**Вступ**

Зварюванням називається процес отримання не рознімного з'єднання твердих матеріалів шляхом їх місцевого сплавлення чи спільного деформування, в результаті чого отримуються міцні зв'язки між атомами зварюваних елементів.

Зварювання, термічну різку широко застосовують в усіх галузях промисловості. Це пояснюється перед усім економією металу. Найбільшої економії досягають при застосуванні зварних з’єднань встик, при цьому економія металу складає біля 20%.

Зменшення витрат металу знижує вартість зварюваних деталей і конструкцій. Вартість їх також зменшується за рахунок зменшення трудомісткості.

За допомогою зварювання отримують деталі та конструкції не тільки із сталей, а й з кольорових металів та сплавів (алюміній, мідь, нікель, титан, латунь, бронза і т. п.).

Історія розвитку зварювання.

Спочатку використовувалось кузнечне зварювання – дві деталі нагрівалися у горні та з'єднувалися за допомогою зусилля прикладеного до цих деталей.

Розвитку нинішнього зварювання послугувало відкриття в 1802 році явище зварювальної дуги. Це відкриття зробив професор Санкт-Петербурзької хіміко-хірургічної академії В.В. Петров. Проводячи досліди він отримав яскравий спалах – зварювальну дугу. В.В. Петров описав явища що відбуваються в ній, а також вказав на можливість її практичного застосування.  
 В 1882 році російський вчений М.М. Бенардос винайшов спосіб зварювання вугільним електродом сутність якого заключається  
у слідуючому: зварювальна дуга горить між вугільним електродом та зварюваним металом, а для утворення зварювального шва необхідно застосовувати присадочний матеріал. Як джерело електричної енергії використовувалися акумуляторні батареї.

В 1886 році російський інженер М.Г. Славянов винайшов зварювання металевим електродом, сутність якого полягає у слідуючому: зварювальна дуга горить між зварюваним металом та плавлячимися металевим електродом, який утворює зварювальний шов.

Розвиток і промислове застосування зварювання вимагав розробки і виготовлення надійних джерел живлення, що забезпечують стійке горіння дуги. Таке устаткування – зварювальний генератор СМ-1 і зварювальний трансформатор з нормальним магнітним розсіянням СТ-2 – було виготовлено вперше в 1924 році Ленінградським заводом «Електрик». У тому ж році радянський учений В.П. Никітін розробив принципово нову схему зварювального трансформатора типа СТН. Випуск таких трансформаторів завод «Електрик» почав з 1927 г. У 1928 році учений Д.А. Дульчевський винайшов автоматичне зварювання під флюсом. Новий етап в розвитку зварювання відноситься до кінця 30-х років, коли колективом інституту електрозварювання АН УРСР під керівництвом академіка Е.О. Патона був розроблений промисловий спосіб автоматичного зварювання під флюсом. Впровадження його у виробництво почалося з 1940 г. Зварювання під флюсом зіграло величезну роль в роки війни при виробництві танків, самохідних знарядь і авіабомб. Пізніше був розроблений спосіб напівавтоматичної зварки під флюсом. В кінці 40-х років отримало промислове застосування зварювання в захисному газі. Колективами Центрального науково-дослідного інституту технологій машинобудування і Інституту електрозварювання імені Е.О. Патона розроблена і в 1952 році упроваджена напівавтоматична зварка у вуглекислому газі. Величезним досягненням зварювальної техніки з'явилася розробка колективом ІЕС в 1949 році електрошлакової зварки, що дозволяє зварювати метали практично будь-якої товщини.

**1.** **Опис матеріалу виробу**

Всі деталі обічайки виготовлені зі сталі Вст3пс (конструкційна вуглецева сталь звичайної якості, що поставляється по механічних властивостях і хімічному складі, напівспокійна) ГОСТ 535–79, ГОСТ 14637–79. З неї виготовляють елементи зварних і незварних конструкцій і деталей, що працюють при позитивних температурах. Фасонний і листовий прокат завтовшки до 10 мм для елементів зварних конструкцій, що працюють при змінних навантаженнях в інтервалі від –40 до +425 °С. Прокат від 10 до 25 мм – для елементів зварних конструкцій, що працюють при температурі –40 до +425 °С за умови постачання із зварюваністю, що гарантується.  
 Вуглецеві сталі представляють значну групу конструкційних матеріалів; вони складають 80% загального об'єму продукції чорної металургії. Сталі звичайної якості дешеві, мають задовільні механічні властивості у поєднанні з хорошою зварюваністю.

До хімічного складу сталі Вст3пс входять: вуглець, кремній, марганець, нікель, сірка, фосфор, хром, мідь, миш'як.

Вплив елементів, які входять до хімічного складу сталі Вст3пс.

**Хром** в низковуглецевих сталях міститься в межах до 0,3%, в конструкційних 0,7–3,5%, в хромистих 12–18%, в хромонікелевих 9–35%. При зварюванні хром утворює карбіди хрому, які погіршують корозійну стійкість сталі і різко підвищують твердість в зонах термічного впливу; сприяє утворенню тугоплавких оксидів, що затрудняють процес зварки.

**Нікель** знаходиться в низьковуглецевих сталях в межах 0,2–0,3%, в конструкційних 1–5%, в легованих 8–35%. Нікель збільшує пластичність і прочність сталі, подрібнює зерна, не погіршуючи зварюваності.

**Вуглець** – одна з найбільш важливих домішок, що визначає міцність, в'язкість, загартовуваність і особливо зварюваність стали. Вміст вуглецю в звичайних конструкційних сталях в межах до 0,25% не погіршує зварюваності. При вищому вмісті зварюваність сталі різко погіршується, оскільки в зонах термічного впливу утворюються структури гарт, що приводить до тріщин.

**Марганець** міститься в сталі в межах 0,3–0,8%. Процес зварювання марганець не утрудняє. При зварці середньомарганцовистих сталей (1,8–2,5% Mn) виникає небезпека появи тріщин у зв'язку з тим, що марганець сприяє збільшенню загартовуваності сталі.

**Кремній** знаходиться в сталі в межах 0,02–0,3%. Він не викликає затрудненнь при зварюванні. У спеціальних сталях при вмісті кремнію 0,8–1,5% умови зварки погіршуються із-за високої рідкотекучості крем'янистої сталі і утворення тугоплавких оксидів кремнію.

**Сірка** шкідливий домішок, вона знижує міцність металу і затрудняє процес зварювання. Знижує зносостійкість та пластичність металу, а також сприяє утворенню гарячих тріщин. ЇЇ вміст в сталі не повинен перевищувати 0.055%.

**Фосфор** також являється шкідливим домішком, сприяє утворенню холодних тріщин. Його вміст в сталі не повинен перевищувати 0.05%.

Взагалі сталь Вст3пс володіє хорошою зварюваністю у будь-яких просторових положеннях.

Хімічний склад в% матеріала ВСт3пс

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **C** | **Si** | **Mn** | **Ni** | **S** | **P** | **Cr** | **Cu** | **As** |
| **0.14 – 0.22** | **0.05 – 0.17** | **0.4 – 0.65** | **до 0.3** | **до 0.05** | **до 0.04** | **до 0.3** | **до 0.3** | **до 0.08** |

Механічні властивості при Т=20oС матеріала ВСт3пс

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Сортамент** | **Розмір** | **Напр.** | **σв** | **σт** | **δ5** |
| **-** | **мм** | **-** | **МПа** | **МПа** | **%** |
| Прокат гарячекатан. | до 20 |  | **370–480** | **245** | **26** |
| Прокат гарячекатан. | 20 – 40 |  |  | **235** | **25** |

**σв** – межа короткочасної міцності,

**σт** – межа пропорційності (межа текучості для залишкової деформації),

**δ5** – відносне подовження при розриві.

**2. Порівняння зварювання з іншими видами з'єднань**

Зварювання металів застосовується у всіх галузях промисловості унаслідок його техніко-економічних переваг в порівнянні з іншими видами з'єднання. Переваги зварювання в порівнянні з клепкою, болтовими і іншими способами з'єднань деталей наступні: значна економія металу (до 25%); спрощення конструкцій; висока продуктивність і значне зниження вартості продукції (за рахунок зменшення трудомісткості, економії металу і т.і.); можливість виготовлення виробів складної форми; герметичність та надійність з’єднань; можливість застосування при ремонті (швидке і з найменшими затратами відновлення зношеного обладнання). При сучасному розвитку зварювальної техніки зварні конструкції успішно замінюють литі і ковані вироби, а також прокатні профілі. При зварюванні в порівнянні з литтям економія металу складає близько 50%. У приладобудуванні найширше застосовують електродугову і електроконтактне зварювання.

За допомогою зварювання можна отримувати з'єднання, які володіють міцністю більшою ніж у основного металу.

**Технологічні вимоги до зварювання**

Технічні умови на виготовлення зварної конструкції передбачають технічні умови на основні матеріали і певні вимоги. До основних матеріалів відносять – зварювальні матеріали; вимоги пред'являються до заготовок під зварювання і збірку, до зварювання і контролю якості зварювання. Як основні матеріали, для виготовлення зварних конструкцій, що працюють при динамічних навантаженнях, застосовуються вуглецеві звичайної якості і леговані сталі. Всі зварювальні матеріали повинні відповідати вимогам стандартів і сертифікатам якості заводів – постачальників. За відсутності сертифікатів зобов'язані проходити додаткові лабораторні випробування на заводі. Вимоги до заготовок під зварку передбачають, щоб зварювані деталі з листового, фасонного, сортового і іншого прокату були виправлені перед збіркою під зварювання. Після вальцювання або гнуття деталі не повинні мати тріщин і задирок, надривів, хвилястості і інших дефектів. Кромки деталей обрізаних на ножицях, не повинні мати тріщин і задирок. Кромка обріза має бути перпендикулярною поверхні деталі, нахил у випадках, не обумовлених на кресленнях, має бути 1:10, але не більше 2 мм. Розміри прихваток мають бути вказані в картах технологічного процесу. Збірка під зварювання має бути прийнята ОТК. Поверхні деталей і кромки в тих місцях, де має бути зварний шов зачищаються від іржі і масла. Під зварювання не допускаються деталі з іржею, тріщинами, надривами. Силова підгонка при зварці категорично забороняється із-за утворення напружень в металі. Зсув зварюваних кромок і величина зазорів не повинні перевищувати величини встановлені на основні типи, конструктивні елементи і розміри зварних з'єднань по Гост14771–76, Гост5264–80, Гост14776–79, Гост8713–79. Переріз прихваток допускається до половини перерізу зварювального шва. Прихватки зачищають від шлаку і ставлять в місцях розташування зварних швів. Розміри прихваток вказують в картах технологічного процесу. До зварки відповідальних складальних одиниць допускаються висококваліфіковані атестовані зварювальники що мають посвідчення, що встановлює їх кваліфікацію. Зварювальне устаткування забезпечують манометрами, амперметрами і вольтметрами. Достаток устаткування перевіряється щодня зварювальником і налагоджувальником. Технологічний процес зварювання повинен передбачати певний порядок накладення швів, при якому внутрішні деформація і напруга будуть найменшими в зварних з'єднаннях. Він повинен забезпечувати максимальну можливість зварювання в нижньому положенні. Перед зварюванням перевіряються поверхні деталей в місцях розташування зварних швів. Не допускаються сліди грязі, масла, корозії, запалювати дугу на основному металі поза кордонами шва. При зварці у вуглекислому газі відповідно до ГОСТ 1477–76 відхилення розмірів поперечного перерізу зварних швів вказується в кресленнях. В процесі збірки і зварювання зварних з'єднань на всіх етапах повинен здійснюватися після операційний контроль. Процент контролю параметрів обмовляється технологічним процесом. Перед зваркою перевіряють правильність збірки, якість і розміри прихваток, чистоту поверхні зварюваних кромок, дотримання геометричних розмірів виробу, відсутність задирок, вм'ятин, дефектів. Після зварки здійснюється контроль зварних з'єднань зовнішнім оглядом Допускаються опуклі і увігнуті кутові шви, у всіх випадках катетом шва вважають катет вписаного в переріз шва рівнобедреного трикутника. Контроль розмірів зварних швів, крапок і виявлених дефектів проводиться на спеціальному шаблоні або вимірювальним інструментом з ціною ділення 0,1. Виправлення дефектної ділянки зварного шва більше двох разів не допускається.

**Вибір способу зварювання.**

Вибір того або іншого способу зварювання залежить від наступних чинників:

- товщина зварюваного матеріалу;

- довжини зварних швів;

- вимог до якості продукції, що випускається;

- хімічного складу металу;

- продуктивності, що передбачається.

- собівартості 1 кг металу, що наплавляється.

Серед способів електродугового зварювання найширше застосовуються:

- ручне дугове зварювання;

- напівавтоматичне зварювання в захисних газах;

- автоматичне зварювання в захисних газах і під шаром флюсу.

Найширше із цих способів електродугового зварювання застосовується напівавтоматичне зварювання в захисних газах.

Технологічними перевагами зварювання в захисних газах є:

- відносна простота процесу;

- відсутність необхідності вживання флюсів або обмазок, а отже і очищення швів від шлаку і невикористаного флюсу;

- можливість механізації процесу у всіх просторових положеннях;

- при зварці в інертних газах мінімальна взаємодія металу з киснем і азотом;

- можливість зварювання різних металів;

- можливість регулювання процесу зварювання і спостереження за дугою;

- висока продуктивність процесу.

- високий ступінь концентрації джерела тепла, що дозволяє зменшити зону термічного впливу і зменшити короблення виробу.

Собівартість 1 кг металу, що наплавляється, при зварюванні у вуглекислому газі завжди нижче, ніж при газовому і ручному дуговому зварюванні.

Тому для зварювання обічайки використовується напівавтоматичне зварювання в СО2.

**Режими зварювання**

Режимом зварювання називається сукупність характеристик зварювального процесу, що забезпечують здобуття зварних з'єднань заданих розмірів, форм і якості. При всіх дугових способах зварювання такими характеристиками є наступні параметри: діаметр електроду, сила зварювального струму напруга на дузі, швидкість переміщення електроду уздовж шва, рід струму і полярність. При механізованих способах зварювання додається ще один параметр – швидкість подачі зварювального дроту, а при зварюванні в захисному газі – питома витрата захисного газу. Параметри режиму зварки впливають на форму, і розміри шва. Тому, щоб отримати, якісний зварний шов заданих розмірів, необхідно правильно підібрати режими зварювання, виходячи з товщини і властивостей зварюваного металу, типу з'єднання і його положення в просторі. На форму і розміри шва впливають не лише основні параметри режиму зварювання, але також і технологічні чинники, як рід і щільність струму, нахил електроду і виробу, виліт електроду, конструкційна форма виробу і величина зазору.

Величини зварювального струму, що рекомендуються, залежно від діаметру електродного дроту

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Діаметр електродного дроту, мм | 0,5 | 0,8 | 1 | 1,2 | 1,6 | 2 | 2,5 |
| Рекомендовані межі зварювального струму, А | 30–60 | 50–100 | 70–120 | 90–150 | 140–300 | 200–500 | 300–700 |
| Щільність струму, а/мм2 | 150 | 100 | 85 | 80 | 70 | 65 | 60 |

Оскільки сила зварювального струму встановлюється залежно від вибраного діаметру електродного дроту то для зварювання обічайки приймаємо 140–300 А.

Із збільшенням сили зварювального струму збільшується глибина провару і підвищується продуктивність процесу зварки. Напруга дуги залежить від довжини дуги. Чим довше дуга, тим більше напруги на ній. Із збільшенням напруги дуги збільшується ширина шва і зменшується глибина його провару. Встановлюється напруга дуги залежно від вибраної сили зварювального струму.

Швидкість подачі електродного дроту підбирають з таким расчётом, щоб забезпечувалося стійке горіння дуги при вибраній напрузі на ній. Вилітом електроду називається довжина відрізку електроду між його кінцем і виходом його з мундштука. Величина вильоту робить великий вплив на стійкість процесу зварювання і якості зварного шва. Із збільшенням вильоту погіршується стійкість горіння дуги і формування шва, а також збільшується розбризкування. При зварюванні з дуже малим вильотом важко спостерігати за процесом зварювання і часто підгорає контактний наконечник. Величину вильоту рекомендується вибирати залежно від діаметру електродного дроту.

Рекомендовані значення вильоту електродного дроту

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Діаметр електродного дроту, мм | 0,8 | 1 | 1,2 | 1,6 | 2 | 2,5 |
| Виліт електрода, мм | 6 – 12 | 7 -13 | 8 -15 | 13–20 | 15–25 | 15–30 |

Окрім вильоту електроду, необхідно витримувати відстань від сопла пальника до виробу, оскільки із збільшенням цієї відстані можливе попадання кисню і азоту повітря в наплавлений метал і утворення пор у шві. Величину відстані від сопла пальника до виробу слід витримувати в приведених значеннях.

Рекомендовані відстані від сопла пальника до виробу

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Діаметр електродного дроту, мм | 0,5–0,8; | 1,0–1,2; | 1,6–2,0; | 2,5–3,0; |  |
| Відстані від сопла пальника до виробу | 5–15 | 8–18 | 15–25 | 20–40 |  |

При зварюванні у вуглекислому газі зазвичай застосовують постійний струм зворотної полярності, оскільки зварювання струмом прямої полярності приводить до нестійкого горіння дуги. Змінний струм можна застосовувати лише з осцилятором, проте в більшості випадків рекомендується застосовувати постійний струм.

Витрату вуглекислого газу визначають залежно від сили струму, швидкості зварювання, типу з'єднання і вильоту електрода. В середньому газу витрачається від 5 до 20 л/мін. Нахил електроду щодо шва робить великий вплив на глибину провару і якість шва. Залежно від кута нахилу зварювання можна проводити кутом назад і кутом вперёд. При зварюванні кутом назад в межах 5 – 10° покращується видимість зони зварювання, підвищується глибина провару і наплавлений метал виходить більш щільним. При зварюванні кутом вперёд важче спостерігати за формуванням шва, але краще спостерігати за зварюваними кромками і направляти електрод точно по зазорах. Ширина валу при цьому зростає, а глибина провару зменшується. Цей спосіб рекомендується застосовувати при зварці тонкого металу де існує небезпека прожога. Швидкість зварювання встановлюється самим зварювальником залежно від товщини металу і необхідної площі поперечного перерізу шва. При дуже великій швидкості зварювання кінець електроду може вийти з-під зони захисту газом і окислюватися на повітрі.

**Вибір зварювальних матеріалів**

Для виготовлення конструкції обічайки застосовують сталь марки Вст3пс. Виходячи з цього при зварюванні у вуглекислому газі низьковуглецевих сталей необхідно застосовувати кремній-марганцовисті марки дроту**.**

Для зварювання обічайки використовують зварювальний дріт Св08Г2С.Зварювальний дріт забезпечує набуття хороших механічних властивостей металу шва у поєднанні з основним металом. Зварні шви виходять хорошої якості з відсутністю холодних і гарячих тріщин. Хімічний склад металу шва вищий, ніжхімічний склад основного металу, що дозволяє отримати зварні шви хорошої якості і корозійної стійкості.

Як захисний газ використовують вуглекислий газ. Захисний газ дозволяє захистити зварювальну ванну від дії навколишнього повітря. В повітрі містяться шкідливі гази: азот, водень, кисень. За наявності цих газів в металі шва вони погіршують механічні і технологічні властивості шва.

**Вибір зварювального устаткування**

Для зварювання обичайки використовуваний зварювальний напівавтомат А-547У. Він призначений для зварювання у вуглекислому газі плавким електродом. Напівавтомат складається з:

- джерела живлення;

- механізму подачі електродного дроту;

- шафи управління.

Механізмом подачі є циліндричний редуктор, що передає обертання від електродвигуна постійного струму з регульованим числом обертів до подаючих роликів. Механізм подачі має дві пари подаючих і притискних роликів. Для розширення діапазону швидкостей подачі редуктор має дві шестерні, які можна міняти місцями.

**Технічна характеристика напівавтомата А-547У:**

– діаметр зварювального дроту, мм 0,8–1,6

- номінальний зварювальний струм, А 300

- межа регулювання, А 60–300

- швидкість подачі зварювального дроту, м/ч 150–420

- тип джерела живлення ВС-300

**Технічна характеристика джерела живлення ВС-300:**

– номінальна напруга мережі, В 380

- межі регулювання робочої напруги, В:

на жорстких зовнішніх характеристиках

на падаючих зовнішніх характеристиках 22–46

- номінальний струм, А 300

- напруга холостого ходу, В 25–40

- межі регулювання зварювального струму:

на жорстких зовнішніх характеристиках 60–300

на падаючих зовнішніх характеристиках 30–300

- потужність квт 17

- коефіцієнт корисної дії% 70

– габаритні розміри, мм 560\*720\*9

**Вибір пристосування для збирання та зварювання**

При виборіпристосування для збирання та зварювання необхідно враховувати те, що ці пристосування повинні забезпечувати наступне: – зменшення трудомісткості робіт, підвищення продуктивності;

- підвищення точності робіт, поліпшення якості продукції;

Пристосування повинні задовольняти наступним вимогам:

- забезпечувати найвигіднійший порядок збірки;

- мають бути жорсткими і міцними, для точного закріплення деталей;

- забезпечити доступність до місць установки деталей;

- забезпечити положення деталей, при яких буде найменше число поворотів;

- забезпечити вільний доступ при перевірці виробу;

- забезпечити безпечне виконання збірно-зварних робіт.

Використання спеціального пристосування для збирання та зварювання дозволяє точно зібрати і прихватити деталі в конструкцію. В результаті розробки пристосування для збірки та зварювання було вирішено використати слідуюче:

1. Розпірка (швелер №10 *l* = 2200 мм – 4 шт.)

Даної кількості елементів вистачає для забезпечення вище перерахованих вимог до пристосувань для збірки та зварювання. Для дугового зварювання використовується комплект інструментів №2. У нього входять молоток 7850–0117 ГОСТ 2310–77, напилок 2820–028 ГОСТ 1465–80, плоскогубці ГОСТ 7236–93 скребок для зачистки грата, бриг металу 524.0895–43413, щітка металева та крейда ГОСТ 17498–72, а при слюсарних роботах для зварювальних операцій використовується комплект інструменту №7.

**Методи боротьби з деформаціями та напруженнями при зварюванні**

Раціональне конструювання зварних вузлів. Робочі креслення зварних конструкцій слід розробляти з врахуванням заходів щодо зменшення зварювальної напруги і деформацій. Для цього зварні з'єднання конструюють так, щоб об'єм наплавленого металу був мінімальним. Наприклад при товщині металу більше 12 мм слід застосовувати Х- і К-подібну підготовку кромок. З цією ж метою замінюють переривисті з'єднання на суцільні шви меншого перетину. Виконують стикові шви при мінімальному куті розкриття шва і мінімальному зазорі. Уникають різких переходів перетинів а також застосовують переважно стикові з'єднання і не допускають концентрації і перехрещення зварних швів.

Технологія збірки і зварювання. Порядок збірки під зварювання, спосіб зварки, режими зварки і послідовність накладення шва по його довжині і перетину роблять значний вплив на величину деформацій і напружень при зварюванні. Щоб зменшити залишкові деформації і напруження конструкцій і виробів при збірці по можливості не допускають скріплення вузлів і деталей прихватками, які створюють жорстке закріплення. Для забезпечення рухливого достатку закріплених деталей використовують клинові центровочні і інші складальні пристосування. На утворення залишкових деформацій і напружень значний вплив робить спосіб зварки. На величину і характер напружень і остаточних деформацій впливає погонна енергія зварювання і режим зварювання. Збільшення площі поперечного перерізу шва, як правило, сприяє зростанню деформацій. Величина залишкових деформацій і напружень залежить і від порядку накладення швів. Наприклад, при зварюванні листових конструкцій спочатку виконують поперечні шви окремих поясів, а потім сполучають пояси між собою.

Урівноваження деформацій. Суть цього способу полягає в тому, що встановлюють визначену послідовність накладення швів, при якій деформації від попередніх швів знижуються при виконанні подальших швів. Цей спосіб широко застосовують при зварюванні стержньових конструкцій або деталей симетричного перетину. Зворотні деформації. Перед зварюванням конструкції або елементу для зменшення залишкової деформації штучно створюють деформацію, зворотну по знаку по відношенню до тієї, яка може виникнути при зварці.  
 Жорстке закріплення. Закріплення забезпечує зменшення зварювальних деформацій в порівнянні із зварюванням в незакріпленому стані, якщо зона нагріву до температур вище 600° С не перевищує 0.15 ширини зварюваного елементу. Якщо зона нагріву буде більше 0,15 ширини зварюваного елементу, то жорстке закріплення не зменшує деформацій, а навпаки, може збільшити їх в порівнянні із зварюванням у незакріпленому стані.

Проковування швів. Проковування сприяє зниженню напруги і деформацій. При виконанні проковки необхідно дотримуватися наступних умов:

при багатошаровому зварюванні проковування виконувати пошарово а перший і останній шар не проковувати;

проковування слід виконувати на ділянці шва завдовжки 150 – 200 мм відразу ж після зварювання або після підігрівання його до 150–200 °С;

при зварюванні металу товщиною більше 16 мм необхідно проковувати і метал біля шва.

Спільний відпал зварного виробу. Відпал застосовується для сталей, що мають схильність до утворення загартованих зон поблизу зварного шва (особливо при великій товщині зварюваного металу), і для конструкцій, що працюють при знакоперемінних навантаженнях.

Механічна правка конструкції після зварювання. Правку виконують прикладанням ударних або статичних навантаженнь при холодному або нагрітому металі.

Термічна правка конструкцій і виробів після зварювання. Правка виконується наплавленням валів із зворотного боку шва або місцевим нагрівом в особливому для кожної конструкції порядку. Для здобуття зварних конструкцій заданих проектних розмірів необхідно давати припуски на усадку зварних швів. На один поперечний стиковой шов прокату або листа завтовшки 8–16 мм припуск повинен складати близько 1 мм.

У нашому випадку зона нагріву до температур вище 600° С не перевищує 0.15 ширини зварюваних елементів тому ми застосовуємо жорстке закріплення. Після виконання зварювання і зняття пристосувань за рахунок залишкових напружень у швах обічайка прийме еліпсоподібну форму. Цей процес неможливо попередити. Тому потрібно застосувати термічну правку конструкції.

**3. Контроль якості зварних з'єднань**

Ретельний контроль і прийомка деталей і готових виробів проводять на всіх стадіях виробництва зварних конструкцій. На всіх стадіях обробки перевіряють:

– дотримання зовнішнього вигляду і форми складених деталей зварної конструкції, відповідно до техпроцесу креслення і технічних умов (якість оброблення кромок, зачистка після газового різання);

– відсутність зовнішніх дефектів металу (раковин, розшарувань);

– відповідність металу кресленню на підставі сертифікату і лабораторних досліджень**.**

Після збірки зварної конструкції перевіряють:

– відсутність окалини, масла, чистоту металу в місці накладення швів;

– відповідність основних розмірів кресленням, дотримання допусків;

– правильність підготовки металу під зварні шви, зазори.

При зварюванні тобто в процесі зварювання перевіряють:

- відповідність режимів зварювання до техпроцесу;

- зачистка попередніх шарів шва перед накладенням подальшого;

- порядок накладення швів за техпроцесом;

- відповідність швів і марки зварювального дроту кресленням.

Метод контролю призначає технолог при розробці технології. Для виготовлення зварної конструкції обічайки призначаємо зовнішній метод контролю. Зовнішній огляд здійснюється по всій протяжності з двох сторін, у всіх доступних місцях. Зварні шви повинні мати плавні переходи до основного металу, а також поверхні без напливів.

Якщо при зовнішньому огляді виявлені напливи швів, кратери, ділянки з тріщинами і порами, з розмірами і кількістю вище величин, що допускаються, то їх вирубують, виплавляють з подальшою заваркою.

Обічайка конструкція відповідальна тому зварювання повинен виконувати дипломований зварник не нижче 3-го розряду.

Якість зварювання перевірити зовнішнім оглядом катет шва 8 мм. Контроль майстром – 15%, зварювальником -100%.

**4. Організація робочого місця та інструмент зварювальника**

Місця проведення зварювальних робіт розділяють на постійні і тимчасові. Постійні (стаціонарні) місця призначені для робіт, які виконуються в спеціально обладнаних цехах, майстернях і так далі. Встановлюють зварювальний апарат в захищеному від атмосферних дій, добре провітрюваному приміщенні площею не менше 3 м2. Краще всього, якщо підлога із бетонну, а стіни приміщення не повинні відображати зварювальні відблиски, що може представляти небезпеку для очей. У ідеалі робоче місце зварювальника повинне розташовуватися в спеціальній кабіні.

Таке робоче місце може бути обладнане для зварювання малогабаритних предметів. Каркас кабіни можна зробити з металу, а стіни – з різних вогнестійких матеріалів. Дверний отвір кабіни закривають брезентовою завісою, підвішеною на кільцях. У кабіні встановлюють джерело зварювального струму металевий стіл з гратами і витяжною парасолькою, стілець з підіймальним гвинтовим сидінням, стелажі для зварювального дроту, електродів і інших необхідних інструментів і матеріалів. Якщо зварювання виконується в захисному газі, то має бути передбачене місце для балонів. Правильна організація робочого місця – передумова якісного зварювання і високої продуктивності праці. Зварювальні роботи на постійних зварювальних постах слід виконувати лише за наявності працюючої вентиляції. В процесі роботи слід застосовувати пересувні воздуховідсоси.  
 Тимчасові робочі місця зварювальника застосовують для робіт, які виконуються безпосередньо на устаткуванні або установках, які неможливо перемістити до зварювального поста. Такі місця повинні бути відгороджені вогнестійкими ширмами, щитами і забезпечені засобами первинного пожежогасіння і вогнегасниками. Тип ємкість і кількість вогнегасників визначають залежно від їх продуктивності, площі дії, класу приміщення і так далі. Окрім вогнегасника робоче місце зварювальника обладнується ящиком з піском, відром і іншими засобами пожежогасіння.

Зварювальний пост комплектується джерелом живлення, електродотримачем, зварювальними дротами необхідної довжини, затисками для струмопровідного дроту, зварювальним щитком із захисними світлофільтрами. При необхідності робоче місце може бути обладнане засобами малої механізації, що полегшить не лише зварювання але і навантажувально-розвантажувальні роботи. У будь-якому випадку не можна забувати про засоби протипожежного захисту, оскільки зварювання є пожежонебезпечною роботою. Не слід захаращувати робоче місце непотрібними речами і устаткуванням, оскільки це не лише заважатиме роботі, але і представлятиме небезпеку.

При виконанні зварювальних робіт в монтажних умовах на відкритому повітрі робоче місце зварювальника і устаткування обов'язково має бути захищене від атмосферних дій. Для цих цілей застосовують намети, навіси або переносні тенти і так далі. Застосування зварювального устаткування на монтажних майданчиках створює ряд труднощів по його зберіганню. Кожного разу після закінчення роботи потрібно переміщати апарат до місця зберігання. Краще всього, якщо зварювальний апарат міститься закритому приміщенні, а до робочого місця протягують лише зварювальні кабелі. Якщо це неможливо, то краще всього зварювальний апарат встановити на пересувний візок, що значно полегшить його транспортування.

Робочий інструмент зварювальника повинен комплектуватися, зважаючи на специфіку роботи. Але існує певний перелік інструменту без якого обійтися неможливо. Кожен електрозварник повинен мати захисний щиток або маску, рукавиці, молоток, зубило або крейцмейсель для відбиття шлаку, сталеву щітку. Зварювальник що працює з неплавячимся електродом, повинен мати набір заточених вольфрамових електродів, комплект гайкових ключів, пасатижі або кусачки. На стаціонарному робочому місці інструмент зберігається в спеціальному ящику, а для роботи на монтажному майданчику у зварювальника має бути спеціальна сумка призначена для зберігання інструменту. Це може бути один з портативних ящиків для інструменту, виготовленням яких займаються багато фірм. Правильно підібраний і справний інструмент економить час і сприяє продуктивній праці.

**5.** **Техніка безпеки і охорона праці**

До небезпечних і шкідливих виробничих чинників при зварюванні відносять:

- забрудненість і запилена повітря робочої зони;

- небезпечний рівень напруги в електричній мережі;

- підвищена температура дуги;

- потужне ультрафіолетове і світлове випромінювання дуги;

- іскри і бризки;

- надлишковий тиск газів, в балонах.

Для виключення впливу шкідливих чинників на здоров'я людини необхідно дотримуватися певних вимог. Для захисту від ураження електричним струмом корпус будь-якої зварювальної установки заземляють. Елементи зварювального ланцюга мають бути сполучені сполучними муфтами. Заборонено сполучати зварювальні ланцюги скручуваннями з оголеним кабелем. Як зворотний дріт, що сполучає зварювані вироби з джерелом зварювального струму, служать металеві шини, сама конструкція. Особливо забороняється використовувати як зворотний дріт конструкцій будівлі. Електрозварювальні установки, що працюють на постійному і змінному струмі мають бути забезпечені пристроями автоматичного відключення. Захист робочих полягає в забезпеченні засобами індивідуального захисту: спецвзуттям, спецодягом, засобоми захисту органів дихання, голови, очей. Для захисту від снігу, холоду, вологи зварювальників забезпечують підстилками і наколінниками. Для захисту очей від бризок, іскр, часток шлаку зварник забезпечується наголівними і ручними щитками.

Для запобігання пожежо-вибухонебезпеки цехи і ділянки забезпечуються вогнегасниками і іншими засобами гасіння, кількість яких визначається у відповідності до типових правил. Всі місця для зварювальних робіт і установки устаткування очищаються від легкозаймистих матеріалів. Якщо ж зварювальні роботи проводяться поза виробничого приміщення, то лише з дозволу заводської пожежної охорони. Зварювання свіжопофарбованих конструкцій, посудин, трубопроводів проводити заборонено. Вентилі газових балонів, редуктори, різаки і пальники треба оберігати від масла.

Газові зварювальні шланги перевіряються на герметичність. Гази, які використовуються при зварюванні містять в балонах ємкістю 40 літрів. Перевезення, переміщення і транспортування виконується по спеціальних правилах. Балони проходять перевірку 1 раз в 5 років, на заводах-виробниках або спеціальних станціях. Якщо в балона витік термін періодичного огляду, колір і написи не відповідають правилам, то використовувати його не можна. Також забороняється зберігати балони з киснем і горючим газом в одному приміщенні. Спільне перевезення балонів з киснем і ацетиленом – забороняється. Також не можна кидати балони, катати по цеху, переносити.

Для запобігання загазованості необхідно застосовувати місцеві витяжки повітря.

Заборонено захаращувати робоче місце непотрібними речами і устаткуванням, оскільки це не лише заважатиме роботі, але і представлятиме небезпеку.

**Список використаної літератури**

1. Блинов А.Н., Лялин К.В. Сварные конструкции. – М.: Стройиздат, 1990. – 350 с.

2. Верховенко Л.В., Тунин А.Н. Справочник сварщика. – М.: Высшая школа, 1990.-497 с.

3. Козвяков А.Ф., Морозова Л.Л. Охрана труда в машиностроении. – М.:

Машиностроение, 1990. – 255 с.

4. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. – М.:

Машиностроение, 1970. – 385 с.

5. Куликов В.П. Технология сварки плавлением. – М.: Могилев 1998.256 с., ил.

6. Куликов В.П. Технология сварки плавлением. – М.: «Дизайн Про» Минск, 2000.-256 с., ил.