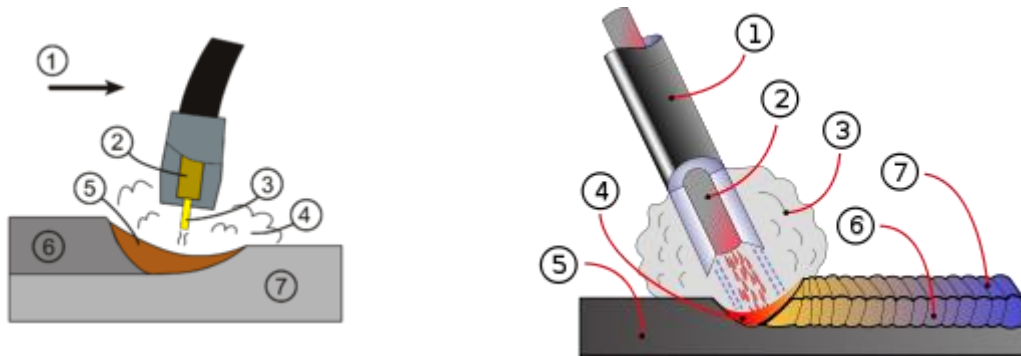


Рисунок 1.8 – Загальна схема зварювання в захисному газі

Сутність і переваги. Перевагами зварювання в захисних газах є: висока продуктивність (приблизно в 2,5 рази вище, ніж при ручному дуговому зварюванні покритими електродами); високоефективний захист розплавленого металу, особливо при використанні інертних газів; можливість візуального спостереження за зварювальною ванною і дугою; широкий діапазон товщини

зварювальних заготовок (від десятих часток міліметра до десятків міліметрів); можливість зварювання в різних просторових положеннях; відсутність необхідності зачищати шви при багатошаровому зварюванні; вузька зона термічного впливу.

Існують такі різновиди зварювання в захисному газі: зварювання в інертних одноатомних газах (аргон, гелій), в нейтральних двоатомних газах (азот, водень) і в вуглекислому газі. Найбільш широке практичне застосування отримали: аргонодугове зварювання і зварювання в вуглекислому газі. Інертний газ гелій застосовується дуже рідко через його велику вартість. Зварювання в двоатомних газах (водень і азот) має обмежене застосування, так як водень і азот в зоні дуги діляться на атоми, а атомарні азот і водень активно взаємодіють з більшістю металів.

Зварювання в захисному газі може бути ручним, механізованим та автоматичним. Ручне зварювання застосовується при з'єднанні кромek виробів товщиною до 25-30 мм і при виконанні коротких і криволінійних швів. Механізоване і автоматичне зварювання застосовується при масовому виробництві зварних конструкцій з прямолінійними швами. При дугового зварювання застосовують два способи газового захисту: струменевий місцевий захист і загальний захист в камерах.

Струменевий захист відноситься до найбільш поширених способу місцевого захисту при зварюванні. Якість струминного захисту залежить від конструкції і розмірів сопла, витрати захисного газу і відстані від зрізу сопла до поверхні зварюваного металу. На практиці застосовують три види сопел: конічні, циліндричні і профільовані. Найкращий захист забезпечується при застосуванні профільованих сопел.

При зварюванні з струменевим захистом забезпечується захист тільки зони розплавлення. Можливий підсос повітря в реакційну зону. Тому з точки зору захисту ванни її не можна визнати досконалою. Для поліпшення захисту в ряді випадків, особливо при зварюванні активних металів, застосовують місцеві камери.

Загальний захист в герметичних камерах забезпечує найбільш високий ступінь захисту металу в процесі зварювання. Це необхідно при зварюванні особливо активних металів і сплавів (наприклад, титану, цирконію, молібдену, танталу, ніобію і сплавів на їх основі).

Особливістю зварювання в захисному газі є те, що дуга горить у струмені газу, що захищає метал від шкідливого впливу навколишнього повітря. Повітря в зоні зварювання зміщується захисним газом, який оберігає від забруднення розплавлений метал зварювальної ванни. Забруднення спричинене головним чином азотом, киснем і водяними парами, що містяться в атмосфері.

Теплопровідність захисного газу впливає на температуру дуги, на величину напруги на дузі і кількість теплової енергії, що передається в зварений шов. Зі збільшенням теплопровідності газу для збереження стабільного горіння дуги необхідно збільшувати напругу на дузі. Наприклад, теплопровідність гелію і вуглекислого газу значно вище аргону, через це вони передають більше теплової енергії в зварений шов. Отже, гелій і вуглекислий газ вимагають для підтримки стабільної дуги більшої напруги і більшої потужності джерела зварювального струму.

При виборі захисного газу необхідно враховувати сумісність газу зі зварюваним металом і матеріалом електрода. Наприклад, вуглекислий газ і газову суміш з додаванням кисню не можна використовувати для зварювання алюмінію, так як поверхня металу покривається тугоплавкою оксидною плівкою. Проте, добавка до захисного газу CO_2 і O_2 корисна при зварюванні сталей. Вони надають стійкість дузі і покращують злиття металу зварювальної ванни з основним металом. Захисний газ також визначає спосіб передачі металу і глибину проплавлення.

Рідкий двоокис вуглецю застосовується для створення захисного середовища при зварюванні низьковуглецевих і деяких конструкційних і спеціальних сталей. Вуглекислий газ, що подається в зону дуги, не є нейтральним. Так, під дією високої температури дисоціює на оксид вуглецю і вільний кисень ($\text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{CO} + \text{O}$). При цьому відбувається деяке окислення розплавленого металу зварювальної ванни, і, як наслідок, метал шва виходить пористим з низькими механічними властивостями.

Для зменшення окислювального дії вільного кисню (при зварюванні плавленням) застосовують електродний дріт з підвищеним вмістом розкислюючих домішок (марганцю, кремнію). При цьому виходить безпористий шов з добрими механічними властивостями.

Перевага зварювання в середовищі CO₂ - велика швидкість зварювання і глибоке проплавлення. Основний недолік - крупнокрапельне перенесення електродного металу і високий рівень розбризкування. Поверхня зварного шва при зварюванні в середовищі CO₂ зазвичай сильно окислена.

Газоподібний двоокис вуглецю - газ без кольору і запаху при температурі 20° С і тиску 101,3 кПа (760 мм рт. ст.). Має щільність 1,839 кг/м³. Рідка двоокис вуглецю - безбарвна рідина без запаху. Двоокис вуглецю нетоксичний і невибухонебезпечний, важчий за повітря і може накопичуватися в слабо провітрюваних приміщеннях

Джерелом постійного струму служать стандартні зварювальні генератори з падаючою зовнішньою характеристикою ПС-300, ПС-500. Величину зварювального струму регулюють баластними реостатами РБ-200 від 10 до 200 А і РБ-300 від 20 до 300 А.

Застосування вуглекислого газу дозволяє механізувати зварювання швів, розташованих в будь-якому просторовому положенні, в тому числі і в стельовому. Перевагою зварювання в захисних газах є невелика вартість вуглекислого газу. Вуглекислий газ в 12 разів дешевше аргону. Для зварювання труб в середовищі вуглекислого газу, що плавиться застосовують маловуглецевої дріт з підвищеним вмістом марганцю і кремнію марок СВ-08ГС і СВ-08Г2С. Зварювання в середовищі вуглекислого газу ведуть на постійному струмі зворотної полярності. Стійкість процесу можлива лише при використанні спеціальних зварювальних генераторів з жорсткою або зростаючою зовнішньою характеристикою, а також випрямлячів. Як джерела живлення використовують зварювальні перетворювачі ПСГ-350 або ПСГ-500 або універсальні перетворювачі ПСУ-500.

Зварювання неповоротних стиків труб, приварку фланців і штуцерів

виконують за допомогою напівавтоматів А-547 і А-607. Для зварювання поворотних стиків труб можуть бути також використані автомати АСП-60, А-537, АДСП-2, головка ТСГ-7, ранцевий напівавтомат А-765. Для напівавтоматичного зварювання в вуглекислому газі застосовують напівавтомат ПДПГ-500 і подають механізми напівавтоматів ПШ-5, ПШ-54, ПДШП-500, які використовуються при зварюванні під флюсом. Напівавтоматичну зварювання труб застосовують для виконання першого шару шва (з урахуванням зварювання наступних шарів під флюсом) або для повної заварки стику в два-три шари.

Головка ТСГ-7 (рис. 84) призначена для зварювання поворотних стиків труб з умовним проходом 50-1000 мм при товщині стінки 2 мм і більше однієї поперечно хитається електродної дротом. Поперечно коливається електродний дріт дозволяє зварювати стики труб і деталей з підвищеними зазорами і зміщенням крайок.

2. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Термічні та деформаційні процеси електродугового зварювання виробів циліндричної форми

При зварюванні в металі відбуваються термічні та деформаційні і фізико-хімічні процеси. Термодеформаційні процеси полягають в пружно-пластичній деформації металу при нерівномірному нагріві в процесі зварювання і виникненні внаслідок цього тимчасових і залишкових напружень. Фізико-хімічні процеси при зварюванні відбуваються в твердому і розплавленому металі і характеризуються фазовими і структурними перетвореннями, розчиненням і виділенням речовин з розчину, дифузією і іншими явищами.

Термодеформаційні процеси і перетворення в металах при зварюванні визначають технологічну міцність металу шва і зони термічного впливу, тобто стійкість проти утворення локальних руйнувань в процесі виготовлення зварного з'єднання.

Крім того, зварювальні процеси в значній мірі визначають експлуатаційні властивості конструкції. Питання точності виготовлення зварних конструкцій засновані на знанні закономірностей утворення Деформацій і напруг при зварюванні. Експлуатаційні властивості зварних конструкцій, тобто ступінь відповідності механічних, фізичних і хімічних властивостей відповідають умовам і вимогам експлуатації, також визначаються термодеформаційними процесами і перетвореннями в металах при зварюванні.

При рівномірному нагріві матеріалу відбувається його вільне розширення без виникнення напружень. Якщо ж здійснюється нерівномірний нагрів тіла, то зв'язки нагрітих ділянок з не нагрітими перешкоджають вільному розширенню тіла. Внаслідок цього в тілі виникають температурні власні напруження, існуючі за відсутності прикладених до нього зовнішніх сил.

Температурні напруги, що виникають в процесі зварювання, прийнято називати тимчасовими напругами. Тимчасові напруги існують в тілі в процесі

зварювання на всіх стадіях нагріву, вирівнювання температур і охолодження.

Нерівномірний нагрів і зміна об'єму металу унаслідок температурного розширення, фазових або структурних перетворень приводять до виникнення пружних і пластичних деформацій. В результаті пластичних деформацій в зварних елементах після повного охолодження залишаються власні напруження, які називаються залишковими напруженнями.

Особливість процесу утворення деформацій і напруг при зварюванні - зміна властивостей металів в широких межах, обумовлене змінними температурами і характером розвитку деформацій.

Термодеформаційний цикл зварювання характеризує зміну температури і напружено-деформованого стану точки тіла в процесі зварювання. При його відтворенні на зразку можна створити такий же температурний і напружено-деформований стан, який існує в процесі зварювання.

Для цього необхідно виконати наступні вимоги:

- 1) зразок виготовляється з металу зварюваного об'єкту;
- 2) термічний цикл зразка повинен співпадати з термічним циклом при зварюванні;
- 3) характер деформації зразка визначається компонентами деформацій, що виникають при зварюванні та пружними властивостями металу.

Найбільш зручно і просто відтворювати термодеформаційний цикл закручуванням тонкостінного циліндрового трубчастого зразка, оскільки у цьому випадку дилатометричні ефекти в металі зразка не впливатимуть на кут закручування.

Для визначення закону зміни еквівалентного компонентам деформацій в зварюваному об'єкті кута закручування трубчастого зразка в загальному випадку об'ємного напруженого стану використовується математичний апарат теорії неізотермічно-пластичної течії.

Використання термодеформограм замість ізотермічних характеристик металу в розрахунках зварювальних деформацій і напруг забезпечує високу точність рішення, особливо для компонентів тимчасових деформацій і напруг.

2.2. Обґрунтування розрахункової схеми температурного поля

Для розрахунку температурного поля використовуємо розрахункову схему. Розрахункову схему вибираємо враховуючи умови зварювання, товщину пластини і швидкість зварювання. Джерело рухається з швидкістю $V = 53$ м/год на поверхні пластини товщиною $\Delta = 16$ мм.

Дане джерело рухається прямолінійно з точки O_o в напрямку осі X . Припустимо, що з моменту руху джерела пройшов час t_n воно знаходиться в точці O (рис. 2.1). Потрібно визначити приріст температури точки A (x ; y ; z).

Для цього запишемо приріст температури в точці A від миттєвого точкового джерела теплоти яке діяло протягом часу dt у точці O' . З моменту виділення теплоти в точці O' пройшов час t . Використаємо рівняння:

$$\Delta T = \frac{2Q}{c_p(4\pi\alpha t)} e^{\frac{-R^2}{4\alpha t}}, \quad (2.1)$$

де Q – кількість введеної теплоти; c_p – об'ємна теплоємність металу, Дж/м град.; α – коефіцієнт температуропровідності, м²/с; t – час, с; R – просторовий радіус-вектор, віддаль від початкової точки до початку системи координат.

Припустимо, що $Q = qdt$, а відстань $O'A = \sqrt{(x+Vt)^2 + y^2 + z^2}$.

Тоді

$$dt = \frac{2qdt}{c_p(4\pi\alpha t)^{\frac{3}{2}}} e^{\frac{-(x+Vt)^2 + y^2 + z^2}{4\alpha t}}. \quad (2.2)$$

Сумуємо приріст температури від всіх елементарних джерел теплоти на лінії OO_o . Час розподілення теплоти від миттєвого джерела в точці O_o дорівнює t_n . Тому (2.2) інтегруємо в межах від 0 до t_n :

$$\Delta T = \int_0^{t_n} \frac{2qdt}{c_p(4\pi\alpha t)^{\frac{3}{2}}} e^{\frac{-(x+Vt)^2 + y^2 + z^2}{4\alpha t}}. \quad (2.3)$$

Після перетворення отримаємо

$$\Delta T = \frac{2qdt}{c_p(4\pi\alpha t)^{\frac{3}{2}}} e^{\frac{-Vt}{2\alpha}} \int_0^{\frac{Vt}{2\alpha}} e^{\frac{V^2}{4\alpha} - \frac{R^2}{4\alpha t}} \frac{dt}{t^{\frac{3}{2}}}. \quad (2.4)$$

де $R^2 = x^2 + y^2 + z^2$.

Рівняння (2.4) виражає приріст температур в тілі на стадії теплонасичення, тобто коли температура окремих точок неперервно підвищується.

Після тривалої дії джерелом теплоти досягається граничний стан і коли температура окремих точок в рухомій системі координат перестає змінюватися з часом. Такий стан досягається при $t_n \rightarrow \infty$ і називається квазістаціонарним.

В такому випадку рівняння (2.4) зміниться після підстановки $R^2/4at = \lambda x$ матиме вигляд:

$$\Delta T = \frac{q}{2\pi\lambda R} e^{\frac{-VRx}{2\alpha}}. \quad (2.5)$$

де q – ефективна теплова потужність джерела, Вт; λ – коефіцієнт теплопровідності, Вт/м*К; V – швидкість переміщення джерела нагріву, м/с; x – абсциса точки в рухомій системі координат. м.

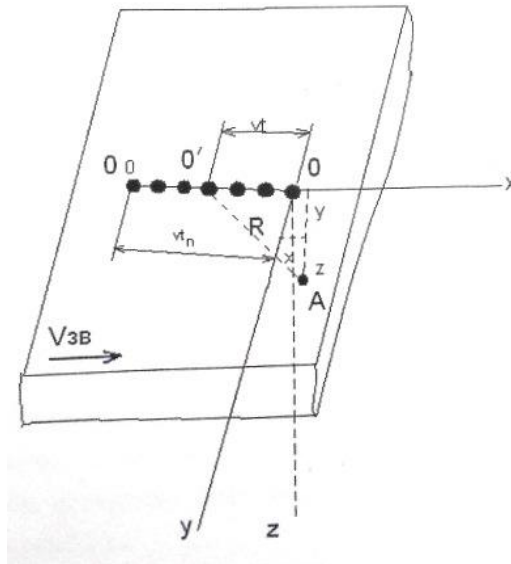


Рисунок 2.1 – Схема переміщення діючого джерела на поверхні тіла

Для розрахунку температурного поля вздовж осі переміщення джерела нагрівання використовуємо формулу

$$T = \frac{q}{2\lambda} e^{\left[\frac{-V}{2\alpha} (R+x)+y \right]} + T_c, \quad (2.6)$$

де y – ордината товчки в рухомій системі координат. м; T_c – температура середовища, град.; y змінюється від 0 до 0,03, а x від 0,15 до 0,015 м.

Результати розрахунку температурного поля заносимо в таблицю 2.1.

За результатами розрахунку таблиці 2.2 будуємо графік температурного поля граничного стану при русі точкового джерела на поверхні тіла, рис. 2.2.

Поверхневі ізотерми одержуємо внаслідок перебудови кривих розподілу температур вздовж осі x .

При проведенні розрахунку по формулі (2.6) будемо використовувати такі константи:

$$A = \frac{q}{2\pi\lambda} = \frac{UIK}{2\pi\lambda} = \frac{190 \cdot 27 \cdot 0,74}{2 \cdot 3,14 \cdot 41,9} = 13,5;$$

$$B = -\frac{V}{2\alpha} = -\frac{53}{2 \cdot 8,7 \cdot 10^{-6} \cdot 3600} = -119,7.$$

Проведемо розрахунок температурного поля точки, яка нагрівається до температури 1773 К за формулою 2.1 з використанням констант при $y = 0,006$.

Таблиця 2.1 – Результати розрахунку температурного поля (Т.К)

y, м x, м	0	0,0 01	0,0 02	0,0 03	0,0 04	0,00 5	0,0 06	0,00 7	0,0 08	0,0 09	0,01	0,0 12	0,01 5	0,0 2	0,03
- 0,15	38 3	38 2,9	382	382 ,6	381 ,5	382, 1	38 2,9	381, 2	38 0,6	37 9,9	379, 3	37 7,4	374, 9	36 9,2	354, 9
- 0,13	39 6,8	39 6,7	395 ,2	397 ,2	397 ,6	395, 5	39 6,8	394, 4	39 3,6	39 2,8	391, 8	38 9,2	386, 1	37 8,5	360, 3
- 0,11	41 5,7	41 5,6	415 ,5	416 ,2	415 ,6	413, 9	41 5,7	412, 2	41 1,2	41 0,1	408, 7	40 5,1	400, 7	39 0,4	466, 4
- 0,09	44 3,1	44 2,8	439 ,7	443 ,8	442 ,8	440, 2	44 3,1	437, 7	43 6,2	43 4,5	432, 5	42 7,1	420, 2	40 5,7	372, 7
- 0,07	48 5	48 5,6	480 ,5	487 ,5	485 ,5	481, 3	48 5,4	477, 1	47 4,5	47 1,6	468, 4	45 9,4	449, 1	42 5,8	378, 2
- 0,05	56 3,2	56 2,5	552	565 ,4	562	553, 7	56 3,8	545, 2	54 0,1	53 4,5	528, 3	51 1,1	492, 1	45 1,5	379, 2
- 0,03	74 3,1	74 1,8	714 ,8	732 ,1	725 ,2	715, 4	70 4,5	691, 2	67 6,8	66 1,4	644, 9	60 1,6	557, 1	47 5,2	365, 6
- 0,00 15	49 3,4	11 87	108 3	114 4	111 0	106 8	10 38	971, 1	91 9,1	86 6,8	815, 4	69 6,7	597, 1	45 7,4	337, 4

- 0,00 75	20 93	20 63	197 8	208 3	170 3	154 3	13 86	1240	11 08	99 1,1	889, 2	69 2,2	560, 4	41 4,6	319, 9
- 0,00 25	56 93	51 93	329 3	321 8	249 1	196 5	15 94	1303	10 93	93 3,8	810, 5	60 6,2	488, 9	37 5,1	309, 8
0	∞	15 49 7	561 4	344 2	239 0	178 3	13 95	1132	94 4,5	80 7,5	704, 1	53 7,3	444, 3	35 5,6	305, 7
0,00 25	32 73	29 97 2	243 3	190 7	15, 6	121 5	10 05	850	73 4,7	64 6,6	578, 6	46 5,8	401, 1	33 8,6	302, 3
0,00 75	59 5	59 0,5	576 ,3	555 ,2	530	503	47 8	452, 2	43 0,1	41 0,3	493, 2	36 0,1	337, 9	31 3,4	297, 5
0,01 25	34 8,3	34 7,1	346 ,3	344 ,5	341	335	33 4	331, 8	32 8,2	32 4,8	321, 4	31 4,1	308, 3	30 0,8	294, 9
0,01 5	31 8,4	31 8,2	317 ,1	316 ,1	314 ,8	314, 4	31 3,7	312, 2	31 0,6	30 9,2	307, 7	30 4,4	301, 6	29 7,6	294, 3

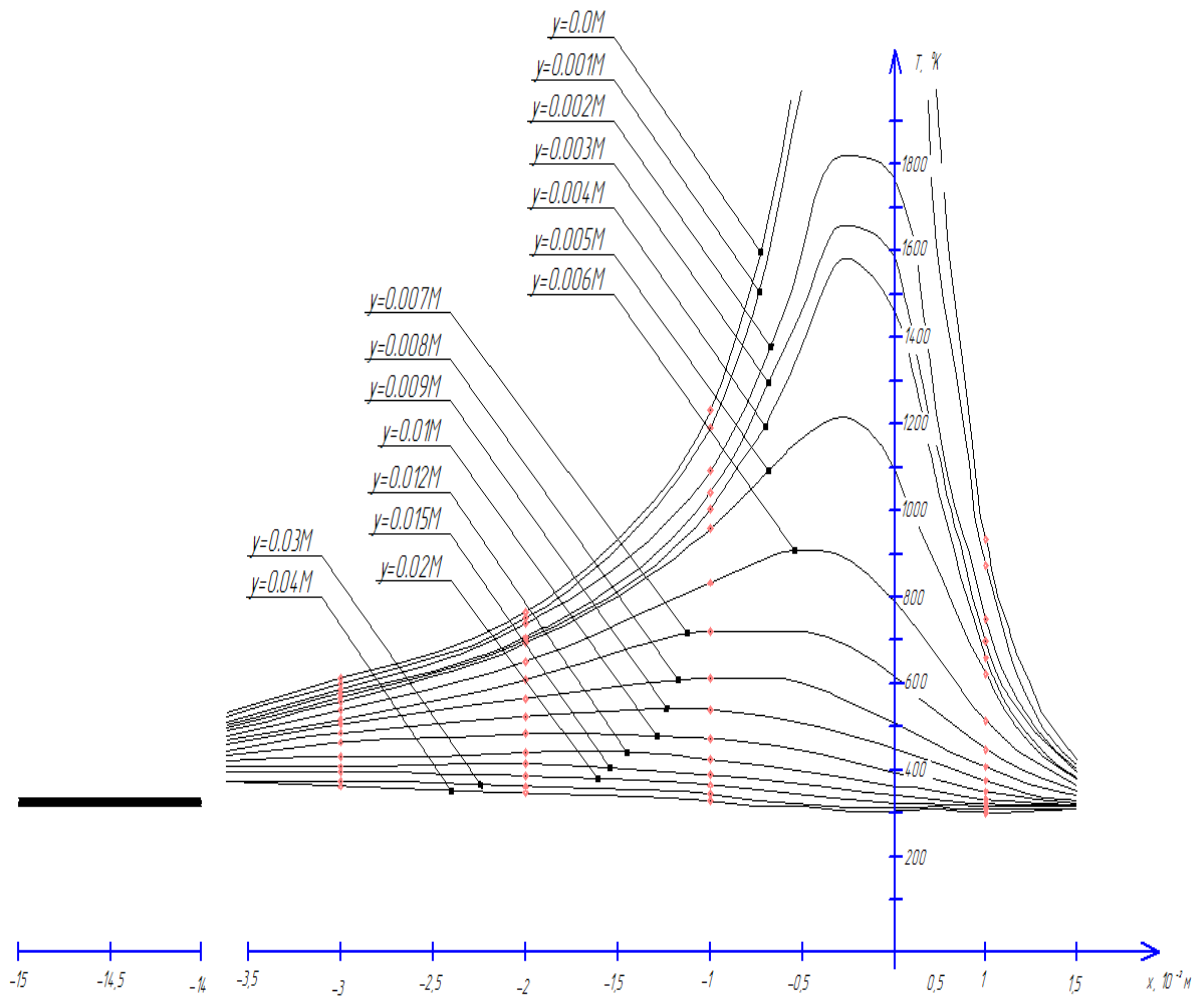


Рисунок 2.2 – Графік температурного поля граничного стану під час руху точкового джерела теплоти на поверхні тіла

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку температурного поля точки, яка нагрівається до температури 1600 К (Т.К) для $y = 0,006$ м

x , м	y , м
-0,15	382,9
-0,13	396,8
-0,11	415,7
-0,09	443,1
-0,07	415,4
-0,05	563,8
-0,03	704,5
-0,015	1038
-0,0075	1386
-0,0025	1594
0	1395,5
0,0025	1005
0,0075	487
0,0125	334
0,015	313,7

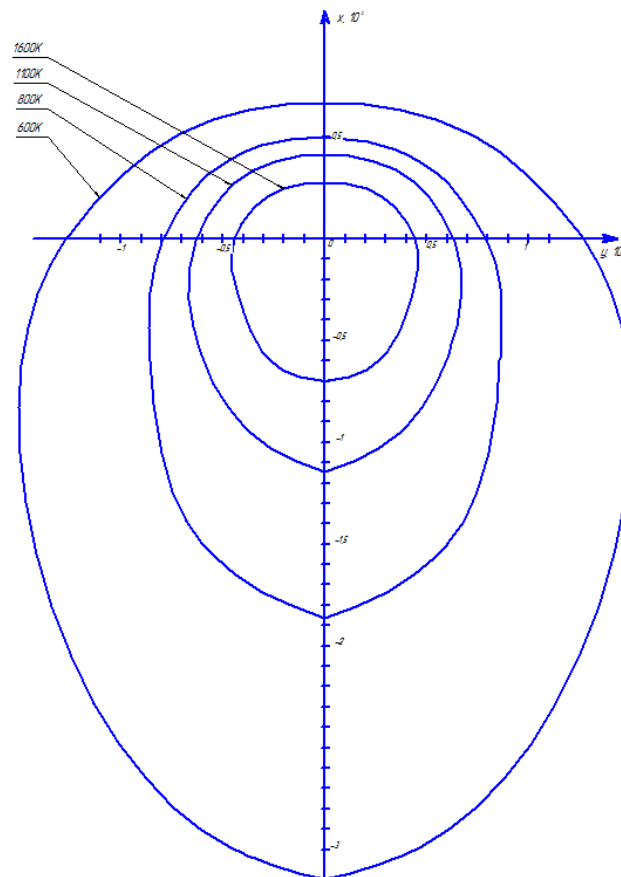


Рисунок 2.3 – Графік ізотерм на поверхні тіла

Таблиця 2.3 – Координати точок для побудови поверхні ізотерм

T	Величина координат, м*10 ²							
1600 K	Y		Y		Y		Y	
	0		0.4		0.5		-	
	X	-X	X	-X	X	-X	X	-X
	0.37	1.03	0.2	0.85	0.08	0.7	-	-
1100 K	Y		Y		Y		Y	
	0		0.2		0.4		0.6	
	X	-X	X	-X	X	-X	X	-X
	0.48	1.62	0.4	1.55	0.31	1.5	0.19	1.37
800 K	Y		Y		Y		Y	
	0		0.2		0.4		0.8	
	X	-X	X	-X	X	-X	X	-X
	0.6	2.62	0.53	2.55	0.48	2.32	0.17	2.09
600 K	Y		Y		Y		Y	
	0		0.4		0.6		1	
	X	-X	X	-X	X	-X	X	-X
	0.75	4.74	0.63	4.36	0.58	3.84	0.2	3.5

2.3. Розрахунок розподілення максимальних температур і визначення розмірів ділянок зони термічного впливу

Зона термічного впливу складається з наступних ділянок (див. рис. 2.4):

- ділянка неповного розплавлення;
- ділянка перегрівання;
- ділянка нормалізації;
- ділянка неповної перекристалізації;
- ділянка рекристалізації;
- ділянка сине ломкості.

Розглянемо структуру і властивості кожної з ділянок зони термічного впливу.

Ділянка неповного розплавлення - топка перехідна смуга від металу шва до основного металу. Максимальні температури цієї ділянки знаходяться в межах від температури плавлення сталі 1773 К до температури солідус 1746 К. Отже, тут є рідка і тверда фаза, що полегшує розвиток зерна.

На ділянці відбувається безпосереднє змішування металу шва з основним металом шва, тому він, як правило, визначає якість зварного з'єднання. Структура феритно-перлітна з окантовкою перлітних виділень феритними прошарками.

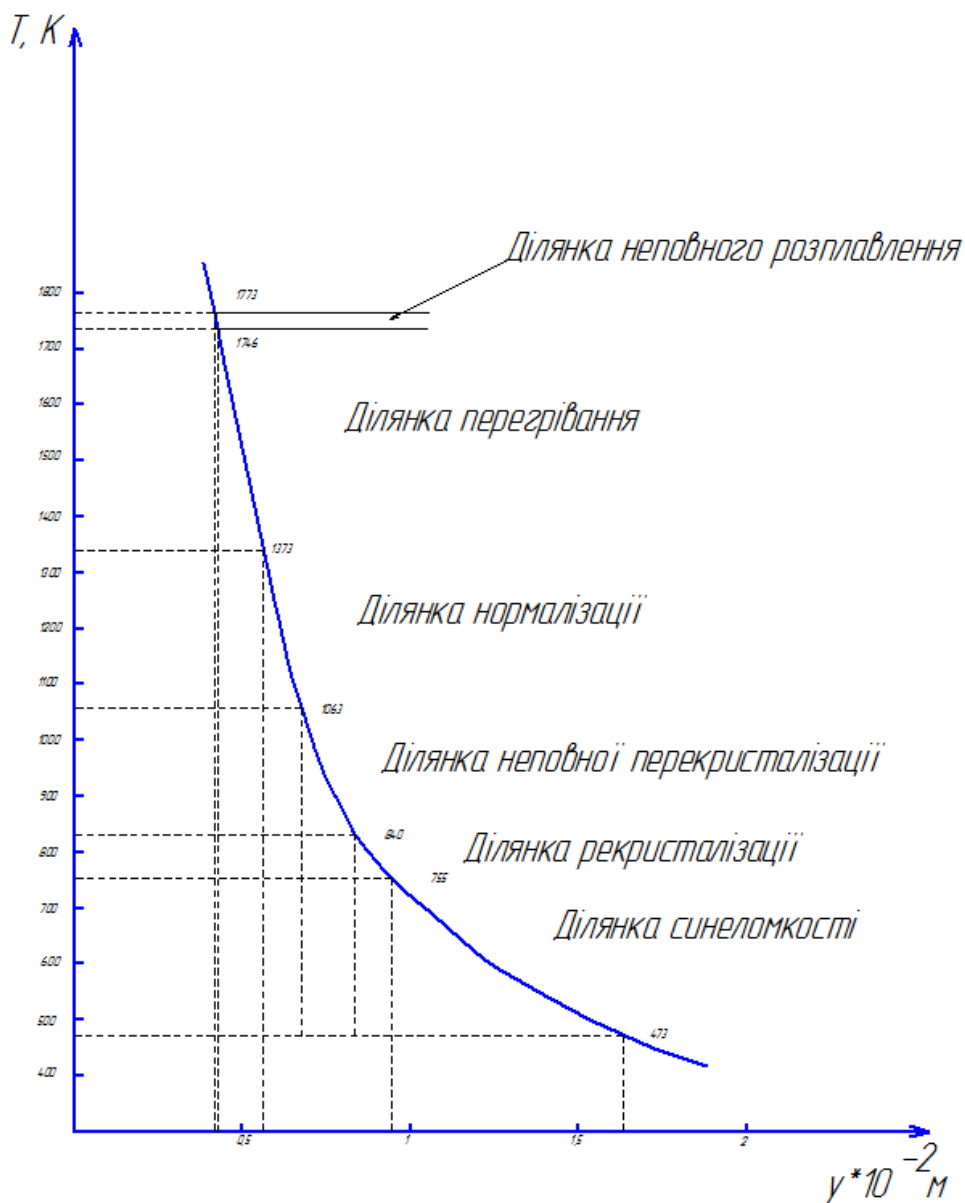


Рисунок 2.4 – Визначення розмірів ділянок зони термічного впливу

Ділянка перегрівання лежить в інтервалі температур 1746 - 1514 К. Зерно в цих умовах встигає сильно вирости, а подальша перекристалізація при охолодженні не дає його помітного подрібнення, тому метал цієї ділянки характеризується крупнозернистістю.

Ферит оточує зміцнені перлітні зерна своєрідною каймою, причому деколи тут спостерігається відманштетова структура. Ділянка перегріву характеризується погіршенням механічних властивостей, тому чим менше її розміри, тим вища якість зварного з'єднання.

Ділянка нормалізації знаходиться в інтервалі максимальних температур 1514 - 1043 К. Оскільки тривалість перебування металу в цих температурах невелика, то зерно аустеніту помітно виросте.

Подальша перекристалізація металу приводить до отримання дрібної рівно вісної структури. Метал цієї ділянки, має самі високі механічні властивості.

Ділянка неповної перекристалізації знаходиться в інтервалі максимальних температур 1043 - 1028 К. При досягненні металом температури 1028 К проходить евтектоїдне перетворення А – П.

Перліт переходить в аустеніт, а потім ферит розчиняється в аустеніті. В цьому інтервалі температур частина фериту не розчиняється в аустеніті і при охолодженні буде виділятися з аустеніту та утворювати ділянки нових зерен фериту: закінчується вторинна кристалізація евтектоїдним перетворенням

Кожній температурі, що лежить вище 1028 аж до 1043 К відповідає певна кількість фериту, що розчиняється в аустеніті і лише в смужці металу, що прилягає до ділянки нормалізації де буде досягнута температура 1043 К в аустеніті розчиняється весь ферит і кінцева структура металу на цій ділянці складається з крупних зерен фериту, що не пройшли перекристалізацію і розташованих навколо колоній дрібних зерен фериту і перліту.

Механічні властивості цієї ділянки гірші, ніж властивості ділянки нормалізації. Ділянка рекристалізації спостерігається в зоні термічного впливу при зварюванні металу лише після холодного оброблення тиском, ця ділянка

обмежується температурами 1028 - 709 К, тобто температурою нижньої границі рекристалізації, яка визначається за правилом А.А. Бочвара

$$T_{\text{рек}} = T_{\text{пл}} * 0,4 \approx 1773 * 0,4 \approx 709 \text{ К.}$$

Ні даній ділянці спостерігається рекристалізація зерен фериту, тобто зростання цих зерен з їх роздріблених частин, одержаних при пластичних деформаціях металу.

Таке зростання можливе за рахунок переходу атомів заліза із гадки сусіднього зерна в сусідню, яка володіє меншою вільною енергією, в цьому випадку ніякого поліморфного перетворення не відбувається.

Структуру ділянки рекристалізації складають рівно вісні зерна перліту і фериту.

Ділянка синеломкості знаходиться у температурному інтервалі 500-200К. Явище синеломкості пояснюється виділенням твердого розчину альфа заліза субмікроскопічних частинок різних домішок розташованих на границях зерен.

Різких меж між ділянками зони термічного впливу немає, спостерігається плавний поступовий перехід однієї структури в іншу.

Розмір ділянок зони термічного впливу має велике значення для оцінки якості зварного з'єднання [3].

Таблиця 2.4 – розміри ділянок зони термічного впливу

Назва ділянки	Розмір ділянки 10^{-2} м
Неповного розплавлення	0,02
Перегрівання	0,08
Нормалізації	0,12
Неповної перекристалізації	0,05
Рекристалізації	0,38
Синеломкості	1,26

$$\Delta T = T_n - T_c. \quad (2.7)$$

$$2L_{1773} = \sqrt{\frac{8 \cdot 3552}{3.14 \cdot 2.7183 \cdot 0.002 \cdot 4.8 \cdot 10^6 \cdot 1480}} = 15.3 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$2L_{1746} = \sqrt{\frac{8 \cdot 3552}{3.14 \cdot 2.7183 \cdot 0.002 \cdot 4.8 \cdot 10^6 \cdot 1307}} = 16.3 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$2L_{1100} = \sqrt{\frac{8 \cdot 3552}{3.14 \cdot 2.7183 \cdot 0.002 \cdot 4.8 \cdot 10^6 \cdot 807}} = 20.7 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$2L_{800} = \sqrt{\frac{8 \cdot 3552}{3.14 \cdot 2.7183 \cdot 0.002 \cdot 4.8 \cdot 10^6 \cdot 507}} = 26.1 \cdot 10^{-3} \text{ м};$$

$$2L_{600} = \sqrt{\frac{8 \cdot 3552}{3.14 \cdot 2.7183 \cdot 0.002 \cdot 4.8 \cdot 10^6 \cdot 307}} = 33.6 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Довжина зварювальної ванни:

$$L = \frac{q}{2\pi\lambda} (T_n - T_c). \quad (2.8)$$

$$L = \frac{3552}{2 \cdot 3.14 \cdot (1773 - 293)} = 9.1 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Ширина зварювальної ванни при температурі $T = 1773 \text{ К}$:

$$B = 2 L_{1773}. \quad (2.8)$$

$$B = 16 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Глибина перерізу проплавлення:

$$H = B/2. \quad (2.9)$$

$$H = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Площа перерізу проплавлення:

$$F_{np} = \frac{\pi H^2}{2}. \quad (2.10)$$

$$F_{np} = 9.06 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2.$$

Таблиця 2.5 – Координати точок для побудови термічного циклу точки, яка нагрівається до температури 1600 К.

x , м	L , м	t , с	T , К
1,5	0	0	313,7
1,25	0,25	1,2	334
0,75	0,75	3,6	478
0,25	1,25	6	1005
-0,25	1,75	8,4	1594
-0,75	2,25	10,8	1386
-1,5	3	14,4	1038
-3	4,5	21,6	704
-5	6,5	31,2	563
-7	8,5	40,8	485
-9	10,5	50,4	443
-11	12,5	60	415,7
-13	14,5	69,2	396
-15	16,5	79,2	382

Розрахунок термічного циклу точки, яка нагрівається до температури 1600 К.

Для проведення розрахунків побудуємо графік термічного циклу точки, яка нагрівається до температури 1600К. Його одержимо графічною побудовою з рисунку 2.2.

Для цього розраховуємо час нагрівання і охолодження ділянок за формулою [5]:

$$t = \frac{L}{V}, \quad (2.10)$$

де t – час зварювання, с; V – швидкість зварювання, м/с; L – довжина ділянки, м.

Час всього циклу зварювання рівний

$$t = \frac{46,5 \cdot 10^{-2}}{0,002083} = 79,2 \text{ с.}$$

Температури точок у відповідні моменти часу заносимо в таблицю 2.5.

За даними таблиці 2.5 будемо термічний цикл точки, що нагрівається до температури 1600 К (див. рис. 2.5).

Розраховуємо миттєву швидкість охолодження при температурі 800 К двома способами. Графічно швидкість охолодження при температурі 800 К знаходимо провівши дотичну до вказаної точки. На ній по обидві сторони від точки дотику відкладаємо рівні відрізки.

Проектуванням на осі визначаємо відповідно температури і час для точок:

$$\begin{aligned} T_1 &= 700 \text{ К}, t_1 = 21,2 \text{ с}; \\ T_2 &= 900 \text{ К}, t_2 = 16,2 \text{ с (див. рис 2.5)}. \end{aligned}$$

Визначаємо швидкість охолодження:

$$W_r = \frac{900 - 700}{21,2 - 16,2} = 40 \text{ с.}$$

Аналітично швидкість охолодження при температурі 800 К знаходять за формулою [5]:

$$W_r = -2\pi\lambda \frac{(T - T_c)^2 V}{q}, \quad (2.11)$$

де T – температура, при якій визначається швидкість охолодження в К; T_c – температура середовища, К; q – ефективна теплова потужність, Вт.

$$W_r = -2 \cdot 3,14 \cdot 41,9 \frac{(800 - 293)^2 \cdot 0,002083}{3552} = 39,6 \text{ К/с.}$$

Обраховуємо похибку, яка виникла при розрахунку швидкості охолодження графічним і аналітичним методами за формулою:

$$E = \frac{|W_r| - |W_a|}{|W_r|} 100\%, \quad (2.12)$$

де W_r – швидкість охолодження при температурі 800 К, знайдена графічно; W_a – швидкість охолодження при температурі 800 К, знайдена аналітично.

$$E = \frac{40 - 39,6}{40} 100 = 1 \text{ \%}.$$

Похибка при розрахунку швидкості охолодження графічним та аналітичним методами становить 1%.

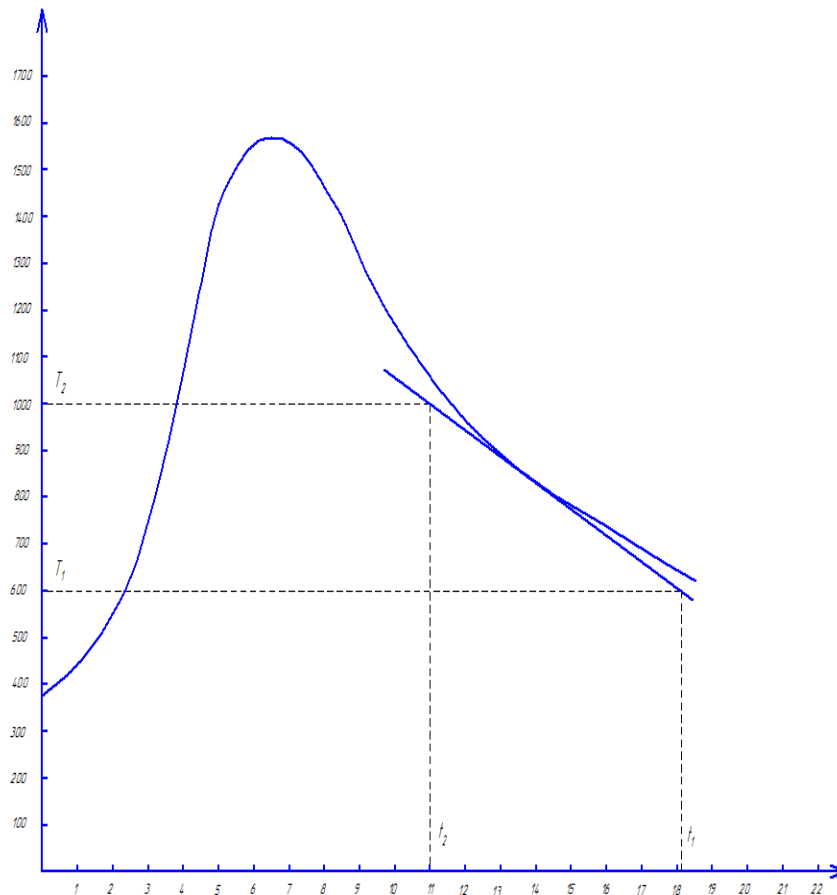


Рисунок 2.5 – Термічний цикл точки, що нагрівається до температури 1600 К

2.4. Визначення структури сталі 20 К в точці, яка нагрівається до температури 1600 К

Критична швидкість охолодження вуглецевих сталей при гартуванні набагато менша, ніж низьковуглецевих. Це пов'язано з помітним збільшенням

інтервалу малої стійкості аустеніту. Тому при охолодженні навіть на повітрі частина аустеніту могла переохолодитися і відбудеться перетворення нижче M_n . В умовах нагріву і охолодження в ЗТВ при зварюванні в найбільш перегрітих ділянках з гомогенним аустенітом при підвищеній швидкості охолодження може утворюватися аустеніт.

Утворення мартенситу в зоні термічного впливу при зварюванні вуглецевих сталей основна проблема при зварюванні у зв'язку із схильністю до утворення холодних тріщин. Холодні тріщини можуть виникати зраз) після зварювання і через деякий час. Недоліком зварних з'єднань є також мартенситна структура зони термічного впливу, що визначає підвищену крихкість цих ділянок, яка може проявитися при експлуатації, особливо при роботі в понижених температурах.

Оскільки, загартованість сталей зростає з підвищенням степені легованості, то схильність до утворення холодних тріщин орієнтовано оцінюється показником еквіваленту вуглецю:

$$C_{\text{екв}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Si}/24 + \text{Ni}/10 + \text{Cr}/15 + \text{Mo}/4 + \text{Cu}/15 + \text{V}/14 + 5\text{B},$$

де C, Mn, Si, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – вміст відповідних елементів у сталі, %.

Тоді, для сталі 20К будемо мати:

$$C_{\text{екв}} = 0,26 + 1,0/6 + 0,40/24 + 0,30/10 + 0,30/5 + 0,30/15 = 0,55 \text{ \%}.$$

Оскільки, $C_{\text{екв}} > 0,45$ то в результаті зварювання у шві і в зоні термічного впливу можуть утворюватися холодні тріщини.

Для усунення можливого утворення холодних тріщин перш за все необхідно зменшити швидкість охолодження зварювальної ванни, що зменшить рівень зварювальних напружень. Це досягається створенням певного термічного циклу зварювання, в якому збільшують погонну енергію, чи застосовують попередній підігрів. Зменшують рівень напружень наступним термічним обробленням.

Для оцінки ймовірності утворення холодних тріщин, при заданому ре-

жимі зварювання, для ділянки, яка нагрівається до температури 1600K, на діаграмі анізотермічного розкладу переохолодженого аустеніту, для сталі 20К, побудуємо графік залежності температур і структури сталі від часу при охолодженні (див. рис. 2.6).

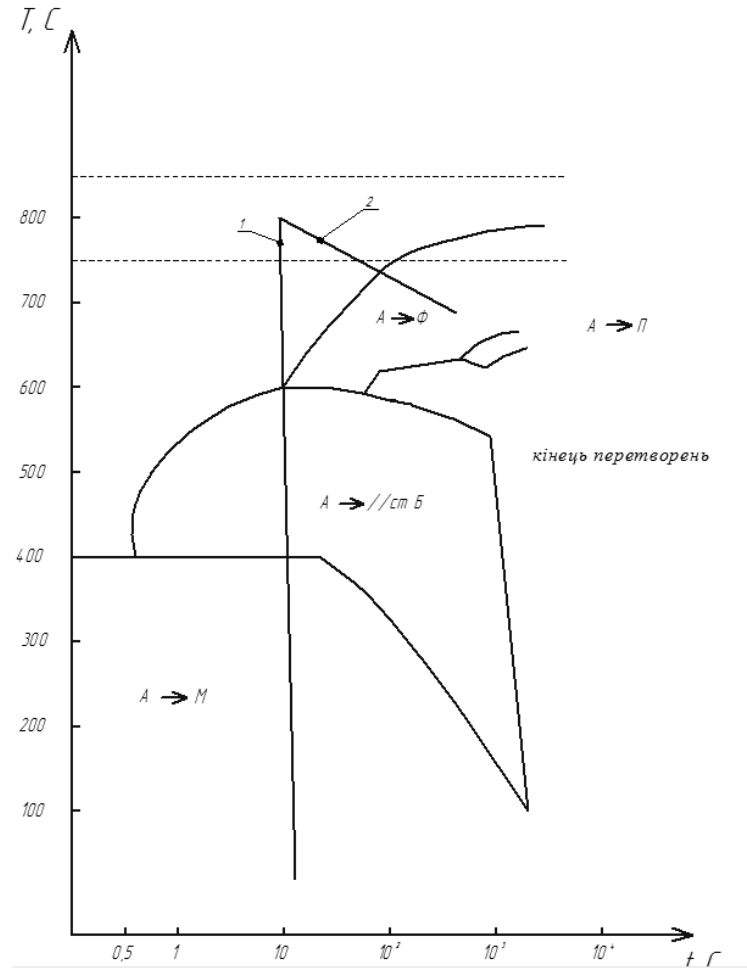


Рисунок 5.6 – Діаграма анізотермічного розпаду переохолодженого аустеніту сталі 20К: 1 – зварювання без підігрівання; 2 – зварювання з підігріванням

Опишемо структури, які утворюються при охолодженні точки, що нагрівається до температури 1600 К. На початку охолодження існує аустеніт. При температурі 898 К відбувається перетворення аустеніту в ферит. Досягнувши температури 783К аустеніт переходить у верхній бейніт, який при наступному охолодженні перетворюється у нижній бейніт. Кінцевим є перетворення бейніту нижнього у мартенсит.

Для того, щоб позбутися мартенситної структури, яка є крихкою, потрібно застосувати підігрів до температури 523K. За формулою 2.12 визначаємо швидкість охолодження:

$$W_a = -2 \cdot 3,14 \cdot 41,9 \frac{(800 - 523)^2 \cdot 0,002083}{3552} = -11,82 \text{ K/c.}$$

В результаті підігріву сталі 20K до температури 523K, що забезпечить швидкість охолодження $W_a = -11,82 \text{ K/c}$, ми отримаємо кінцеву структуру сорбіт, який забезпечує зниження твердості та інших показників підвищує показники пластичності (ψ , δ).

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Загальна характеристика зварного виробу циліндричної форми

Призначення виробу. Виріб циліндричної форми приймаємо у вигляді збірника випарів газів. Даний виріб являє собою товстостінну зварну ємкість циліндричної форми. Збірник випарів призначений для збору випарів та охолодження продуктів вінілхлориду, який знаходиться у нижній ємкості. При охолодженні продукту водою у нижній ємкості утворюється пара, що по трубах піднімається у верхню ємкість, звідки суха пара через патрубки йде на вихід, а сконденсована по трубах повертається у нижню ємкість і процес повторюється.

Технічні вимоги до виробу. При виготовленні ємкості необхідно дотримуватися “Вимог до виготовлення та безпечної експлуатації посудин, що працюють під надлишковим тиском”. Для виготовлення ємкості використовують Сталь 20К. Це вуглецева якісна сталь. Буква К означає котельна. Сталь 20К добре зварюється практично всіма способами зварювання плавленням, і зварювання тиском, і не схильна до відпускнуї крихкості. При зварюванні ємкості необхідно забезпечити наступне :

а) матеріал основний та зварювальний повинен відповідати вимогам креслення, а також ДСТУ-3-17-191-2000 “Посудина та апарати сталіні зварні. Загальні технічні умови.”

б) деталі під зварювання повинні бути акуратно зачищенні від бруду, іржі та мастила;

в) на поверхні обичайки та днищ не допускаються риси, забоїни та подряпини, якщо після зачищення їх товщина стінки буде меншою ніж вказано на кресленні;

г) зварник повинен забезпечити точність встановлення розмірів за допомогою інструменту.

Після складання та зварювання обичайки корпус повинен задовольняти такі вимоги :

- 1) відхилення по довжині і 0.3 % від заданої величини, але не більше $\pm 75\text{мм}$;
- 2) відхилення від прямолінійності - 2 мм на довжині 1 м, але не більше 30 мм на всю довжину корпусу;
- 3) вимоги до зварних з'єднань згідно ДСТУ -З-І 7-191-2000;
- 4) контроль якості зварних з'єднань згідно ДСТУ -З-17-191-2000.

Всі вихідні матеріали повинні бути позначені сертифікатом заводу постачальника. При його відсутності матеріали не можуть бути допущені до виробництва без попередніх випробувань з метою встановлення відповідності матеріалу вимогам стандартів або технічним вимогам на постачання. Частота і вологість зварювальних матеріалів повинні відповідати вимогам діючих нормативно-технічних документів на ці матеріали.

Для забезпечення необхідної якості зварних швів потрібно врахувати форму поверхні виробу. З метою забезпечення щільності контакту поверхні виробу, що дотикаються необхідно забезпечити співвісність кромek заготовки.

Зварювання повинно забезпечити герметично якісне, надійне та рівномірне з'єднання, яке б відповідало вимогам та завданням за правильно вибраних параметрах режиму зварювання, зварювальних матеріалів, технології процесу і технічних умов.

Технічні умови на виготовлення. При зварюванні ємкості необхідно забезпечити дистанцію між заготовками і послідовну їх подачу в зону зварювання. Переміщення заготовок повинно бути плавним, без ривків і заїдань. Допуски на розміри деталей повинні забезпечувати: складання деталей і дотримання зазорів в стиках елементів, які з'єднуються передбаченими стандартами; одержання складальних розмірів і виконання технічних умов на зварювання з врахуванням зварювальних деформацій.

Вимоги до матеріалу і напівфабрикатів. До матеріалу виробу ставляться вимоги: високий комплекс механічних властивостей, що забезпечують надійну і тривалу роботу конструкції, технологічність, низька вартість і доступність. Для зварювання вуглецевої сталі в CO_2 використовують дріт марки св08Г2С. Не

допускається застосування зварювального дроту, який покритий іржею, мастилом та брудом. Зварювальні матеріали повинні зберігатися окремо по марках і партіях в закритому сухому приміщенні. Якщо зварювання проводиться в холодну пору року, то заготовки потрібно подавати в цех раніше.

Вимоги до розмірів і геометричної форми виробу. Однією з технічних умов на виготовлення виробу є вимоги до геометричної форми та розмірів. Форма деталі і її взаємне розміщення повинно забезпечувати видимість зварювальної ванни і кут між зварювальним дротом та виробом $\alpha = 45 \pm 15^\circ$. Потрібно забезпечити співвісність одна відносно одної кромки, також притиснення їх з метою забезпечення щільності контакту кромки виробу, які дотикаються і зняття залишкових напружень і деформацій, які значно впливають на геометричну форму і розміри виробу.

Вимоги до складання. Складання під зварювання - це технологічна операція, яка забезпечує деталям які зварюють необхідне взаємне розміщення з закріпленням їх спеціальними пристосуваннями чи прихопленнями.

При складанні виробу необхідно щоб притиснення кромки виробу при стиковому зварюванні було щільним, без хвилястості і нерівностей по кромках виробу. Складання і зварювання проводити після розміщування і контролю розмірів. Зварник повинен забезпечити точність виставлених розмірів за допомогою інструменту.

Вимоги до зварних з'єднань. Готові зварні з'єднання не повинні мати дефектів, що виходять за межі норм встановлених діючим стандартом. При наявності дефектів, що допускаються без виправлень загальна довжина ділянок з дефектами не повинна перевищувати в з'єднаннях 10% від загальної довжини шва. Виправлення дефектів в стінках не дозволяється проводити більше двох разів в одному й тому ж місці.

Вимоги до якості. При правильно вибраних параметрах режиму зварювання, зварювальних матеріалів, типу з'єднання, технології існуючого технологічного процесу і технічних умов, забезпечується герметичне якісне і рівноцінне з'єднання з основним металом виробу.

Від якості зварних з'єднань залежить працездатність зварного виробу, а отже і безпечність його роботи в процесі експлуатації. Вимоги до зварних з'єднань повинні відповідати ДСТУ 3-17-191-2000 р.

3.2. Аналіз існуючого технологічного процесу та вибір матеріалу зварного виробу

Весь листовий метал проходить в корпусному оброблювальному цеху дробоструменеве очищення від окалини, іржі і бруду. Після очищення листи подають на різальні машини для вирізання заготовок, попередньо розмітивши їх згідно креслення. Після різання деталі маркуються крейдовою міткою. З допомогою пресу отримують необхідну форму заготовки. Заготовки транспортуються на складання і зварювання. Заготовки встановлюються на складально-роликовий стенд.

На складання заготовки подаються механізовано за допомогою рельсових кранів і електрокарів. Згинання заготовок під зварювання проводиться на двох валкових вальцях.

Зварювання виробу проводиться автоматизовано в середовищі $\text{CO}_2 + 30\% \text{O}_2$ з відповідно вибраним і розрахованим параметром режиму зварювання.

Після зварювання проводиться візуальний контроль зварного з'єднання.

Технічний контроль включає в себе: вхідний контроль; операційний контроль; приймальний контроль. Контроль якості зварних з'єднань слід проводити періодично у відповідності з вимогами діючого стандарту і в об'ємі встановленому графіками перевірки і технологічними процесами.

Методи контролю якості швів встановлює ГОСТ 3242-79 в якому передбачено виявлення дефектів з використанням не руйнуючих і руйнуючих методів.

Для виготовлення колони збірника випарів використовуємо Сталь 20К. Це маловуглецева якісна сталь, не схильна до відпускнуї крихкості. Хімічний склад і механічні властивості Сталі 20К подані в таблицях 3.1 і 3.2.

Таблиця 3.1 – Хімічний склад сталі 20К, згідно ГОСТ 5520-71, %

C	Mn	Si	Cr	S	P	Cu	Ni	As
			Не більше					
0,19-0,26	0,7-1,0	0,17-0,40	0,30	0,035	0,040	0,30	0,30	0,08

Таблиця 3.2 – Механічні властивості сталі 20К, згідно ГОСТ 5520 – 79, %

ГОСТ	Стан постачання	Переріз, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	$\delta_5, (\delta_4)$
			МПа		%
			не менше		
5520-79	Листи категорій 2-5,10,11,15,16,18, 20	1 до 60 зв. 60	265 255	430-590	22

Для забезпечення працездатності і якості виробу необхідно, щоб конструкційна сталь володіла високою конструктивною міцністю. При виборі матеріалу виробу необхідно врахувати призначення і необхідність конструкції. Від матеріалу вимагається технологічність: добре оброблене піском різанням, а також зварюваність, здатність з'єднувальних металів утворити якісне зварне з'єднання. Зварюваність сталі 20К яка застосовується для виготовлення колони збірника випарів визначається за еквівалентним вмістом вуглецю [6]:

$$C_{\text{екв}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Si}/24 + \text{Ni}/10 + \text{Cr}/5 + \text{Mo}/4 + \text{Cu}/15 + \text{V}/14 + 5\text{B}, \quad (3.1)$$

де C, Mn, Si, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B - максимальний вміст хімічних елементів у сталі, %.

$$C_{\text{екв}} = 0,26 + 1,0/6 + 0,40/24 + 0,30/10 + 0,30/5 + 0,30/15 = 0,55 \text{ \%}.$$

Оскільки еквівалент вуглецю сталі 20К $C_{\text{екв}} > 0,45$ і складає 0,55%, це означає, що сталь схильна до утворення холодних тріщин і потрібно проводити перед зварюванням попереднє підігрівання.

Заготовки та методи їх одержання. Технологічний процес виготовлення заготовок з листового прокату для колони збірника випарів складається з

наступних операцій: правлення; розмічання; різання; зачищення під зварювання.

Литі, ковані і штамповані заготовки звичайно поступають на зварювання в готовому вигляді не потребуючи додаткових операцій. Листовий прокат потребує правлення в тому випадку, коли завод-постачальник поставляє його у неправильному вигляді, а також якщо деформації виникли при транспортуванні. Правлення здійснюється шляхом створення місцевої пластичної деформації і як правило в холодному стані.

Для виправлення хвилястості листів і полос товщиною 0,5...50 мм. широко використовують багатоваликові машини (з числом валків більше п'яти). Правлення здійснюється багатократним згинанням при пропусканні листів між верхнім і нижнім рядами валків, розмішених у шаховому порядку. Схема розміщення валків показана на рисунку 3.1. Нижні привідні валки розмішують в нерухомій станині, верхні привідні валки - в рухомій частині станини. В залежності від товщини випрямляючих листів, рухоми частину станини піднімають чи опускають за допомогою приводу натиску.

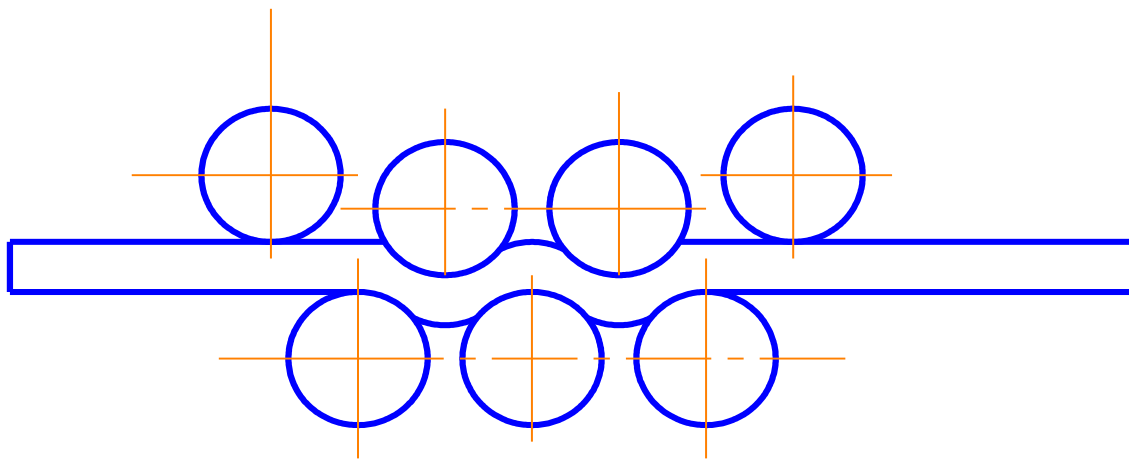


Рисунок 3.1 – Схема правлення листового прокату

Холодна деформація супроводжується зменшенням пластичності металу. Тому відносне залишкове видовження в найбільш деформованих волокнах необхідно обмежувати.

Індивідуальне розмічування досить трудомістке. Намічування більш продуктивне, але виготовлення спеціальних намічальних шаблонів не завжди

економічно доцільне. Тому використовуємо оптичний метод, який дозволяє вести розмічування без шаблону по кресленні, яке проектується на поверхню листа, що розмічається. Розмічально-маркувальні машини з пневмокернером проводять розмічування зі швидкістю до 8... 10 м/хв. при точності ± 1 мм.

Різання деталей із прямолінійними кромками із листів товщиною до 40 мм, як правило, проводиться на гільйотинних ножицях. Розрізуваний лист 2 заводиться між нижнім 1 і верхнім 4 ножами до упору 5, затискається прижимом 3. Верхній ніж, натискаючи на лист проводить сколювання. Похибка розміру звичайно складає $\pm (2...3)$ мм при різанні по розмічуванні і $\pm (1,5...2,5)$ мм при різанні по упору.

Схема різання металу на гільйотинних ножицях показана на рисунку 3.2.

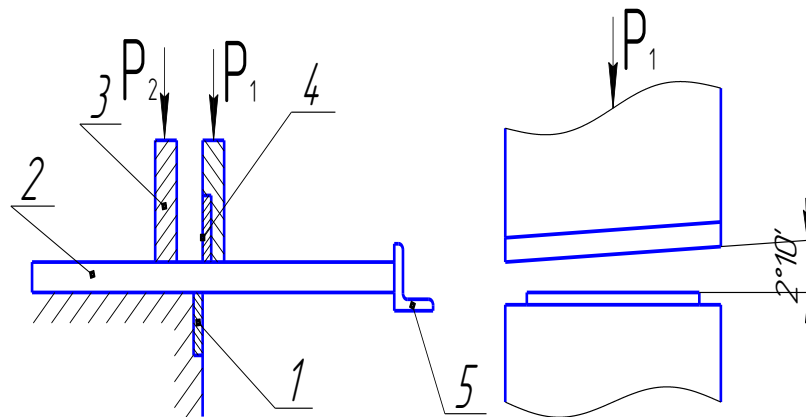


Рисунок 3.2 – Схема різання металу на гільйотинних ножицях

Деталі циліндричної форми отримують гнуттям листів на листозгинаючих вальцях. При холодному гнутті пластичну деформацію, що визначається відношенням радіусу згину до товщини листа, приходить обмежувати. Для гнуття листів використовуємо двохвалкові вальці для гнуття, з еластичним поліуретановим покриттям нижнього валка. Це виключає необхідність додаткової операції підгинання кромки. Пружне покриття обтискає листову заготовку навколо верхнього валка і забезпечує рівномірне гнуття по всій довжині.

Для очищення прокату, деталей і зварних вузлів використовують механічні і хімічні методи. Видалення бруду, іржі і окалини проводять з допомогою дробоструменевої обробки, використовують зачисні станки

робочим органом яких є металеві щітки, голкофрези, шліфувальні круги і стрічки. При дробоструменевій обробці використовують чавунну чи сталю дріб розміром 0,7...4 мм в залежності від товщини металу. Дробоструменеву очистку звичайно проводять в камерах. Через таку камеру лист проходить в вертикальному положенні і очищується одночасно з двох боків. Швидкість переміщення очищуваного листа складає до декількох метрів за хвилину.

Хімічними методами проводять обезжирення і травлення поверхні. Для запобігання корозії металу, крім очищення, звичайно проводять пасивування або ґрунтування, яке дозволяє проводити зварювання без видалення захисного покриття. Слід мати на увазі, що виконання заготівельних операцій може призвести до появи таких залишкових явищ в матеріалі заготовок, які можуть знизити якість виконання наступних операцій складання і зварювання, а також роботу здатність готового виробу. Такий перенос властивостей, набутий при виконанні попередніх операцій на наступні, отримав назву технологічного наслідку.

Отже, при холодному правленні і гнутті металу встановлюємо допустимі значення пластичної деформації: при механічному різанні на ножицях передбачаємо видалення металу поблизу кромки зрізу, де не виключено наявність надривів. Після операції очищення поверхні металу призначаємо операцію ґрунтування для захисту від корозії.

3.3. Технічне обґрунтування вибору способу зварювання

Вибір способу зварювання проводимо з врахуванням матеріалу виробу, товщини деталі, відповідальності конструкції, масштабу виробництва, а також вимог до якості зварного з'єднання. Колону збірника випарів можна зварювати ручним дуговим, напівавтоматичним і автоматичним зварюванням під шаром флюсу, а також і в аргоні і вуглекислому газі. Автоматичне зварювання у вуглекислому газі характеризується інтенсивним розбризкуванням електродного металу, що приводить до засмічування апаратури і виробу.

Додавання до вуглекислого газу кисню в кількості до 30% знижує розбризкування, покращує формування шва, і знижує вартість захисного середовища, а це має перевагу над іншими способами зварювання. Якість швів виконаних в суміші вуглекислого газу і кисню не поступається у якості швам виконаних у вуглекислому газі. Підвищується стійкість металу шва проти утворення пор викликаних воднем.

Крім цього додавання 20-30% кисню змінює характер переносу електродного металу в дузі. Процес крупнокапельного переносу металу переходить у дрібнокапельний або струменевий. При цьому збільшується глибина проплавлення і коефіцієнт наплавлення на 15%, коефіцієнт наплавлення на 25% (7,с.146). Автоматичне зварювання в середовищі $\text{CO}_2 + 30\% \text{O}_2$ є продуктивним способом з механізованою подачею електродного дроту в зону зварювання і швидкість зварювання. Перевагою є його економічність, недефіцитність захисних газів і достатньо висока якість швів.

Вибір зварювальних матеріалів. При зварюванні колони збірника винарів використовуємо вуглекислий газ першого сорту згідно ГОСТ 8050-76 з об'ємною долею CO_2 - 99,5% (5.С.721). Вуглекислий газ транспортують і зберігають в балонах в рідкому стані з наступним газифікуванням на заводі, з централізованим постачанням зварювальних постів через рамки. У балоні ємністю 40 л міститься 25 кг CO_2 , що дає при випаровуванні $12,5 \text{ м}^3$ газу при тиску 760 мм рт.ст. Балон пофарбовано в чорний колір, написи жовтого кольору. При використанні вуглекислого газу внаслідок великої кількості вільного кисню в газовій фазі проходить підвищене вигорання легуючих елементів. Тому зварювальний дріт повинен містити додаткову кількість легуючих елементів з великою спорідненістю до кисню, частіше всього Si і Mn .

Для подолання реакції окислення в період кристалізації металу шва у зварювальній ванні повинна знаходитись достатня кількість розкислювачів. У якості розкислювачів застосовують кремній і марганець. Вони об'єднуючись з киснем, утворюють оксиди, які переходять в шлак. Розкислювачі вводять через зварювальний дріт.

Для зварювання сталі 20К використовуємо дрiт зварювальний СВ08Г2С. Хiмiчний склад дроту наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Хiмiчний склад дроту СВ08Г2С по ГОСТ 2246-70, у %

Марка дроту	C	Si	Mn	Cu	Ni	S	P
СВ08Г2С	0,05-0,11	0,70-0,95	1.8-2,1	0,2	0,25	0,025	0.03

Отже зварювання проводимо дротом суцiльного перерiзу марки СВ08Г2С. Даний дрiт придатний для зварювання у рiзних просторових положеннях.

Розрахунок параметрiв режиму автоматичного зварювання у вуглекислому газi. При визначеннi режиму зварювання необхідно вибрати такi його параметри, якi забезпечують отримання швiв заданих розмiрiв форми i якостi. Зварювання частин обичайки проводимо стиковим швом з товщиною деталi 16 мм. При розрахунку параметрiв режиму стикових швiв необхідно забезпечити отримання заданого розмiру шва виходячи з умов мiцностi.

Згiдно ГОСТ 14771-76 зварювання товщини металу 16 мм виконуємо однобiчним з V-подiбним розробленням зварюваних кромок. Конструктивнi елементи пiдготовлення кромки показано на рисунку 3.3.

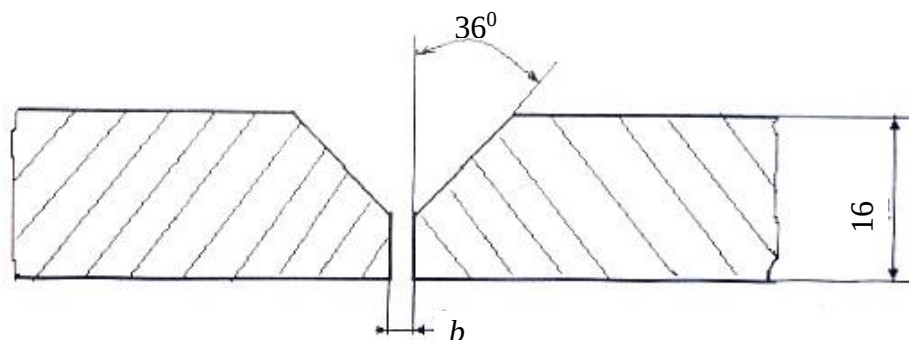


Рисунок 3.3 – Конструктивнi елементи пiдготовлення кромки

Основним геометричним параметром шва, який обумовлює мiцнiсть i надiйнiсть зварного з'єднання, є глибина проплавлення H . Потрiбну глибину проплавлення визначають за формулою $H = S/2$, де H – глибина проплавлення, мм; S – товщина зварюваного металу, мм.

У нашому випадку S = величині притуплення.

$$H = 16/2 = 8 \text{ мм.}$$

Вибираємо силу зварювального струму, яка забезпечує задану глибину проплавлення $I_{36} = H_1/k_n \cdot 100$, де H_1 – необхідна глибина проплавлення з однієї сторони, мм; k_n – коефіцієнт пропорційності, величина якого залежить від умов проведення зварювання. Значення коефіцієнту характерне для значення струму в середньому при механізованому зварюванні дротом даного діаметра в середовищі вуглекислого газу і рівне $k_n = 1,55$.

$$I_{36} = 8/1,55 \cdot 100 = 193,5 \text{ А.}$$

Приймаємо $I_{36} = 190 \text{ А.}$

Вибираємо діаметр електродного дроту. Орієнтовно діаметр електродного дроту може бути визначений за формулою

$$d_{el} = 1,33 \sqrt{\frac{I_{36}}{j}}, \quad (3.2)$$

де j – допустима густина струму, А/мм².

Допустима густина струму при автоматичному зварюванні стикових швів без скосу кромки залежить від діаметру електрода [5] $J = 65 - 200 \text{ А/мм}^2$.
Приймаємо $j = 65 \text{ А/мм}^2$.

Тоді

$$d_{el} = 1,33 \sqrt{\frac{190}{65}} = 1,93.$$

Приймаємо $d_{el} = 2 \text{ мм.}$

Швидкість зварювання вираховуємо за формулою

$$V_{36} = \frac{A}{I_{36}}, \quad (3.3)$$

де A – значення яке залежить від діаметру електродного дроту, А м/год.

$A = (8 \div 12) \cdot 10^3$ для діаметру електродного дроту 2 мм [9].

Приймаємо $A = 10 \cdot 10^3 \text{ А м/год.}$

$$V_{36} = 10 \cdot 10 / 190 = 52,63 \text{ м/год.}$$

Для прийнятого діаметра електродного дроту і сили зварювального струму визначають оптимальну напругу зварювальної дуги

$$U_d = \frac{20 + 50 \cdot 10^{-3} \cdot I_{зв}}{\sqrt{d_{ел}}} \pm 1. \quad (3.4)$$

$$U_d = (20 + 50 \cdot 10^{-3} \cdot 190 / \sqrt{2}) \pm 1 \text{ В.}$$

Приймаємо напругу зварювальної дуги $U_d = 27 \text{ В} \pm 1$.

Якщо глибина проплавлення і інші розміри шва задовольняють вимогам то аналогічні параметри режиму зварювання використовуємо і для проварення кореня шва, з внутрішнього боку обичайки.

Режим зварювання наступними проходами і їх число вибирають виходячи з умов заповнення розробки кромки і отримання поверхні шва, що має плавне спряження з основним металом.

Швидкість подачі електродного дроту визначаємо за формулою [10]:

$$V_{н.др} = \frac{\alpha_p \cdot I_{зв}}{3600 F_{ел} \rho}, \quad (3.5)$$

де $F_{ел}$ – площа перерізу електрода, мм^2 ; ρ – густина металу, г/см^3 , $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$; α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p = 15 \text{ г/А год}$.

Отже

$$V_{н.др} = 15 \cdot 190 / 3600 \cdot 3,14 \cdot 7,8 = 32 \text{ м/год.}$$

Вибір і обґрунтування зварювального устаткування. Вдосконалення способів і технологій дугового зварювання ставить до джерел живлення різноманітні і багаточисельні вимоги. Джерело живлення повинно забезпечувати легке і надійне збудження дуги, стійке її горіння у встановленому режимі, регулювання потужності [16]. При виборі зовнішньої вольт - амперної характеристики джерел перш за все необхідно дотримуватись вимог стійкого горіння дуги.

Однак навіть при дотримуванні цих вимог стабільність горіння дуги може бути підвищена при виборі найбільш раціональної форми вольт - амперної характеристики джерела, що визначається з розгляду конкретних умов

Джерела живлення зварювальної дуги повинні відповідати таким вимогам: забезпечувати необхідну для дугового зварювання силу струму дуги і напругу дуги; мати необхідний вид зовнішньої характеристики, щоб виконати умови стабільного горіння дуги; мати такі динамічні параметри, щоб можна було забезпечити номінальне збудження дуги і мінімальний коефіцієнт розбризкування.

При механізованому зварюванні в середовищі захисних газів тонким дротом статична характеристика дуги зростаюча. Для живлення принципово придатні джерела з падаючими жорсткими і зростаючими вольт - амперної характеристиками. На практиці застосовують головним чином джерела живлення полого-падаючими жорсткими вольт-амперними характеристиками[6]. Тому при автоматичному зварюванні в середовищі CO_2 + O_2 плавким електродом джерело живлення з пологопадаючою зовнішньою характеристикою - випрямляч ВДУ-303-3.

Випрямлячі для дугового зварювання мають спільні елементи: трансформатор, випрямний блок, пускорегулюючу апаратуру, вимірювальні захисну. Випрямлячі знайшли широке застосування завдяки порівняно високому коефіцієнту корисної дії, малих втрат на холостому ході, високим динамічним властивостям, надійності в роботі і простоті обслуговування при експлуатації.

При автоматичному зварюванні механізована операція подачі електродного дроту і переміщення зварювальної головки вздовж осі шва. Високі експлуатаційні властивості сучасних зварювальних автоматів досягаються за рахунок застосування в них тонкого електродного дроту, що подається в зону зварювання і автоматичне підтримування довжини дуги, то дозволяє більш якісно виконувати зварне з'єднання.

Основними елементами автоматів є: зварювальна головка; механізм подачі дроту; касета із зварювальним дротом; шафа керування. Зварювальна головка призначена для механізованої подачі електродного дроту в зону зварювання. Механізм подачі складається із електродвигуна і редуктора.

Подаючи ролики розміщені на вихідних валах редуктора, їх призначення - стабільна подача зварювального дроту в зону зварювання, без проковзування. Достатньо надійно це забезпечується використанням двох пар ведучих роликів. Нанесення насічки на ролики деколи недопустиме через зминання поверхні дроту.

Найбільш широке застосування отримали автоматичні комплексні установки для автоматичного зварювання в захисному газовому середовищі. В порівнянні із зварюванням під флюсом, такі установки забезпечують можливість спостерігати під час роботи за зоною зварювання. Отже для зварювання колони збірника випарів використовуємо установку зварювальну АСТА. Це автоматична установка для зварювання в середовищі захисних газів. Вона складається із трьох зварювальних головок, які рухаються по напрямляючих закріплених на колонах і привідної роликкоопори.

Роликкоопори служать для обертання циліндричних виробів при виконанні кільцевих швів і для установочних переміщень. Роликовий стенд має два ряди роликів, з яких один ведучий, а інший холостий. Ведучі ролики оснащені, як правило, резиновими бандажами. Внаслідок неможливості уникнення неконцентричності обичайок під час зварювання кільцевого шва спостерігається переміщення точки зварювання у просторі, що може призвести до вертикальних і поперечних відхилень електрода від шва. Це потребує ручного коректування або використання спеціальних копіювальних систем [8].

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика установки АСТА

Зварювальний струм, А	Діаметр дроту, мм	Швидкість подачі дроту, м/год	Швидкість зварювання, м/год	Маса, кг
500	1-2.5	30-960	20-90	3430

Вибір допоміжного устаткування. При комплексній механізації складально-зварювальних процесів виключно важлива роль належить механічному зварювальному обладнанню, яке дозволяє підвищити продуктивність праці при виготовленні виробу, значно покращує якість

продукції і умов праці. З допомогою цього обладнання здійснюються такі операції, як складання і обертання зварюваного виробу, підіймання і транспортування деталей та вузлів.

Подача заготовок в зону зварювання для виконання стикового з'єднання потребує переміщення заготовок і їх обертання. Для механізації цієї операції застосовують роликові повнопривідні стенди. Вибір типу і розмірів такого обладнання визначається конструкцією виробу. Його масою і розмірами.

При складанні корпусу ємності колони збірника випарів необхідно забезпечити правильне і раціональне розміщення кромek. Для цього застосовують спеціальні пристрої, за допомогою яких можна виконувати правильне складання заготовок обичайки. В цих пристроях проводимо складання, прихоплення заготовок, тому основа пристрою повинна бути жорсткою і міцною для сприйняття зусиль під час складання.

Комплексну механізацію і автоматизацію виробництва не можна уявити без наявності системи транспортуючих пристроїв, які виключають або зводять до мінімуму використання живої праці [4]. У виробництві зварних конструкцій раціональне виконання транспортних операцій отримує все більше значення, оскільки при недостатній увазі до їх механізації затрати праці можуть виявитись навіть більшими чим на операції зварювання.

Ефективне використання транспортуючого обладнання досягається, коли вони відповідають характеру виробництва, типу виробів що виготовляються, їх розмірам, маси та ін. Основними вантажопідійомними машинами в складально-зварювальному виробництві є крани і електрокари, що застосовуються для обслуговування зварювальних ділянок, окремих робочих місць, а також в якості між операційного транспорту для передачі вузлів або окремих деталей з одного робочого місця на інше. Для внутрішньо цехових переміщень в складально-зварювальному виробництві широко застосовують самохідні транспортні засоби, акумуляторні візки, тягачі з причіпними візками, електрозавантажувачі. В одиничному і дрібносерійному виробництві їх застосовують на всіх стадіях технологічного процесу від складу металу до складу

готової продукції для вантажів масою до 5 тон. Для вантажів більшої маси використовують мостові крани. Отже, враховуючи дрібносерійний тип виробництва при виготовленні ємності, для переміщення великогабаритних вузлів використовують мостові крани і електрозавантажувачі. Механізацію закріплення і звільнення листових елементів при використуванні кранів забезпечують застосуванням спеціальних захватів.

Вибір методів контролю якості. Завданням контролю якості є встановлення показників які визначають якість, це міцність, всестороння відповідність матеріалу нормативам, заданим розмірам, обробці, а також саме головне - відсутність дефектів. Якість зварних конструкцій згідно нормативів у великій степені залежить від раціонального процесу зварювальних робіт і дисципліни їх виконання [4]. Вибір методу контролю якості визначається характером отримання необхідної інформації, особливістю і від відповідальністю контролюваного об'єкту і можливістю його застосування в конкретних виробничих умовах [4].

Зовнішні дефекти зварних з'єднань виявляють візуальним методом контролю. Його проводять неозброєним оком або з використанням лупи. Це проста, але дуже важлива контрольна операція, її необхідно проводити старанно і кваліфіковано з обов'язковою реєстрацією всіх зовнішніх дефектів для їх аналізу і виявлення причин. Своєчасне усунення дефектів, виявлених візуальним оглядом і виясненням їх причин дозволяє оперативно регулювати якість технології і зменшенням їх причин виникнення деформацій, і зменшити об'єм наступних етапів не руйнуючою контролю. Для визначення внутрішніх дефектів зварних з'єднань (тріщин, пор шлакових і газових включень) застосовують радіаційний і ультразвуковий методи контролю, більш рідше магнітний [4, с. 152].

В основі радіаційних методів контролю лежить іонізація випромінювання в формі рентгенівського проміння і гамма-випромінювання. Контроль зварних з'єднань радіоактивними методами оснований на зміні рентгенівського і гамма-випромінювання в результаті втрати частин енергії при проходженні ними матеріалу в залежності від його густини і товщини.

Недоліками радіоактивних методів контролю є низька, виявляючи здатність площинних дефектів, довготривалість процесу, використання гостродефіцитної плівки.

Ультразвукова дефектоскопія базується головним чином на одному із двох шляхів. Першим шляхом є виявлення дефектів зменшенням амплітуди сигнал)* як при імпульсному, так і при неперервному випромінюванні. Ці методи носять назву тіньовий і дзеркально тіньовий. Вони мають добру перешкодостійкість, але для використання тіньового методу необхідний двосторонній доступ до дефекту. Дзеркально-тіньовий метод не потребує двостороннього доступу до з'єднання, дозволяє визначити дефекти в коренях шва стикових з'єднань.

Другий шлях - це використання відбивання ультразвукових хвиль від несучих цільностей контрольованої деталі, які мають відмінний від основного металу акустичний опір. Вказаний вище метод називається ехо - імпульсним, так як озвучування об'єкту проводиться короткими перервними імпульсами. Ехо- імпульсний метод (рис. 3.4) використовується для контролю всіх видів зварних з'єднань: стикових, кутових, напусткових і таврових.

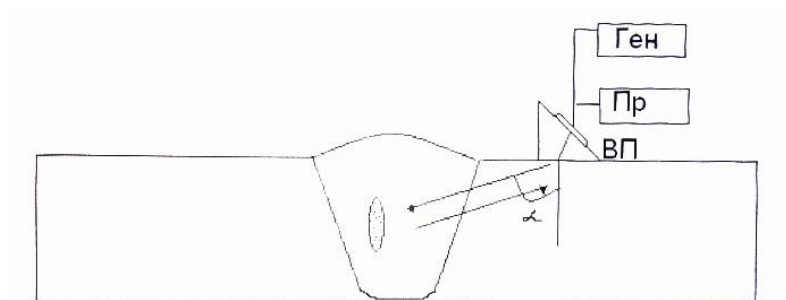


Рисунок 3.4 - Схема використання ехо- імпульсного методу контролю стикового шва

Виявлення дефектів має місце для елементів товщиною до 1000 мм і навіть більше. Дефекти площею до $0,7 \text{ мм}^2$ вловлюються на глибині до 100 мм. Контроль здійснюється при односторонньому підході до з'єднання, використовуючи один перетворювач для випромінювання і сприймання сигналів [4]. Отже, при автоматичному зварюванні колони збірника випарів в середовищі $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ можливе виникнення як внутрішніх так і зовнішніх

дефектів. Внаслідок нерівномірної подачі електродного дроту можливі відхилення від заданої норми, розмірів, ширини шва, кратери можуть виникнути при різкій зупинці зварювання. Для виявлення внутрішніх дефектів стикових зварних з'єднань застосовуємо ехо-імпульсний метод ультразвукового контролю.

З метою зменшення об'ємів не руйнуючого контролю і виявлення зовнішніх дефектів зварного з'єднання колони збірника випарів застосовують візуальний метод контролю.

3.4. Обґрунтування технологічного процесу виготовлення виробу

Технологічний процес виготовлення колони збірника випарів складається з таких операцій: заготівельні, складальні, зварювальні, опоряджувальні, допоміжні і контроль якості.

Спочатку листовий матеріал поступає на відповідну частину ділянки де проходить розкроювання, зачищення і формування частин обичайки. Електрокарами готові частини транспортуються на складальні пристрої, де проходить складання і прихоплення складальних одиниць. Звідси виріб мостовим краном встановлюється на роликовий стенд зварювальної установки, де проходить зварювання зовнішніх і внутрішніх кільцевих швів обичайки, а також при-варення ребер жорсткості з внутрішньої частини обичайки, а також приваренім днищ. З роликового стенду готовий виріб відвантажується в частину цеху де проходить опоряджувальні операції і контроль якості зварних з'єднань. Після завершення технологічних операцій готовий виріб відвантажують в складські приміщення.

Заготівельні операції. Для отримання заготовки, що підлягає складанню необхідно виконати ряд операцій: правлення, розмічування, різання, зачищення під зварювання, підготування кромок.

Листовий прокат потребує правлення, так як при розвантаженні або транспортуванні можуть виникнути деформації. Правлення здійснюється створенням місцевої пластичної деформації в холодному стані. Проводимо

багатократне згинання листів при їх пропусканні між верхнім і нижнім рядом валків, що розміщені в шаховому порядку. Виконання цієї операції здійснюється на багато валковій машині.

Індивідуальне розмічування трудомісткий процес. Більш продуктивним процесом є намічування, однак виготовлення спеціальних намічу вальних шаблонів економічно недоцільно. Тому розмічування листового прокату проводимо оптичним методом без шаблонів - по кресленню, що проектується на розмічувальну поверхню.

Різання листового прокату проводимо на гільйотинних ножицях. Лист який розрізаємо, встановлюємо між нижнім і верхнім ножами до упору і затискаємо притискачем. Верхній лист опускається і розрізає лист.

На спеціальній машині проводиться гнуття листів і формування частин обичайки. Перед складальними операціями проводимо зачищення і розроблення зварних кромок на кромкостругальній машині.

Складальні операції. Перед складанням необхідно перевірити відповідність деталі виробу вимогам креслення і технологічному процесу. Для виконання складальних операцій використовуємо складальні стенди. Складальні одиниці встановлюються на стенді і робляться прихопленням. При складальних операціях необхідно забезпечити точну співвісність зварних кромок.

Операції зварювання. Після складання і прихоплення проводимо зварюванням поздовжніх швів обичайки і зварювання зовнішніх і внутрішніх кільцевих швів обичайки автоматичним способом в середовищі $\text{CO}_2 + \text{O}_2$.

Вибір обертається на роликовому стенді і проводиться зварювання первинного шва відповідно до підібраних параметрів режиму зварювання. Після чого іншою зварювальною головкою проводимо підварювання кореня шва з внутрішнього боку циліндричної частини обичайки. Після про-варення кореня шва проводимо заповнення розроблення кромок за декілька проходів, зварювальною головкою. Після чого наварюється ребро жорсткості тавровим з'єднанням за допомогою спеціальної зварювальної головки. В кінці приварюються днища з двох сторін ємності. Після зварювання ємності за

допомогою крану вивантажують з роликового стенда.

Опоряджувальні операції. Після виконання зварювання проводимо зачищення швів, видалення металевих бризок з поверхні виробу. Для опоряджувальних операцій користуємось окулярами і дротяною щіткою. Шви зачищають щіткою і контролюють на зовнішні та внутрішні дефекти.

Допоміжні операції. При виготовленні виробу до допоміжних належать налагоджувальні та транспортні операції, робота із приймання і видачі інструменту, зварювального металу і зварювальних матеріалів, апаратури та обладнання. Перед початком зварювання проводимо налагоджувальні роботи з обладнанням, встановлюємо витрати газу. При виконанні транспортних операцій здійснюють: перевезення балонів в ручних візках та подача заготовок на робоче місце за допомогою крану і електрозавантажувачів, а також транспортування готового виробу.

Контрольні операції. Контрольні операції містять комплекс контрольних робіт на кожному етапі виготовлення зварного виробу. Сюди входять: контроль зварюваного металу; контроль зварювальних матеріалів; контроль якості зварювальних, заготівельних, складальних та опоряджувальних операцій; контроль зварних з'єднань і готової продукції.

Отже, контроль готової продукції проводимо зовнішнім оглядом. При огляді контролюємо неозброєним оком форму і розміщення швів у відповідності з кресленням, наявність зовнішніх дефектів. Внутрішні дефекти в швах контролюємо ехо-імпульсним методом ультразвукової дефектоскопії. При виявленні дефектів, які по різному зорієнтовані в стиковому шві виконаному дуговим способом, зварне з'єднання рекомендується прозвучувати з обох сторін валики підсилення шва. Перетворювач переміщують вздовж шва з кроком повздовжнього сканування не більше 2...3 мм з розворотом перетворювача навколо вертикальної осі на кут 5... 10°. При першому проході слід перевіряти прямим променем нижню половину шва, при другому - верхню половину. При товщині $S = 5...20$ мм використовуємо перетворювач з кутом призми $\beta = 50^\circ$ [4].

4. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

4.1. Вибір типу пристосувань та баз

Для виготовлення зварних конструкцій високої якості необхідне правильне складання деталей зварюваного виробу, тобто їх правильне взаємне розміщення і закріплення. Для цього в зварювальному виробництві використовуються складальне обладнання. При виборі типу пристосувань потрібно врахувати технологію складання. Послідовність складання, зазор між кромками перед зварюванням, технологію і спосіб зварювання. Все це впливає на тип пристосування [9].

При складанні потрібно забезпечити співвісність зварюваних кромок в одному пристосуванні. В залежності від функціонального призначення, складальне обладнання поділяється на власно складальне та складально-зварювальне. На складальному обладнанні операція складання закінчується прихвачуванням деталі. На складально-зварювальному обладнанні, крім складання проводиться повне або часткове зварювання виробу, а іноді й витримка після зварювання, з метою зменшення зварювальних деформацій. При цьому операцію зварювання можна виконувати як після попереднього прихвачування так і без нього.

Призначення (складальне чи складально-зварювальне) і конструкційне обладнання визначаються технологічним процесом, який залежить перш за все від виробу, його форми, розмірів, необхідної точності, типу виробництва, його програми, наявності виробничих площ, завантаження робочих місць. Способу зварювання та інших факторів.

Одне з важливих призначень пристосувань полягає у зменшенні трудомісткості складально-зварювальних робіт. Для забезпечення проведення технологічних процесів будемо використовувати роликовий стенд для зварювання внутрішніх і зовнішніх кільцевих швів, механізовану установку для зварювання поздовжніх швів циліндричної частини обичайки.

Обґрунтування вибору баз. Установчою базою вважається кожна

поверхня деталі, якою вона дотикається з установчими поверхнями пристосування. Завдяки контакту з цими поверхнями деталь займає чітко визначене розташування відносно пристосування чи зварювального обладнання [9]. Розташування складальних деталей в пристосуванні здійснюється за правилом базування. Положення будь-якого твердого тіла в просторі визначається шістьма степенями вільності - переміщенням вздовж трьох взаємоперпендикулярних осей і обертанням навколо них. Щоб тверде тіло закріпити нерухомо, необхідно обмежити всі степені вільності. Це досягається притисканням тіла до шести опорних точок, що розташовані в трьох взаємоперпендикулярних площинах [9].

Установчі бази вибираються так, щоб основні точки, що призначені для фіксування виробу, або кожного з його окремих елементів, розміщувались на максимальній відстані одна від одної. Це відноситься як до фіксуючих елементів пристосування, так і до елементів виробу, по яких базуються інші елементи, що приварюється до них. Найбільш розповсюдженими є постійні упори, які кріплять до корпусу з допомогою зварювання. Відкидні упори застосовують коли при використанні постійного упору неможливо зняти виріб після прихвачування або зварювання. Перед складанням відкидний упор відводиться в сторону таким чином, щоб повністю звільнити робочу поверхню пристосування.

Широке застосування знайшли затискні пристрої, що діють від пневматичного приводу. В нашому випадку циліндрична деталь, тому виконуємо базування на призму. Призмою називають установчий елемент з робочою поверхнею в формі пазу, утвореного двома площинами, нахиленими під деяким кутом. Схема базування заготовки показана на малюнку 4.1. Циліндричні деталі зазвичай базуються на призмі. Тут деталь позбавлена тільки п'яти степенем вільності, шоста - поверхня навколо повздовжньої вісі залишається. Часто це ступінь вільності не заважає правильному встановленню циліндричної деталі. В протилежному випадку необхідно встановити ще одну опору, що позбавляє деталь шостої степені вільності, наприклад, отвір на торці, виступ і т.п.

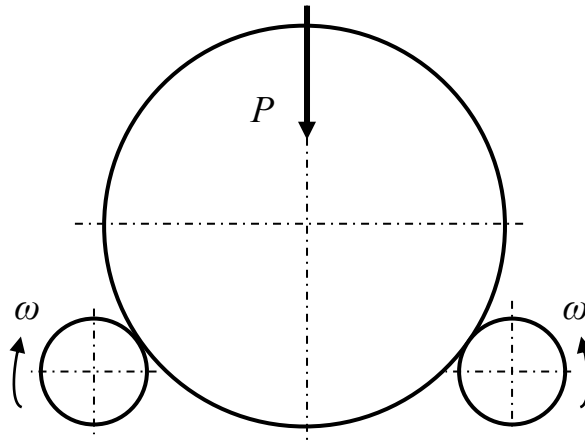


Рисунок 4.1 – Схема базування заготовки, ω – напрям обертання валків

При базуванні на призмі головна опора поверхні пристосіблення притискається до виробу не трьома точками, а двома, тобто так же само як направляюча поверхня пристосіблення. Таким чином дві опорні поверхні пристосіблення доторкаються з однією циліндричною поверхнею деталі в чотирьох точках (1-4).

Один з торців деталі являється упорною базою. Деталь з циліндричним отвором може бути однією з баз. При цьому базування здійснюється кільцем Пристосіблення, що входить в цей отвір. Другою базою зазвичай являється площина, перпендикулярна осі отвору. Якщо положення деталі відносно осі отвору не важливе (допускається її обертання), то ці дві бази забезпечують правильне встановлення деталі. Якщо необхідно ліквідувати можливість повороту деталі відносно осі отвору, то базування по одному отвору недостатньо.

Вибір типу упорів. Установчі елементи (опори, упори, пальці, призми, шаблони) утворюють базові поверхні пристосувань і забезпечують правильну орієнтацію деталей в них у відповідності з правилом шести опорних точок.

Опори пристосувань поділяють на основні і допоміжні. Основні опори визначають розташування деталі в просторі, обмежуючи всі чи декілька степенем вільності, допоміжні призначені для надання деталі додаткової жорсткості і стійкості в тих випадках, коли деталь може деформуватись через малу жорсткість. Допоміжні опори індивідуально підводять до встановленої деталі і закріплюють, внаслідок чого вони перетворюються в додаткові жорсткі опори.

Упори встановлюються для фіксування деталей по боковим поверхнях. Упори можуть бути постійними, поворотними, відхідними, відповідними і зємними з рифленою, сферичною чи плоскою базовою поверхнею [12].

Установчі пальці можуть бути постійними і змінними. Вони використовуються в складально-зварювальному пристосуванні для встановлення на них деталей з отворами.

Призми призначаються для фіксації осі циліндричних деталей.

Шаблони є проміжною базою між деталями і використовуються для встановлення деталей в заданому положенні по інших, раніше встановлених елементах вузла.

Вибір типу затискних елементів. Затискні елементи, до яких відносять притискачі і затискачі призначені для закріплення деталей зварного виробу в процесі складання і зварювання після їх встановлення в пристосуванні. Притискачі повинні забезпечувати правильне прикладання притискного зусилля для закріплення деталей без зсуву відносно установчих баз, надійне закріплення деталей впродовж всього процесу складання і зварювання, швидкодію, можливість другого встановлення деталей в пристосування, зручність при зварюванні вузла, а також можливість зняття виробу з пристосування після зварювання та безпечність у роботі[12].

Притискачі можуть бути ручними і механізованими. Притискачі з механізованим приводом, не зважаючи на їх більшу вартість і складність, мають у порівнянні з ручними наступні переваги: створюють значно більші притискні зусилля, швидкодія, покращення умов праці і підвищення культури виробництва, можливість дистанційного керування, можливість розташування притискачів у важкодоступних місцях, можливість одночасного вмикання кількох притискачів.

По способу отримання зусилля притискання розрізняють механічні, пневматичні, гідравлічні і магнітні притискачі.

Найбільш поширеним є пневматичний привід, який має наступні переваги: доступність завдяки наявності на заводах мережі стиснутого повітря, порівняно проста конструкція надійність у роботі, зручність керування.

4.2. Розрахунок зусилля притискання деталі

Опис роботи пристосувань. Конструктивна схема пристосувань, які використовуються при виготовленні даної конструкції забезпечує необхідну послідовність складально-зварювальних операцій. Деталі конструкції складаються в пристосування транспортними засобами, вкладаються по упорах та фіксаторах, а потім закріплюються затискачами.

Спочатку виконується складання і зварювання повздовжнього шва циліндричної частини обичайки на механічній установці. Потім проводять складання зварювання внутрішніх і зовнішніх кільцевих швів обичайки. Для цього використовують роликовий стенд. Роликовий стенд спеціально обладнаний пристрій, який повинен обертати обичайку довжиною 5800 мм з сферичними днищами, тому в склад роликового стенда повинен входити додатковий ролик для підтримування днища, щоб не відбувалося асиметричного навантаження на ролики.

Чергування складальних та зварювальних операцій полегшує використання високопродуктивного устаткування, але при малій жорсткості вузлів може призвести до виникнення деформацій.

Колона збірника випарів являє собою трубну конструкцію, для складання якої необхідно спроектувати притискні елементи пристосувань для затискання деталей. Такі зусилля необхідні для обмеження переміщень, що виникають внаслідок деформування деталі в процесі зварювання і наступного охолодження, а також для затискання заготовки при згинанні і забезпечення зазору між зварними кромками.

Широке застосування знайшли затискні пристрої, що діють від пневматичного приводу. Пневмопривід широко використовують в пристосуваннях завдяки його швидкодії, легкості в роботі і простоті керування, надійності і стабільності в роботі [11].

Розрахункова схема пневматичного приводу затискача, яка призначена для затискання виробу показана на рис. 4.2.

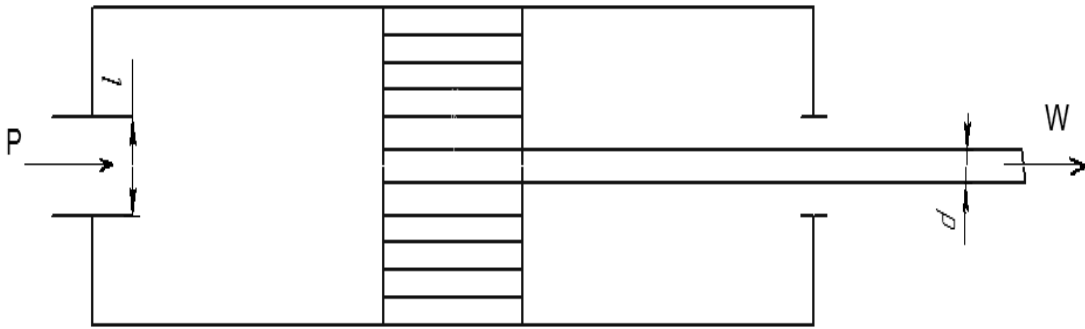


Рисунок 4.2 – Розрахункова схема пневмоциліндра

Осьова сила на штоку визначається за формулою [11]:

$$W = \frac{\pi D^2 P}{1 - \eta}, \quad (4.1)$$

де P – тиск повітря в пневмережі цеху, МПа; $P = 0,45$ МПа;

D – діаметр пневмоприводу, м;

η - коефіцієнт корисної дії від пневмоприводу приймається рівний $\eta = 0,98$.

Оскільки відомо необхідне зусилля притискання 2 кН то формулу (4.1) запишемо для визначення діаметра пневмоциліндра.

$$D = \sqrt{\frac{4W}{\pi P \eta}}. \quad (4.2)$$

Підставивши значення одержимо:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2000}{3,13 \cdot 0,45 \cdot 0,98}} = 75,74 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Згідно ГОСТ 6540-68 знайдений діаметр округлюємо до найбільшого значення із стандартного ряду і приймаємо $D = 75 \cdot 10^{-3}$ м.

Діаметр штока вибираємо із співвідношення [11]:

$$d = (0,25 \dots 0,32) D. \quad (4.3)$$

$$\text{Тоді } d = (0,25 \dots 0,32) \cdot 75 \cdot 10^{-3} = (15,75 \dots 20,16) \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Із стандартного ряду приймаємо $d = 25 \cdot 10^{-3}$ м.

Хід штока пневмоциліндра для діапазону тисків $P = (0,4 \dots 0,8)$ МПа приймаємо із співвідношення [11]:

$$S = (0,008...0,15) D. \quad (4.4)$$

Тоді $S = (0,008...0,15) 75 \cdot 10^{-3} = (5,04...9,45) 10^{-3} \text{ м}$.

Приймаємо хід штока пневмоциліндра $S = 8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Отже, для притискання виробу для зварювання циліндричної частини обичайки будемо використовувати два пневмоциліндри з діаметром $7,6 \cdot 10^{-3}$, діаметром штоки $25 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ і робочим ходом $8 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

5. СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

5.1. Розрахунок клинопасової передачі

Схему клинопасової передачі наведено на рис. 5.1.

Вихідні дані для розрахунку клинопасової передачі:

- потужність приводу $P = 3,6$ кВт;
- частота обертання вала на виході з редуктора $N_c = 1000$ об/хв;
- передаточне відношення $i = n_1 / n_2 = 2,5$;
- проковзування $S = 5,1$ %;
- $E = 0,01$ для передач з регулювальним натягом пасу;
- $z = 3$ - число прокладок паса.

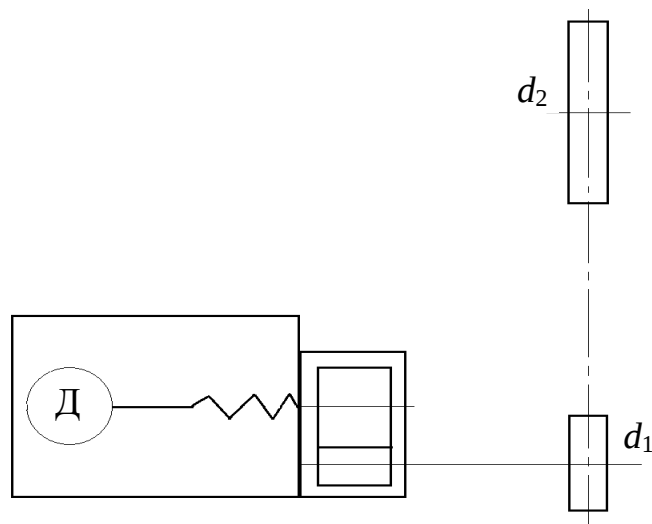


Рисунок 5.1 – Схема клинопасової передачі

1. Вибираємо частоту обертання ведучого вала, об/хв.

$N_c = 1000$ об/хв; $S = 5,1$ %.

$$N_1 = N_c (1 - S). \quad (5.1)$$

$$N_1 = 1000 (1 - 0,051) = 949 \text{ об/хв.}$$

2. Обертовий момент на ведучому валу, Н*м.

$$P = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Вт; } \pi = 3,14.$$

$$T_1 = \frac{P}{W} = 30 \frac{P}{\pi N_1}. \quad (5.2)$$

$$T_1 = 30 \frac{3,6 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 949} = 36,4 \cdot 10^3 \text{ Н м.}$$

3. Визначаємо діаметр ведучого шківа, мм.

$$d_1 = 6 \sqrt{\frac{P}{W}} = 6 \sqrt{30 \frac{P}{\pi N_1}} = 6 \sqrt{T_1}. \quad (5.3)$$

$$d_1 = 6 \sqrt{36,4 \cdot 10^3} = 198 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_1 = 200$ мм.

4. Визначаємо діаметр веденого шківа, мм

$$E = 0,01; i = 2,5.$$

$$d_2 = d_1 i (1 - E). \quad (5.4)$$

$$d_2 = 200 \cdot 2,5 (1 - 0,01) = 495 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_2 = 500$ мм.

5. Визначаємо міжосьову відстань, мм:

$$a = 0,5(d_1 + d_2). \quad (5.5)$$

$$a = 0,5 (200 + 500) = 350 \text{ мм.}$$

6. Визначаємо кут обхвату малого шківа.

$$\alpha_1 = 180 - 60 \frac{(d_1 - d_2)}{a}. \quad (5.6)$$

$$\alpha_1 = 180 - 60 \frac{500 - 200}{350} = 146^\circ.$$

7. Визначаємо довжину паса.

$$L = 2a + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_1 - d_2)}{4a}. \quad (5.7)$$

$$L = 2 \cdot 350 + 0,5 \cdot 3,14(200 + 500) \frac{500 - 200}{4 \cdot 350} = 1235,29 \text{ мм.}$$

8. Визначаємо швидкість паса.

$$V = \frac{\pi d_1 n_1}{60}. \quad (5.8)$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 0,2 \cdot 949}{60} = 10 \text{ м/с.}$$

9. Визначаємо окружну силу F_t , Н.

$$F_t = \frac{P}{V}. \quad (5.9)$$

$$F_t = \frac{3,6 \cdot 10^3}{10} = 360 \text{ Н.}$$

10. Визначаємо допустиме навантаження на 1 мм ширини прокладки, Н/м.

$$C_\alpha = 0,96; C_V = 1,0; C_\rho = 1,0; C_Q = 1,0; p = 3.$$

$$[P] = p C_\alpha C_V C_\rho C_Q. \quad (5.10)$$

$$[P] = 3 \cdot 0,96 = 2,88 \text{ Н/м.}$$

11. Визначаємо ширину паса, мм.

$$z = 3.$$

$$b \geq \frac{F_t}{z[P]}. \quad (5.9)$$

$$b \geq \frac{360}{3 \cdot 2,88} = 42 \text{ мм.}$$

Приймаємо $b = 50 \text{ мм.}$

12. Визначаємо попередній натяг паса.

$$\delta_0 = 1,5; \sigma_0 = 1,8.$$

$$\delta = \delta_0 z. \quad (5.12)$$

$$\delta = 1,5 \cdot 3 = 4,5.$$

$$F_0 = \sigma_0 b \delta. \quad (5.13)$$

$$F_0 = 1,8 \cdot 50 \cdot 4,5 = 405 \text{ Н.}$$

13. Визначаємо натяг гілок:

- ведучої:

$$L_1 = F_0 + 0,5 F_1; \quad (5.14)$$

$$L_1 = 405 + 0,5 \cdot 360 = 585 \text{ Н;}$$

- веденої:

$$L_2 = F_0 - 0,5 F_1; \quad (5.15)$$

$$L_2 = 405 - 0,5 \cdot 360 = 225 \text{ Н.}$$

14. Визначаємо напруження від сили F_1 , МПа.

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{b \delta}. \quad (5.16)$$

$$\sigma_1 = \frac{585}{50 \cdot 4,5} = 2,6 \text{ МПа.}$$

15. Визначаємо напруження прогину, МПа.

$$\sigma_n = \frac{F_n \delta}{d_1}. \quad (5.17)$$

$$\sigma_n = \frac{100 \cdot 4,5}{200} = 2,25 \text{ МПа.}$$

16. Визначаємо напруження від відцентрової сили, МПа.

$$\sigma_v = \rho V^2 10^{-6}. \quad (5.18)$$

$$\sigma_v = 0,11 \text{ МПа.}$$

17. Визначаємо максимальні напруження, МПа

$$\sigma_{max} = \sigma_1 + \sigma_n + \sigma_v. \quad (5.19)$$

$$\sigma_{max} = 2,6 + 2,25 + 0,11 = 4,96 \text{ МПа.}$$

Для плоских пасів $\sigma_{max} \leq 7 \text{ МПа}$.

Умова виконується.

6. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1. Характеристика організаційних форм роботи дільниці

Розрахунок необхідної кількості технологічного устаткування та робочих місць. Форма організації виробництва може бути потокова і технологічна. При виготовленні колони збірника випарів застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на дільниці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування розраховуємо за формулою [21]:

$$\Phi_{yc} = D_{роб} * S * g * (1 - K_p), \quad (6.1)$$

де $D_{роб}$ - кількість робочих днів в році, дні; S - кількість робочих змін, зміни; g - тривалість зміни, год; K_p - нормативний коефіцієнт простою устаткування в ремонті, обумовлений конструктивними та виробничими характеристиками, $K_p = 0,03...0,1$ [21].

$$\Phi_{yc} = 253 * 1 * 8 * (1 - 0,05) \approx 1923 \text{ год.}$$

Потреба в робочих місцях розраховуємо по кожній операції технологічного процесу або по сумі трудомісткості операцій, що виконується на одному устаткуванні. Оскільки зварювальне устаткування дороге, а тривалість самого процесу зварювання невелика, то ми будемо використовувати по одній одиниці основного обладнання. Кількість робочих місць біля кожного обладнання розраховуємо за формулою [21]:

$$n = \frac{T_{шт} B}{\Phi_{yc} K_v}, \quad (6.2)$$

де $T_{шт}$ - штучний час на операції, що виконуються на однотипному устаткуванні, нормо машино. год; B – обсяг випуску продукції, $B = 1000$ шт.

$$n = \frac{14,1 \cdot 1000}{1923 \cdot 1,18} = 7,6 \text{ шт.}$$

Для заготівельних робіт кількість робочих місць приймаємо $n = 8$ місць.

При визначенні кількості робочих місць визначається також їх завантаженість, за формулою [21]

$$K_{зав} = \frac{n_{роз}}{n_{пр}}, \quad (6.3)$$

де $n_{роз}$ - розрахункова кількість устаткування (робочих місць), шт.; $n_{пр}$ - прийнята кількість устаткування (робочих місць), шт.

$$K_{зав} = 0,96 / 1 = 0,96.$$

Обґрунтування типу виробництва і форм його організації. Тип виробництва визначається на підставі цього серійності, яка Розраховується по кількості операцій, що припадають на одне робоче місце за формулою [21]:

$$K_{сер} = K_{до} / n_{рм}, \quad (6.4)$$

де $K_{до}$ - кількість деталеоперацій на дільниці; $n_{рм}$ - кількість робочих місць (механізованих і немеханізованих), де виконуються основні технологічні операції на дільниці.

$$K_{сер} = 385 / 24 = 16,04.$$

Оскільки $1 \leq K_{сер} \leq 40$, то тип виробництва серійний, а форма організації виробництва технологічна.

Розрахунок необхідної кількості підйомно-транспортного устаткування. Основними вантажопідіймальними машинами в складально-зварю-вальному виробництві є різноманітні крани і електрокари, які використовують для обслуговування зварювальних дільниць окремих робочих місць, а також як між операційний транспорт.

Кількість транспортних засобів рейкового типу визначаємо за формулою

$$n = \frac{T_{шт} N_{кр} t_{кр}}{\Phi_n K_{кр}}, \quad (6.5)$$

де $N_{кр}$ - кількість кранових операцій на один n -ий об'єктів; $t_{кр}$ - тривалість однієї кранової операції, год; $\Phi_n = 2100$ год - номінальний річний фонд часу одного

крану, який приймається при однозмінній роботі; $K_{кр} = 0,4...0,6$ - коефіцієнт використання номінального фонду часу крану [21].

$$n = \frac{1000 \cdot 5 \cdot 0,2}{2100 \cdot 0,5} = 0,6879 \text{ (шт.)}.$$

Приймаємо один мостовий електрокран для між операційною транспортування частин каркасу ємкості колони збірника випарів.

Обґрунтування просторового плану ділянки та розрахунок площі. План ділянки складається згідно з існуючими правилами і нормативами просторового планування для складально-зварювальних підрозділів.

Площа ділянки розраховуємо двома методами: прямим розрахунком виходячи з кількості та габаритів устаткування, нормативів відстані між робочими місцями, нормативних розмірів проходів та нормативної сітки колон і т.д.; укрупнено за формулами з наступною перевіркою на відповідність плану розміщення устаткування і узгодженість і з нормативною сіткою колон та іншими просторовими нормативами.

На основі заводських даних про габарити виробу та устаткування, розрахованої кількості технологічного устаткування, нормативів відстані між (ширина прольоту 18 м, крок колон 12 м, висота до низу перекриття 8,4 м) [3].

Маючи розміри ділянки визначаємо її площу S : $S = 18 \cdot 24 = 432 \text{ (м}^2\text{)}$.

Розрахунок кількості промислово-виробничого персоналу (ПВП) ділянки. Розрахунок необхідної кількості промислово-виробничого персоналу проводиться окремо для кожного різновиду ПВП. При проектуванні ділянки проводять лише для тих категорій промислово-виробничого персоналу, які потрібні в умовах конкретного підрозділу.

Розрахунок кількості основних і допоміжних робітників проводиться детально, а розрахунок кількості ІТР, службовців, МОП може проводитись укрупнено на базі нормативів.

Розрахунок кількості основних робітників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого персоналу.

Для механізованих установок кількість робітників розраховуємо в загальному, а професійний склад приймаємо залежно від об'єму роботи.

$$C_{oi} = \frac{1000 \cdot 14,1}{1850 \cdot 1,18} = 6,61 \approx 7 \text{ (чол.)}.$$

Необхідну кількість допоміжних робітників приймаємо укрупнено, за нормативами.

Результати подано у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Зведена відомість виробничо-промислового персоналу

Категорії працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
Основні робітники: оператори	3	1	V	V
Допоміжні робітники: транспортники	1	1	IV	IV
електрики-ремонтники	1	1	IV	IV
ІТП: майстер ділянки	1	1	-	-
МОП: прибиральники	1	1	-	-
Разом	7	5	-	-

Розрахунок капітальних вкладень. Капітальні вкладення, які приймаються до розрахунку при визначенні порівняльної ефективності порівнюваних варіантів є сумою капітальних вкладень: прямих в підприємство, що виготовляє дані вироби, спряжених в супутні галузі і т.д. [12].

При розрахунку основних і оборотних капітальних засобів, необхідних по повному і базовому варіантах, повинні враховуватися вкладення, як в нові, так і в наявні засоби, якщо передбачається їх використання.

Нові капітальні вкладення можуть охоплювати: затрати на придбання нового обладнання, включаючи доставляння, монтаж та освоєння; затрати на модернізацію діючого обладнання на його переобладнання для виготовлення даної продукції; затрати на будівництво, реконструкцію будівель; затрати на нове технологічне оснащення; вкладення в нові та додаткові запаси матеріалів; вкладення, які пов'язані з підготуванням професійних кадрів і допоміжного персоналу.

Необхідні розрахунки проектної суми капітальних витрат, які базуються на результатах розрахунку в пункті 1 та вартісних оцінках одиниці устаткування наведено в таблиці 6.2

Таблиця 6.2 - Зведена відомість капітальних затрат

Вид капітальних вкладень	Кількість, в одиницях		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення і монтаж, грн		Норма амортизаційних відрахувань, %	Річна сума амортизаційних відрахувань, грн	
	З	П	З	П	З	П		З	П
Будови та споруди	363880	362880	55 (за м ²)	65 (за м ²)	-	-	5	508033	55339
Устаткування - заготівельне - слюсарне	1 1	1 1	33400 2750	33400 2750	668 3025	668 3025	190 80	155320 256	155320 256
Інструмент - молоток - дротяна щітка	10 20	12 25	55 75		-		66 876		

Розрахунок собівартості продукції. Для визначення порівняльної економічності порівнюваних способів і засобів виробництва для розрахунку затрат і досягнутого економічного ефекту необхідно розрахувати собівартість продукції. Собівартість продукції - це сума грошових витрат підприємства на її виробництво та реалізацію. Зміна собівартості продукції буде досягатись за рахунок застосування і впровадження технологічного, нового устаткування в процесі виготовлення виробу .

Цехова собівартість виробу входить у виробничу собівартість і охоплює затрати на основні і допоміжні матеріали, заробітну плату, утримання та експлуатацію обладнання, оснастки, приміщення і т.д., тобто витрати, які більше ніж інші залежать від вибраних , які більше ніж інші залежать від вибраних способів і засобів виробництва продукції [12].

При визначенні порівняльної економічності варіантів необхідно розрахувати елементи затрат, що утворюють цехові виграти, по можливості, прямим порядком приведеним нижче.

Розрахунок витрат на основні матеріали та покупні комплектуючі вироби. До основних матеріалів відносяться ті матеріальні елементи виробництва, які безпосередньо входять у виріб. Для зварювання виробництва це прокат, заготовки власного виробництва, покупні напівфабрикати, і комплектуючі, зварювальний дріт.

Вихідними даними є норми витрат матеріалів на виріб та розмір поворотних відходів на виріб. Ціни придбання матеріалів з врахування транспортних витрат 16 % від преїскурантної ціни та ціни реалізації відходів, а також обсяг реалізації продукції: основний метал - Сталь 20 К; зварювальний дріт – СВ08Г2С.

Затрати на матеріальні ресурси приведено в таблиці 6.3

Таблиця 6.3 – Зведена відомість затрат на матеріальні ресурси

Варіант	Назва матеріальних ресурсів	Одиниця виміру	Ціна придбання за одиницю, грн.	Затрати в номінальних одиницях		Транспортно-заготівельні витрати		Загальна сума, грн.		Вартість поворотних відходів	
				На один виріб	На програму	В % до ціни купівлі	В грн на один виріб	На один виріб	На програму	На один виріб	На програму
З	Сталь 20К	кг	20	10450	10450000	6	627	11077	11077000	200	200000
П				10100	10100000		606	10706	110706000	130	156000
З	Зварювальний дріт СВ08Г2С	кг	25	64	64800	6	8,1	171	171000	-	-
П				54	54800		7,6	143	143000		
Разом				10514				11248	11248000	200	200000
				10154				10849	10849000	130	156000

Розрахунок фонду оплати праці. Приймаємо, що всі основні робітники, ІТР, оплачуються по штатно-окладній системі, допоміжні робітники-по погодинній.

Для основних та інженерно-технічних робітників, службовців Розрахунок проводять на річну програму по місячному посадовому окладу одного працівника для кожної категорії працюючих, за формулою [21]:

$$Z_{on} = \varphi_n * O_m * 12, \quad (6.8)$$

де Z_{on} - основна заробітна плата певних категорій працівників, грн; φ_n - чисельність працівників відповідної категорії; O_m - місячний осадовий оклад одного працівника, грн; 12 - кількість місяців в році.

Таблиця 6.4 – Зведена відомість річного фонду оплати праці

Категорії працівників	Основна заробітна плата, грн.		Додаткова заробітна плата, грн				Премії та надбавки, грн.		Всього фонд оплати праці, грн.	
			За шкідливість		Інші доплати					
	З	П	З	П	З	П	З	П	З	П
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Основні робітники: оператори	126000	42000	25200	8400	18900	6300	50400	16800	220500	73500
Допоміжні працівники: Електрик-ремонтник транспортник	47160	47160	9420	9420	7060	7060	18860	18860	129720	129720
	2025,75	2025,75	8100	8100	7060	7060	16200	16200	70900	70900
ІТР	4800	48000	9600	9600	7200	7200	19200	19200	8400	8400
МОП	19200	19200	3840	3840	2880	2880	18960	18960	33600	33600
Разом	280880	196880	56160	39360	42120	29520	112340	78740	53860	271720

Складання калькуляції собівартості виробу. Калькуляційними при визначенні порівняльної економічності варіантів є одиниці, в яких вимірюємо об'єм продукції, що виготовляється на робочому місці, ділянці, цеху.

В залежності від характеру заходів по впровадженню нової техніки чи технології та організації виробництва як калькуляційні одиниці можуть бути прийняті штуки, фізичні чи умовні тони, метри, метри-кубічні, метри-погонні і т.д.

При складанні калькуляції затрати ґрунтуються за статтями.

$$Z_{до} = Z_{on} * (D_1 + D_2), \quad (6.9)$$

де $D_1 = 12...24\%$ - доплата за шкідливість, грн; $D_2 = 15...20\%$ - інші доплати, грн.

Приймаємо $D_1 = 20\%$, $D_2 = 15\%$.

Премії та надбавки визначаються за формулою: [21, с. 22]:

$$Z_{no} = Z_{on} * P, \quad (6.10)$$

де P - розмір премії та надбавок, грн., при цьому $P = 40\%$ від Z_{on} .

Отже за формулами 6.8, 6.9, 6.10 проводимо розрахунок фонду оплати праці основних робітників.

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [21, с. 23]:

$$Z_{od} = \chi_d * C_p * \Phi_{ef}, \quad (6.11)$$

де Z_{od} - основна заробітна плата допоміжних робітників, грн.;

χ_d - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

C_p - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для погодинної оплати праці, грн.

Вартість незавершеного виробництва визначається за формулою:

$$O_{\bar{o}} = B_{od} * T_{\bar{u}} * C_{\bar{u}} * K_{\bar{nv}}, \quad (6.12)$$

де B_{od} - середньодобовий випуск продукції, шт.; $T_{\bar{u}}$ - тривалість виробничого циклу виготовлення виробу, дні; $C_{\bar{u}}$ - цехова собівартість виробу, грн.; $K_{\bar{nv}}$ - коефіцієнт зростання затрат [21].

По заводу:

$$K_{\bar{nv}} = \frac{1663,57 \cdot 1781,42}{2 \cdot 1781,42} = 0,967.$$

По заводу:

$$O_{\bar{o}} = 4,74 * 0,21 * 1781,42 * 0,967 = 1714,70 \text{ (грн.)}$$

Результати розрахунків калькуляція собівартості виробу подано в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 – Калькуляція собівартості виробу

Статі калькуляції	Сума затрат, грн.	
	З	П
Основні матеріали: Сталь 20 К	11077	10706
Св08Г2С	171	143
Поворотні відходи:		
- основна заробітна плата основних робітників	126000	42000
- додаткова заробітна плата основних робітників	25200	8400
- витрати на преміювання основних робітників	50400	16800
- відрахування на соціальне страхування	340	280
- відрахування на медичне страхування	140	116
- витрати на утримання та експлуатацію устаткування	2184	2007
- цехові (дільничні) витрати	429	376
Всього цехова собівартість	215941	80288

6.2. Розрахунок основних техніко-економічних показників

Розрахунок ціни реалізації готової продукції. Приймаємо, що продукції дільниці реалізуються сторонньому споживачеві, тому використовується ціна реалізації на базовому підприємстві. Оскільки така ціна відсутня то ми її розраховуємо за формулою (7.1) і приймаємо однаковою для обох варіантів. Розрахунок ціни ведемо по заводських даних. Решту розрахунків ведемо по проектних даних [21, с. 33]:

$$Ц_v = (C_{ц} + 0,8 Z_{oo}) 1,1 + 0,15 (C_{ц} + 0,8 Z_{oo}) * 1,1, \quad (6.13)$$

де C_v – ціна реалізації виробу, грн.;

0,8 – коефіцієнт загальнозаводських витрат на виріб;

$C_{ц}$ – цехова собівартість виробу по заводських даних, грн.;

1,1 - коефіцієнт, що враховує поза виробничі видатки;

0,15 - коефіцієнт рентабельності виробництва.

$$\Pi_{\text{в}} = (215941 + 0,8 * 534) * 1,1 + 0,15(215941 + 0,8 * 534) * 1,1 = 273705,78 \text{ грн.}$$

Розрахунок обсягу товарної (реалізованої) продукції. Розрахунок обсягу реалізації продукції визначаємо за формулою [21, с. 33]:

$$B_{\text{ц}} = B * \Pi_{\text{в}}, \quad (6.14)$$

- по заводу: $B_{\text{ц}} = 800 * 273705,78 = 218964624 \text{ грн.};$

- по проекту: $B_{\text{ц}} = 1000 * 273705,78 = 273705780 \text{ грн.}$

Розрахунок прибутку від реалізації продукції. Прибуток від реалізації продукції визначаємо за формулою [21, с. 33]

$$\Pi = B * \Pi_{\text{в}} - B(C_{\text{ц}} + 0,8 * 3_{\text{оо}}) * 1,1, \quad (6.15)$$

- по заводу:

$$\Pi = 800 * 273705,78 - 800 * (215941 + 0,8 * 534) * 1,1 = 28560608 \text{ грн.};$$

- по проекту:

$$\Pi = 1000 * 273705,78 - 1000 * (215941 + 0,8 * 443) * 1,1 = 35780840 \text{ грн.}$$

Розрахунок собівартості товарної (реалізації) продукції. Собівартість реалізації продукції визначаємо за формулою [21, с. 33]:

$$C = B * C_{\text{ц}} = B * (C_{\text{ц}} + 0,8 * 3_{\text{оо}}) * 1,1, \quad (6.16)$$

де C - повна собівартість виробу.

$$C = 1000 (215941 + 0,8 * 534) * 1,1 = 216368200 \text{ грн.}$$

Розрахунок рентабельності виробництва. Рентабельність виробництва визначаємо за формулою [21, с. 34]:

$$R = \frac{\Pi}{\Phi_{\text{oc}} + O_{\text{б}}} 100\%, \quad (6.17)$$

де $O_{\text{б}}$ – вартість нормативних оборотних коштів

$$\text{- по заводу: } R = \frac{50725.6}{232387.69 + 14467.76} * 100\% = 75\%;$$

$$\text{- по проекту: } R = \frac{725462.4}{3266198 + 155869.9} * 100\% = 85\%.$$

Розрахунок рівня механізації та автоматизації. Рівень механізації та автоматизації визначається за формулою [21,с.34]:

$$Y_M = \frac{P_M}{P_M + P_B} * 100\% , \quad (6.18)$$

де P_M - кількість робітників, які виконують роботу механізованим (автоматизованим) способом, чол.;

P_B - кількість робітників, які виконують роботу вручну, чол.

- по заводу: $Y_M = \frac{16}{16+11} * 100\% = 59,26\%;$

- по проекту: $Y_M = \frac{16}{16+9} * 100\% = 69\%.$

Зниження собівартості продукції. Зниження собівартості продукції визначаємо за формулою [21, с. 35]:

$$\Delta C = \frac{C_1 - C_2}{C_1} * 100\% , \quad (6.19)$$

де C_1, C_2 - собівартість одиниці продукції по базовому і проектному варіантах, грн.

$$\Delta C = \frac{1871,38 - 1781,42}{1871,38} * 100\% = 4,8\%.$$

6.3. Розрахунок економічного ефекту від впровадження нових технологічних процесів

Річний економічний ефект на річну програму випуску продукції визначається за формулою [21, с. 35]:

$$E = ((C_{пз} + E_n * \Phi_{мз}) - (C_{пп} + E_n * \Phi_{мп})) * B, \quad (6.20)$$

де $C_{пз}$ - повна собівартість виробу по заводських даних, грн.;

$C_{пп}$ - повна собівартість виробу по проектних даних, грн.;

$\Phi_{мз}$ -фондомісткість продукції по заводських даних, грн.;

$\Phi_{мп}$ - фондомісткість продукції по проектних даних, грн.;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень, $E_n = 0,15$.

$$E = (215941 + 0,15 \cdot 14460) - (215941 + 0,15 \cdot 13090) \cdot 1000 = 199506 \text{ грн.}$$

Розрахунок терміну окупності капітальних вкладень. Термін окупності додаткових вкладень визначається за формулою [21, с. 36]:

$$T_{ок} = \frac{\Phi_{осп} - \Phi_{осз}}{E_{ур}}, \quad (6.21)$$

де $\Phi_{осп}$ - вартість основних виробничих фондів по проектному варіанту, грн.;

$\Phi_{осз}$ - вартість основних виробничих фондів по заводському варіанту, грн.;

$E_{ур}$ - умовна річна економія, грн.

Умовна річна економія (грн) визначається за формулою [21, с. 35]:

$$E_{ур} = B \cdot (C_{пз} - C_{пп}). \quad (6.22)$$

$$E_{ур} = 1000 \cdot (215941 - 80288) = 135653 \text{ грн.};$$

$$T_{ок} = \frac{155869 - 135652}{10795} = 1,8 \text{ року.}$$

7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1. Заходи що забезпечують дотримання правил електробезпеки при експлуатації обладнання та оснащення

Експлуатація і будова електроустановок повинні здійснюватись з дотриманням “Правил побудови електроустановок та обладнання”.

Електротравматизм людини можливий, коли при експлуатації обладнання не виконуються необхідні технічні умови, коли обладнання експлуатується на низькому технічному рівні, коли не виконуються умови ПУЕ і ПТБ (Правила улаштування електроустановок і Правила техніки І безпеки).

Електротравматизм - це результат порушення вимог правил техніки безпеки та інструктажів, відсутності технагляду та аварійного режиму роботи електроустановок. Причиною електротравматизму в багатьох випадках є непередбачені помилкові дії оперативного обслуговуючого персоналу.

В електроустановках утворюється, перетворюється та використовується електрострум (силові трансформатори, електродвигуни, батареї статичних конденсаторів, повітряні і кабельні лінії, апаратура Провідного зв'язку та ін.).

В електроустановках (до 1000 В) в техніці способи захисту від уражень електрострумом згідно ПУЕ і ПТБ ділять на дві групи:

- захист при дотику до струмопровідних частин;
- захист при дотику до неструмопровідних частин на які перейшла напруга.

Захист від дотику до струмопровідних частин досягається надійною електроізоляцією за допомогою блокування, і пристроїв захисного включення. Доступ людей до струмопровідних частин обмежують влаштуванням захисних огорожень, розташуванням струмопровідних частин на недоступній висоті та в недоступному місці, попереджувальною сигналізацією.

При роботі в електроустановках під напругою застосовують захисні засоби, що ізолюють і відгороджують людину від струмопровідних частин.

В електроустановках та електромережах при експлуатації електрообладнання застосовують наступні захисні заходи: контроль і профілактика пошкоджень ізоляції; використання малих напруг; електричне і механічне блокування, сигналізація і маркування; захист від випадкового дотику; захисні засоби і запобіжні пристрої (ізолюючі захисні засоби, переносні прилади та пристосування); захист від переходу високої напруги на сторону низької.

Контроль ізоляції - вимірювання активного і реактивного опорів з метою визначення дефектів попередження короткого замикання на землю. Блокування с активним способом захисту. Воно попереджує помилкові дії електроперсоналу і перекриває доступ до струмопровідних частин, що водяться під напругою. При небезпеці ураження струмом установка автоматично виключається. Основні ізолюючі засоби захисту (0133) - такі 133, ізоляція яких витримує робочу напругу електроустановки, за їх допомогою дозволено обслуговуючому персоналу доторкатися до оголених струмопровідних частин. В якості пристроїв для світлової, звукової, приладної сигналізації застосовуються: контрольно-вимірювальна апаратура, реле, сигнальні зумери, дзвінки, сирени, різнокольорові лампочки, датчики та приймачі температури, тиску та інших параметрів.

Малі напруги істотно зменшують небезпеку ураження струмом, особливо при переході напруги на корпус. В момент переходу високої напруги в мережу низької в пробивному запобіжнику викликає потенціал 300-500 В, при якому відбувається пробивання повітряного зазору між дисками через отвір слюдяної пластинки. Мережа стає заземленою і автоматично вимикається.

7.2. Технічні та організаційні заходи для зменшення шуму і вібрації у спроектованому цеху

Негативний вплив шуму на продуктивність праці та здоров'я людини загальновідомий. Під час роботи в шумних умовах продуктивність ручної праці може знизитись до 60%, а кількість помилок що трапляються при Розрахунках зростає більше ніж на 50%. При тривалій роботі в шумних Умовах перш за все уражаються нервова та серцево-судинна система та органи травлення.

Необхідність кричати при спілкуванні у виробничих умовах негативно впливає на психіку людини. Встановлено, що для 30% людей шум є причиною передчасного старіння.

Боротьба з шумом в джерелі його виникнення. Це найбільш дієвий спосіб

боротьби з шумом. Створюються малOSHумні механічні передачі, розроблено способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторах:

- зниження шуму звукопоглинанням та звукоізоляцією;
- вібродемперування - зниження вібрації за рахунок сили тертя демпферного пристрою, тобто переведення коливної енергії в тепло;
- динамічне гасіння - введення в коливну систему додаткових мас або збільшення жорсткості системи;
- віброізоляція - введення в коливну систему додаткового пружного зв'язку, з метою послаблення передавання вібрації, суміжному елементу конструкції або робочому місцю;
- використання індивідуальних засобів захисту.

Для вимірювання вібрації широко використовують електричні вібровимірювальні прилади, принцип дії котрих базується на перетворенні кінематичних параметрів коливного руху в електричні величини, котрі вимірюються та реєструються за допомогою електричних приладів.

З метою профілактики вібраційної хвороби для працівників рекомендується спеціальний режим праці. Наприклад, при роботі з ручними інструментами загальний час роботи в контакті з вібрацією не повинен перевищувати 2/3 робочої зміни. При цьому тривалість безпосереднього впливу вібрації включаючи мікропаузи, не повинна перевищувати 15-20 хв. Передбачається ще дві регламентовані перерви для активного відпочинку.

Всі хто працює з джерелами вібрації, повинні проходити медичний огляд перед вступом на роботу і періодично не рідше 1 разу в рік.

В Україні, в міжнародній організації зі стандартизації застосовується принцип нормування шуму на основі граничних спектрів в активних смугах частот.

Граничні величини шуму на робочих місцях регламентуються ГОСТ 12.1.003-86. В ньому закладено принцип встановлення певних параметрів шуму, виходячи з класифікації приміщень за їх використанням для трудової ДІЯЛЬНОСТІ різних видів.

Допустимі рівні звукового тиску в активних смугах частот та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях слід вибирати керуючись

В нормах передбачаються диференційовані вимоги до допустимих рівнів шуму в приміщеннях різного призначення, в залежності від характеру праці в них. Шум вважається допустимим, якщо вимірювані рівні звукового тиску у всіх активних смугах частот нормованого діапазону (63-800 Гц) будуть нижчі, ніж значення котрі визначаються граничним спектром.

Для орієнтовної оцінки в якості характеристики постійного широкосмугового шуму на робочих місцях допускається приймати рівень звуку в дБА, вимірюваний за часовою характеристикою “повільно” шумоміра.

Найбільш раціонально при встановленні гранично допустимих рівнів шуму виходити з категорій важкості та напруженості праці.

7.3. Пожежна профілактика при проведенні вогневих робіт

Основною небезпекою при проведенні зварювальних робіт по виготовленні ємності колони збірника випарів є пожежі або вибухи пов'язані з експлуатацією електрообладнання.

В електроустановках, споживачах електроенергії причина пожежі чи вибуху може бути електричного і не електричного характеру.

Основними причинами пожеж і вибухів електричного характеру є:

- іскріння в електричних установках, а також іскріння в результаті електричних розрядів і ударів блискавок;
- струми коротких замикань і перевантажень провідників, які викликають їх перегрів до високих температур. Це може привести до займання ізоляції;
- погані контакти в місцях з'єднань провідників, коли внаслідок значних перехідних опорів виділяється значна кількість тепла і різко зростає температура;
- перевантаження і несправність обмоток електричних машин і трансформаторів при відсутності надійного захисту;

- явища пробою при підвищенні напруги мережі.

До причин неелектричного характеру в електроустановках відносять можливі спалахи від перегріву мастил, які використовуються в електродвигунах. Для передбачення і усунення причин пожеж і вибухів проводяться технічні, технологічні експлуатаційні і організаційні заходи.

До технічних і технологічних заходів відносяться дотримання правил і протипожежних норм при спорудженні будівель, при підборі обладнання для опалювання і вентиляції, виборі і монтажі електрообладнання, а також обладнання для захисту проти блискавок.

Експлуатаційні заходи передбачають правильну технічну експлуатацію зварювального обладнання та допоміжних пристосувань. Організаційні заходи включають ознайомлення і навчання персоналу правил протипожежної безпеки та правил експлуатації обладнання.

Оскільки енергозабезпечення автоматів і пристосувань проходить по кабелях то приведемо деякі вимоги до них:

- кабелі прокладені відкрито не повинні мати зовнішнє джгутове обплетення, яке захищає броню від корозії. Замість джгутового обплетення броня фарбується вогнетривкою фарбою;
- кабельні споруди і конструкції, на яких закріплюються кабелі повинні бути виконані із вогнестійких матеріалів;
- в приміщеннях, де експлуатується електрообладнання необхідно мати засоби гасіння пожеж, які не проводять електричний струм. Це вогнегасники марки ОУ-5 (вуглекислотний газ) або сухий пісок.

Для забезпечення пожежної безпеки і швидкого реагування на виникнення спалахів в цеху встановлено тепловий повідомлювач АНТИМ-3 і димовий повідомлювач ДИ-2.

Об'єкт котрий випромінює шум, розташовують у кожусі, внутрішні СТІНКИ якого покриваються звукопоглинальним матеріалом. Кожух повинен мати достатню звукопоглинальну здатність, не заважати обслуговуванню обладнання під час роботи, не ускладнювати його обслуговування.

- Зниження шуму звукоізоляцією.

Суть цього методу в тому, що шумовипромінювальний об'єкт або декілька найбільш шумних об'єктів розташовуються окремо, ізолювано від основного, менш шумного приміщення звукоізолюваною стіною або перегородкою. Звукоізоляція також досягається шляхом розташування оператора в спеціальній кабіні, звідки він спостерігає та керує процесом.

Зниження шуму акустичною обробкою приміщення. Акустична обробка приміщення передбачає вкривання стелі та верхньої частини стін звукопоглинальним матеріалом. Внаслідок цього знижується інтенсивність відбитих звукових хвиль. Ефективність акустичної обробки приміщень залежить від звукопоглинальних властивостей застосовуваних матеріалів та конструкцій (14, с. 163).

Вібрація - це механічні коливання в області дозвукових і частково звукових частот, котрі передаються людині через деталі, кожухи конструкцій, через фунт, підлогу, стіни. Вібрація викликає порушення фізіологічного і функціонального станів людини. Стійкі шкідливі фізіологічні зміни називають вібраційною хворобою. Загальні методи боротьби з вібрацією базуються на аналізі рівнянь котрі описують коливання машин у виробничих умовах і класифікуються наступним чином:

- зниження вібрації в джерелі виникнення шляхом зниження або усунення збуджувальних сил;
- налагодження від резонансних режимів раціональним вибором приведеної маси або жорсткості системи, котра коливається.

7.4. Безпека життєдіяльності і цивільна оборона

Цивільна оборона України є складовою частиною соціальних та захисних заходів, які проводяться в мирний час та у воєнний з метою захисту населення і народного господарства від наслідків аварій, катастроф, стихійних лих і сучасних засобів ураження.

Цивільна оборона України організовується за територіально-виробничим

принципом на всій її території і являє собою сукупність структур державного управління, підприємств, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони. Заходи цивільної оборони проводяться на всій території держави, як правило заздалегідь з розрахуванням особливостей кожного району.

Основним завдання цивільної оборони є: запобігання виникненню надзвичайних ситуацій техногенного характеру, проведення заходів щодо зменшення збитків та втрат під час аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха; оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний час та воєнний, та постійне інформування його про наявні обставини; захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів ураження; заходи і засоби підвищення стійкості роботи промислових підприємств; нагромадження фондів захисних споруд і засобів індивідуального захисту; розширення шляхів сполучення і розвиток всіх видів транспорту; підсилення і дублювання енергетичних потужностей; утворення матеріально-технічних ресурсів; підтримування сил цивільної оборони в постійній готовності.

Захист населення у надзвичайних ситуаціях мирного та воєнного часу, одне з головних завдань цивільної оборони. У законі “Про цивільну оборону України” в статті 8 говориться: “Адміністрація підприємств, установ і організацій, незалежно від форм власності і господарювання надає своїм працівникам сховище, забезпечує засобами індивідуального захисту, сприяє здійсненню евакозаходів, створення сил для подолання наслідків надзвичайних ситуацій та їх готовності до допоміжних практичних дій, а також виконання заходів з цивільної оборони”.

Обсяг та характер захисних заходів визначається особливостями окремих районів та промислових підприємств (об’єктів), обставини яка може скластися в разі аварій на атомній станції, хімічно небезпечному об’єкті, а також в разі застосування противником ядерної зброї, хімічної або біологічної зброї та звичайних військових засобів ураження.

Плануються та проводяться у комплексі три основні заходи захисту людей: укриття людей в захисних спорудах; розселення у заміській зоні робітників та службовців підприємства; використання працюючими засобів індивідуального захисту і медичних засобів.

Крім цього організовується і проводиться обов'язкове навчання працюючих заходам захисту. Передбачається оповіщення робітників про

загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний та воєнний час, а також постійне інформування їх про наявну обставину

Проводиться радіаційна, хімічна та біологічна розвідка, встановлюється режим захисту працюючих та службовців, виробничої діяльності підприємства, а також дозиметричний і лабораторний контроль. Плануються профілактичні, протипожежні, протиепідемічні заходи, рятувальні і інші невідкладні роботи в осередках ураження, санітарна обробка, знезаражування споруд, будівель, техніки, одєжі, території.

Для проведення РіНР в осередку хімічного ураження залучаються формування протирадіаційного і протихімічного захисту (ГТРДТХЗ), команди знезаражування, а також формування механізації робіт і загального призначення, медичні та формування охорони громадського порядку.

Особовий склад, який залучається до РіНР в осередку хімічної небезпеки, повинен бути забезпечений 313 органів дихання та шкіри, індивідуальними протихімічними пакетами, аптечками А1-2. Для виявлення хімічної обстановки розвідувальні ланки (групи) використовують прилади хімічної розвідки (ВПХР, ПХР і інші). При визначенні хімічного забруднення командир ланки розвідки визначає тип ОР, напрямок її розповсюдження. Командир формування на основі інформації старшого начальника, даних розвідки та особистого спостереження приймає рішення про проведення РіНР, в якому визначає ділянки (об'єкти) на яких необхідно зосередити основні зусилля формувань, ставить завдання підлеглим та наданим формуванням. Рятувальні команди (групи) та ланки сандружини на вказаній їм території оглядають виробничі приміщення і допоміжні споруди, захисні споруди,

визначають кількість уражених, місце їх знаходження, можливість доступу до них. Допомогу ураженим надають на місці їх знаходження. При наданні першої медичної допомоги ураженим на них одягають протигаз, вводять антидоти, знезаражують краплі ОР на шкірі та одязі при допомозі індивідуального протихімічного пакету. Уражені люди евакуюються в близький загін першої медичної допомоги, а потім у лікувальні заклади.

Після евакуації уражених людей командир формування організовує вивід - (вивіз) із зараженої зони людей за найкоротшим маршрутом з врахуванням напрямку вітру. Люди які знаходились в сховищах, евакуюються в останню чергу. Формування ПР і ПХЗ усувають аварії на комунікаціях з ЕДОР, проводять організацію знезараження місцевості і споруд і цим забезпечують дії інших підрозділів.

Після виконання поставленого завдання або після зміни формування і наданих підрозділів поступають на пункт санітарної обробки, а потім на відпочинок.

Матеріально-технічне постачання являється одним з найважливіших факторів забезпечення роботи виробництва. Основними завданнями матеріально-технічного постачання являється забезпечення заводу сировиною, матеріалами, паливом, електроенергією, засобами індивідуального захисту і засобами зв'язку, а також своєчасне і повне забезпечення формувань ЦО медикаментами, паливом і будівельними матеріалами.

При оцінці надійності системи матеріально-технічного постачання визначають безпосередньо з наявності на заводі запасів сировини, палива, комплектуючих виробів, умов зберігання сировини, системи доставки продукції до споживачів, можливостей транспортування і засобів механізації, якості планування і організації матеріально-технічного забезпечення ЦО і дій формувань ЦО приведені СНАВР і відновлені зруйнованого виробництва в разі виникнення надзвичайної ситуації. Резерв матеріальних засобів на підприємстві складає 7-ми добовий запас, що гарантує можливість його роботи внаслідок порушення звичайної роботи підприємства.

При оцінці надійності існуючих міжгалузевих зв'язків враховують стійкість підприємств наставників і транспортних зв'язків з ними. Це питання повинно вирішуватися разом з підприємствами постачальниками і транспортними організаціями. При цьому виявляються найбільш незахищені комунікації, недоліки транспортних засобів, вводиться заміна одного виду транспорту на інший, що дозволяє скоротити терміни поставок сировини з віддалених районів.

При оцінці планування і організації матеріально-технічного постачання і забезпечення штату ЦО визначаються наявність і реальність планів технічного забезпечення будівництва недостаючи захисних будівель.

8. ЕКОЛОГІЯ

8.1. Актуальність охорони навколишнього середовища

Взаємодія виробничо-господарських та природних ресурсів і процесів призвела до порушення взаємних зв'язків між елементами живої та неживої природи.

Розвиток науки і техніки, який ми називаємо науково-технічною революцією грозить нам:

- а) отруєнням повітря, води і ґрунту, відходами промислового виробництва і сільського господарства;
- б) гострим браком чистої води, а також повітря;
- в) браком продуктів харчування внаслідок перенаселення планети;
- г) виснаженням мінеральних ресурсів та енергетичним голодом;
- д) порушення біологічної та кліматичної рівноваги.

На даний час вже з'явилися такі негативні наслідки:

- а) вітрова та водяна ерозія ґрунтів, утворення пустель, пилові бурі;
- б) знищення лісових насаджень, багатьох видів тварин і рослин, зменшення їх кількості;
- в) збільшення різноманітних промислових відходів та викидів;
- г) розповсюдження шкідників сільського господарства;
- д) радіоактивне забруднення;
- є) суттєве зменшення (виснаження) не поновлюваних сировинних ресурсів, палива, чистої води, металів, будівельних матеріалів;
- ж) теплове забруднення та кліматичні катастрофи.

З вищевказаного витікає об'єктивна необхідність вивчення явищ та закономірностей взаємодії людини з навколишнім середовищем. Це проблема і вирішується наукою, яка має назву «Екологія».

Згідно закону України “Про охорону навколишнього середовища**” від 25.06.1991 року створено інспекцію по екологічній експертизі проектів, яка здійснює державну експертизу всіх проектів, в тому числі нової техніки, технології, матеріалів. Для цього кожен проект мусить мати розділ “Охорона навколишнього середовища**”, в якому основним питанням є розроблення заходів по ресурсо- та енергозбереженню, а також створення мало- та безвідходних технологій.

8.2. Забруднення довкілля, що виникають в результаті

технологічного процесу виготовлення колони збірника випарів

Основним забрудненням атмосфери дають:

- а) промисловість (чорна та кольорова металургія, добування нафти, нафтохімія, хімічна промисловість) - 30%;
- б) автотранспорт - 40%;
- в) теплоенергетика - 30%.

Найбільш поширеними токсичними речовинами є:

- а) оксид вуглецю CO- 45%;
- б) діоксид сірки SO₂- 18%;
- в) вуглеводні C_nH_n - 15%;
- г) оксид азоту NO- 10%;
- д) пил – 12%

Машинобудівні підприємства викидають у повітря різноманітні викиди: пилюки різного хімічного та гранулометричного складу, дими, сірчаний ангідрид, що утворюється із включень сірки в паливі, оксид вуглецю, оксид азоту, сірководень, сполуки фтору та інші.

На більшості машинобудівних заводів повітряне середовище в більшій чи меншій степені забруднюється також масляними і зварювальними аерозолями розчинниками ароматичного ряду (бензолом, толуолом, ацетоном), вуглеводами жирного ряду (бензином, уайт-спиритом).

Шкідливі для здоров'я людини забруднення поступають в атмосферне середовище при різних процесах зварювання, які супроводжуються виділенням парів заліза, оксидів цинку та інших металів, аерозолів марганцю, кремнію та міді, а також фтори дів азоту.

Зварювальна пилюка на 99% складається з частинок розміром від 10⁻³ до 1 мм, близько одного проценту частинок мають розмір 1-5 мм.

При проведенні зварювальних робіт в атмосферу потрапляють токсичні гази і пил. При ручному дуговому зварюванні проходить виділення великої кількості шкідливих аерозолів, оксидів металів, мінералів, пилу, парів, газів, що

негативно впливають на довкілля. При зварюванні в вуглекислому газі також виділяється в атмосферу велика кількість: оксиду заліза, марганцю, кремнію, азоту і газоподібних і фтористих з'єднань, що є також шкідливим не тільки для здоров'я людини, а й для навколишнього середовища. При контактному, точковому зварюванні, порівняно з іншими видами зварювання, виділяється відносно невелика кількість шкідливих газів і тому менше забруднюється довкілля. Тому я запропонував цей вид зварювання в цьому технологічному процесі, бо він менш негативно впливає на навколишнє середовище.

Хімічний склад забруднень, що виділяються при зварюванні, залежить в основному від складу зварювальних матеріалів (дроту, покриття, флюсу).

Джерелом забруднення також являються промислові стічні води трьох видів: побутові, поверхневі, промислові.

Побутові стічні води утворюються в результаті експлуатації на території підприємства душових, туалетів, пралень, їдалень.

Поверхневі стічні води утворюються в результаті змивання дощовою, талою, полив очною водою домішок, що збираються на території заводу, до яких відносяться пісок, сажа, камінь, нафтопродукти (масло, бензин).

Промислові стічні води утворюються в результаті використання води в технологічних процесах. Їх кількість. Склад і концентрацію домішок визначають типом підприємства, його потужністю, видами технологічних процесів, що використовуються.

Ще одним видом забруднення є промислові тверді відходи, до яких відносяться метали, картон, папір.

8.3. Заходи з охорони довкілля при зварюванні

При зварюванні в середовищі вуглекислого газу дротом марки Св08Г2С виділяють такі речовини:

- а) зварний аерозоль - 9/7 г/кг;
- б) гази СО- 14 г/кг.

Оскільки при зварюванні, крім шкідливих аерозолів, утворюються

шкідливі газоподібні сполучення, то для забезпечення гранично - допустимої концентрації домішок в повітрі робочої зони необхідно очищувати повітря не тільки від твердих частин, але і від твердих частинок газоподібних домішок.

Для видалення оксидів і окислів марганцю, кремнію, цинку, хрому використовуємо промислово-втяжну вентиляцію з використанням для очищення апарату абсорбер.

Забруднене повітря очищується в системі фільтрів (фільтр грубого очищення, електростатичний фільтр та шар активованого вугілля) і викидається високоефективними вентиляторами в цех приміщення.

Для спускання виробничих і господарських вод пропоную використовувати роздільну каналізацію, при якій атмосферні воли видаляються окремо від господарських вод.

З метою зниження забруднення земель різними промисловими відходами проводяться такі заходи: утилізація, спалювання, захоронення на спеціальних полігонах.

Відходи, які містять частини піску породи, механічні домішки використовують при будівництві доріг, засипання котлованів і кар'єрів.

Контроль стану навколишнього середовища і промислових викидів здійснюється органами Держнагляду з використанням спеціальних установок автоматизованої ділянки цеху.

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі магістра розглянуто питання щодо розроблення технології та автоматичного обладнання для складання та зварювання колони збірника випарів. У порівнянні із базовим у проектному варіанті запропоновано наступні зміни:

- замінити існуючий спосіб зварювання на зварювання $\text{CO}_2 + 30\% \text{O}_2$;

- замінити малопродуктивне, економічно не доцільне устаткування на раціональне та продуктивне;
- виготовити виріб з відносно дешевого конструкційного матеріалу;
- застосувати механізовані пристосування (роликові повнопривідні стенди);

У випускній кваліфікаційній магістерській роботі рекомендується проведення заходів для зменшення впливу шкідливих факторів, які діють у спроектованій ділянці на здоров'я працюючих, що дає змогу підвищити безпеку праці, попередити виробничий травматизм та професійні захворювання.

При проектуванні обладнання зварювального виробництва застосовувалися САПР-система, що містить технічні засоби, математичне, програмне та інформаційне забезпечення.

Внаслідок впровадження у виробництво запропонованого розроблення технології і автоматичного обладнання для складання і зварювання колони збірника випарів досягнуто:

- рівень механізації і автоматизації зріс на 10 %;
- зростання продуктивності праці на 16 %;
- собівартість виробу зменшилась на 4,8%.

На основі цього економічний ефект при річній програмі випуску 1000шт. рік складає 135653 грн. Термін окупності – 1,8 року.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением.- Л. Машиностроение, 1987, -462 с.
2. Марочник сталей и сплавов (Под ред. В.Г. Сорокина). –М.: Машиностроение, 198, -640 с.
3. Теорія сварочных процессов /Подред.В.В. Фролова. - М.: Высшая

школа, 1988.-559 с.

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

5. Акулов А.И., Бельчук Г.А. и Демянцевич ВЛ. Технология и оборудование сварки плавлением. - М.: Машиностроение, 1977. - 432 с.

6. Технология и оборудование сварки плавлением /Г.Д Никифоров, Г.В. Бобров, В.М. Микитин, В.В. Дьяченко; /Под ред. Г.Д. Никифорова. - М.: Машиностроение, 1986. - 320 с.

7. Справочник молодого сварщика./Под ред. Н.П.Сергеева., М.: Высшаяшкола 1980.-190с.

8. Технологияэлектрической сварки металов и сплавов плавлением /Под ред. Б.Е. Патона - М.: Машиностроение, 1974. - 768 с.

9. Терликова Т.Ф., и др. «Основы конструирования приспособлений.»- М.: Машиностроение,1980.-119с.

10. Гитлевич А.Д., ЭтингофЛ.А. Механизация и автоматизация сварочного производства. - М.: Машиностроение, 1979. - 280 с.

11. 11 Рымаров Б.В. Нове сварочные приспособлення. - Л.: Стройиздат. 1988. -125 с.

12. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів та курсової роботи по дисципліні «Організація планування і управління машинобудівним виробництвом» /І.С. Вовчак, Д.І. Дубик, М.П. Галушак - Тернопіль, 1993 - 39 с.

13. Я.І. Бедрій. Охорона праці: Навчальний посібник. Львів Р.П «АРІ», 2000р. 285с.

14. В.Ц. Жидецький, В.С.Джигарєв, О.В.Мельников. Основи охорони праці. Львів: «Афіша», 2000. -350с.

15.Терезин А.С., Мосалов Н.И. Безопасность труда электросварщика. - М.: Машиностроение, 1990. - 93 с.

16. Нормирование расходов материальных ресурсов в машиностроение в

2- х Т / Подред Г.М. Покараева, А.А.Зайцева. - М.:Машиностроение, 1988,- 448с.

17. Волченко В.Н. Контроль качества сварных конструкций. - М.: Машиностроение, 1986. —152 с.

18. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання. — Чинний від 01.07.1996. - К.: Держстандарт України,1995. - 36 с.

19. Юрьев В.Т. Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники. - М.: Машиностроение, 1972. -52 с.

20. Терещенко В.И., Либаков А.И. Выбор и применение способов сварки при изготовлении конструкций. - К.: Наукова думка, 1987. - 192 с.

21. Рыморов Е.В. Новые сварочные приспособления. - JL: Стройиздат, 1988. -125 с.

22. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. - М.: Машиностроение, 1983.-277 с.

23. Гитлевич А.Д., Этингоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства. - М.: Машиностроение, 1979. - 280 с.

ДОДАТКИ