

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова
Кораблебудівний навчально-науковий інститут

Кафедра зварювального виробництва

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри зварювального
Виробництва **Квасницький В.Ф.**

«__» _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття ступеня освіти «бакалавр»

**на тему: Розробка технології складання і зварювання серезки мостового
крану**

Виконав: студент 2127ст групи
_____ **Каліщук Ю.В.**
(підпис)

Керівник роботи:
К.т.н., доцент НУК
_____ **Лабарткова О.В.**

Миколаїв – 2021 р.

АНОТАЦІЯ

Даний дипломний проект висвітлює проблему розробки технології складання та зварювання сорежки мостового крана зі сталі 10ХСНД.

Метою дипломного проекту є розробка технології складання і зварювання сорежки мостового крана, яка передбачає підвищення продуктивності праці, скорочення собівартості і підвищення якості продукції.

Дипломний проект складається з вступу, 5-ти розділів основної частини, висновків та списку використаної літератури.

Розрахунково-пояснювальна записка містить 2 аркуши, графічна частина – 9 аркушів.

Результатами виконаної роботи є:

- аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення;
- розрахунок технології зварювання;
- технологічний процес виготовлення сорежки мостового крана;
- охорона праці під час проведення зварювальних робіт;
- розрахунок собівартості виконання складальних і зварювальних робіт під час виготовлення сорежки мостового крана у кількості 1000 шт.

ANNOTATION

This diploma project covers the problems of development of technological solutions and the title of bridge crane earrings made of steel 10HSND.

The purpose of the diploma project on development of technology of warehousing and welding of an earring of the bridge crane which provides increase of labor productivity, reduction of prime cost and increase of quality of production.

Thesis project consists of an introduction, 5 divisions of the main parts, conclusions and lists of references.

The settlement and explanatory note contains 2 sheets, the graphic part - 8 sheets.

The results of the work performed are:

- analysis of design features and possible options for its manufacture;
- calculation of welding technology;
- technological process of manufacturing the bridge crane earrings;
- labor protection during welding;
- calculation of the cost of assembly and welding work during the manufacture of bridge crane earrings in the amount of 1000 pcs.

ЗМІСТ

Вступ

1. Аналіз особливостей конструкції і можливих варіантів її виготовлення.

1.1. Загальна характеристика зварної конструкції-сережки мостового крана.

1.2. Характеристика основного металу.

1.2.1. Особливості зварювання низьколегованих сталей.

1.2.2. Особливості зварювання сталі 10ХСНД.

1.3. Типові технології складання та зварювання балок.

2. Зварні з'єднання конструкції. Аналіз структури і особливостей зварних з'єднань.

2.1 Призначення типів та розмірів зварних з'єднань.

2.2. Обґрунтування вибору способу зварювання.

2.3. Розрахунок режимів зварювання сережки.

2.4. Розрахунок термічного циклу зварювання та визначення очікуваної структури зварних з'єднань сережки.

2.5. Аналіз отриманої структури

2.6 Розрахунок зварювальних деформацій.

3. Технологічний процес складання та зварювання конструкції.

3.1. Принципова послідовність складання та зварювання сережки.

3.2. Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів.

3.3. Обґрунтування вибору зварювального обладнання.

4. Охорона праці.

5. Економічна оцінка проекту.

Загальні висновки.

Список використаної літератури

ВСТУП.

Питання охорони навколишнього середовища в останнє десятиріччя висунулось до числа важливіших, які необхідно вирішити людству. Результати спеціальних досліджень зроблених вченими різних країн світу, виявили, що нераціональне використання природних ресурсів, неконтрольоване скидання відходів та забруднення атмосфери створили небезпеку виникнення незворотних процесів в біосфері, що становить загрозу життю людини.

Запобігання забруднення повітряного середовища – важлива складова загальної проблеми охорони навколишнього середовища. У зв'язку з тим, що мають місце випадки катастрофічного забруднення атмосфери, обумовленої несприятливими метеорологічними умовами, виникає проблема вивчення процесів, що протікають у забрудненому повітрі.

Відомо, що за добу людина споживає близько 10м^3 повітря. Цілком зрозуміло, яке велике значення повинно приділятися його чистоті. Чисте повітря уявляє собою багатокомпонентну трьохфазну систему, що складається з газів, водяного пара та твердих (аерозольних) частинок.

З гігієнічних позицій небезпека забруднення повітря шкідливими речовинами можливо оцінити за допомогою ГДК та за даними змін здоров'я населення. Характер та ступінь впливу залежить від концентрації та виду забруднюючої речовини.

Таким чином, проблем охорони повітряного басейну в районах великих промислових комплексів та скупчення транспорту – багатопланова. Вона потребує всебічного вивчення складної системи джерело забруднення – повітряний басейн – здоров'я людини.

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ ТА МОЖЛИВИХ ВАРІАНТІВ ЇЇ ВИГОТОВЛЕННЯ

1.1. Загальна характеристика зварної конструкції – сорежки підйомника крана.

Сорежка відноситься до конструктивного елемента, що працює в основному в осьовому напрямку і відноситься до стержнів та балок. Якщо навантаження прикладається в вертикальній площині балки, найчастіше використовують балки двотаврового перерізу. При навантаженні в вертикальних і горизонтальних площинах, а також при дії крутного моменту більш доцільно використання балок коробчатого типу, і тому вони знаходять широке використання в конструкціях кранових мостів. При великій довжині таких балок полки і стінки зварюють стиковими з'єднаннями з декількох листових елементів.

Найбільш широке застосування знаходять двотаврові балки з поясними швами, які з'єднують стінку з полками. Зазвичай такі балки складаються із трьох листових елементів. При складанні таких балок необхідно забезпечити симетрію і взаємну перпендикулярність полки зі стінкою, притискання їх один до одного і подальше закріплення прихопленнями. З цією метою використовують складальні кондуктори з відповідним розташуванням баз і притискачів по всій довжині балки. На установках з самохідним порталом затискання та прихоплення здійснюють послідовно від середини балки до її кінців. При виготовленні двотаврових балок поясні шви зазвичай зварюють автоматами під шаром флюсу..

Сорежка відноситься до балок коробчатого перерізу, такі балки складніші в виготовленні, ніж двотаврові. Однак вони мають більшу жорсткість на скручування і тому знаходять широке застосування у конструкціях мостових кранів і ферм. При великій довжині таких балок заготовки полок і стінки зварюють стиковими з'єднаннями з декількох листових елементів.

Балки коробчатого перерізу бувають з діафрагмами і без них.

Призначення типів та розмірів зварних з'єднань.

Зварні з'єднання- основний тип нероз'ємних з'єднань. Це з'єднання деталей шляхом місцевого нагрівання їх матеріалу до розплавленого або пластичного стану без прикладання зовнішньої або з прикладанням зовнішньої сили (відповідно зварювання плавленням, тиском) [3].

Зварні з'єднання належать до нерухомих, нероз'ємних, напружених з'єднань. Навантаження між звареними частинами передається безпосередньо через шов, який повинний мати приблизно таку саму цінність, як і основний метал конструкції.

Напруження, що утворюються у зварному з'єднанні в процесі зварювання, називають залишковими. Зварювання використовують не тільки як спосіб з'єднання деталей, але й як технологічний спосіб виготовлення самих деталей. Зварні деталі у багатьох випадках замінюють литі та ковані. Використання зварних і штампованих конструкцій дозволяє у багатьох випадках знизити витрати матеріалу або масу конструкції на 30-50%, зменшити вартість виробів у 1,5-2 рази.

Основна умова при проектуванні зварного з'єднання- це забезпечення рівномірності шва та основного металу.

Переваги та недоліки зварних з'єднань:

- економія металу;
- зменшення трудомісткості;
- відносно низька вартість устаткування для зварювання;
- можливість автоматизації процесу;
- герметичність швів;
- можливість отримання рівномірного з'єднання;

Недоліки:

- висока концентрація напружень у зоні шва;
- деформації деталей;
- низька несуча здатність при вібраційному навантаженні;
- складність контролю шва;

- залежність якості шва від кваліфікації зварника (у разі ручного зварювання);

Балка сережка має наступні характеристики:

-довжина - 1780 мм;

-висота - 246 мм;

-ширина - 234 мм;

-матеріал балки – сталь 10ХСНД.

До складу балки входять:

-нижня полиця(637,5x246x30мм) – лист товщиною 30мм;

-дві бокові стінки(437,5x222x25мм) - лист товщиною 25 мм;

-верхня полиця(637,5x246x30мм) – лист товщиною 30мм;

-диск(D-250мм; S-12мм)- лист товщиною 12мм;

-посилення(395x120x16мм)- лист товщиною 16мм;

Сережка має чотири отвори діаметром 120мм.

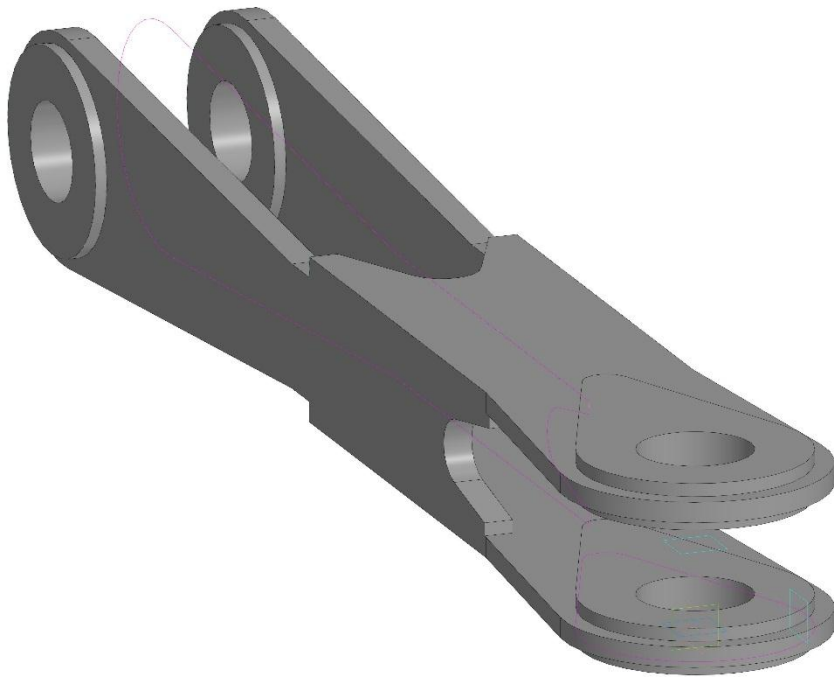


Рис.1.1 Сережка мостового крана

1.2. Характеристика основного металу.

Сережка виготовляється із сталі 10ХСНД. Сталь 10ХСНД (хромокремненікелевая з міддю)- конструкційна, низьколегована.

Конструкційна сталь- це сталь, призначена для виготовлення машин. Від сталі звичайної якості конструкційна сталь відрізняється меншим вмістом шкідливих домішок, певним вмістом вуглецю, марганцю і кремнію. Конструкційна сталь повинна відповідати наступним вимогам: оптимальне поєднання міцності, в'язкості і пластичності. Добре оброблюється тиском і різанням, має задовільну зварюванність та малу схильність до утворення тріщин, знеуглецювання при термічній обробці, а також зносостійкістю і теплостійкістю.

1.2.1 Особливості зварювання низьколегованих сталей:

Низьколегована сталь більш чутлива до теплових впливів при зварюванні.

Залежно від складу низьколегрованої сталі при зварюванні можуть утворюватися гартівні структури або структури перегрівання в зоні термічного впливу зварного з'єднання.

Структура металу в зоні термічного впливу залежить від хімічного складу сталі, швидкості охолодження і тривалості перебування металу при температурах, при яких відбувається зміна мікроструктури і розміру зерен. Якщо в доєвтектоїдної сталі отримати нагріванням аустеніт, а потім сталь охолоджувати з різною швидкістю, то критичні точки сталі знижуються. При малій швидкості охолодження отримують структуру перліт. При великій швидкості охолодження аустеніт розпадається на складові структури при відносно низьких температурах і утворюються структури: сорбіт, троостіт, бейніт і при дуже високій швидкості охолодження мартенсит. Найбільш дрібнозернистою структурою є мартенситна, тому не слід допускати

перетворення аустеніту в мартенсит в процесі охолодження після зварювання низьколегованих сталей [4].

Швидкість охолодження сталі, особливо великої товщини, при зварюванні завжди значно перевищує швидкість охолодження металу на повітрі, внаслідок чого після зварювання можливе утворення мартенситу.

Для запобігання утворення після зварюванні гартівних мартенситних структур необхідно застосовувати заходи, що зменшують швидкість охолодження металу в зоні термічного впливу. З цією метою здійснюють попереднє підігрівання виробу і застосовують багат шарове зварювання.

У деяких випадках в залежності від умов експлуатації виробів допускається перегрівання металу в зоні термічного впливу, тобто укрупнення зерен в металі цієї зони зварних з'єднань.

При високих температурах експлуатації виробів для підвищення опору повзучості (деформування виробу при високих температурах з плином часу) необхідно мати грубозернисту структуру і в зварному з'єднанні. Але метал з дуже великим зерном має пониженою пластичність і тому збільшення розміру зерен допускається до певної межі.

При експлуатації виробів в умовах низьких температур повзучість виключається і необхідна дрібнозерниста структура металу, що забезпечує підвищену міцність і пластичність [4].

Хімічний склад та механічні властивості сталі наведені нижче (табл.1.1; 1.2) Сталь 10ХСНД має достатньо високий рівень механічних властивостей. Гарантована межа пластичності не менше 390 кПа. При низькому вмісті вуглецю (до 0.12%) і невеликій кількості легувальних елементів (до 2 – 3%) забезпечує задовільну зварюваність сталі. Сталь 10ХСНД зварюється без обмежень всіма способами зварювання. Зазначені характеристики міцності

досягаються за рахунок легування сталі марганцем, що забезпечує її волокнисту будову.

Хром надає сталі 10ХСНД підвищує міцність і корозійну стійкість. Марганець підвищує опір сталі ударним навантаженням, додатково підсилює міцність, а також сприяє зносостійкості сталі 10ХСНД. Додавання кремнію необхідно для підвищення ударної в'язкості.

Таблиця 1.1. Хімічний склад сталі 10ХСНД, %мас

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
до 0,12	0,8-1,1	0,5-0,8	0,5-0,8	До 0,04	до 0,035	0,6-0,9	0,008	0,4-0,6	до 0,08

Таблиця 1.2. Механічні властивості сталі 10ХСНД

σ_b , МПа	σ_T , МПа	δ , %	KCU, Дж/см ²
530 – 685	390	19	39

1.2.2 Особливості зварювання сталі 10ХСНД:

Сталь 10ХСНД відноситься до групи конструкційних низьколегованих сталей. Ця група сталей при зварюванні поводить ся так само, як і низько вуглецева сталь, але є відмінності при дії термічних циклів. Головні відмінності наступні:

1. Більша схильність до росту зерна в зоні термічного впливу, особливо при перегріванні;

2. Можливість утворення гартівних структур, що сприяє утворенню холодних тріщин;
3. Зниження ударної в'язкості металу в ЗТВ зварного з'єднання;
4. Зниження стійкості металу шва до утворення гарячих тріщин через наявність легувальних елементів;
5. Підвищена чутливість до концентраторів напружень і навіть до теплових «опіків» [5] .

Низьколеговані сталі добре зварюються всіма способам зварювання плавленням. Однак в сталях, у яких еквівалентний вміст вуглецю сягає верхньої межі і мають підвищений вміст марганцю і хрому, ймовірність утворення холодних тріщин у зазначених зонах підвищується, особливо із зростанням швидкості охолодження (підвищення товщини металу, зварювання при негативних температурах, зварювання швами малого калібру та ін.). Попередня і наступна термічна обробка сталей, що використовується під час виготовлення відповідальних конструкцій, слугує для запобігання перелічених недоліків, а також дозволяє отримати необхідні механічні властивості зварних з'єднань (високу міцність, пластичність, або їх необхідне поєднання).

Найбільші труднощі під час зварювання сталей цього класу пов'язані з отриманням необхідної ударної в'язкості металу зони термічного впливу поблизу зони сплавлення (під час електрошлакового зварювання).

Сталь 10ХСНД добре зварюється всіма способами без обмежень, але із викладеного видно, що необхідно оцінити її схильність до утворення гарячих та холодних тріщин.

Схильність до утворення гарячих тріщин залежить від хімічного складу сталі і оцінюється за Уілкінсом по формулі:

$$HCS = \frac{C(S+P++0,04Si+0,01Ni)10^3}{3Mn+Cr+Mo+V} \quad (1.1)$$

$$HCS = \frac{0,1*(0,04+0,035+0,04*0,95+0,01*0,65)10^3}{3*0,65+0,75} = 4$$

Оскільки $HSC = 4$, сталь 10ХСНД не схильна до утворення гарячих тріщин

Схильність до утворення холодних тріщин залежить від хімічного складу сталі і оцінюється за еквівалентним вмістом вуглецю по формулі

$$C_{\text{екв.}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} \quad (1.2)$$

$$C_{\text{екв.}} = 0,1 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,75}{5} + \frac{0,65+0,5}{15} = 0,435\%$$

Сталь не схильна до утворення холодних тріщин за умови, якщо $C_{\text{екв.}} < 4$.

Зважаючи на те, що розрахований $C_{\text{екв.}} > 4$, є небезпека утворення холодних тріщин внаслідок зварювання сталі 10ХСНД.

Для запобігання утворенню холодних тріщин необхідно перед зварюванням проводити попереднє підігрівання. Температура підігрівання залежить від товщини зварюваних заготовок.

1.3. Типові технології складання та зварювання балок

Для розробки технології виготовлення серезки необхідно провести аналіз технології виготовлення подібних балок. Серезка є балкою коробчатого перерізу. Балки коробчатого перерізу бувають двох видів: а) з діафрагмами; б) без діафрагм.

Порівняно з двотавровими балками виготовлення таких балок складніше. Виготовлення балок розпочинається із виготовлення заготовок. Заготовки виготовляються із листової сталі. Розрізання листів здійснюється механічним способом. Термічне різання використовується обмежено, так як за рахунок термічного циклу різання створюється залишкові напруження і деформації, змінюється структура металу в зоні термічного впливу.

Для виготовлення балок значної довжини використовуються два технологічні процеси:

- 1) завчасно, з використанням зварювання, виготовляються заготовки, що відповідають довжині балки;
- 2) виготовляють «короткі» балки, які зварюються між собою

Загальні вимоги до виготовлення балок:

1. Балка повинна виготовлятися з попередньо виготовлених і виправлених деталей та вузлів;
2. Складання та зварювання балки повинно виконуватися на стенді або спеціалізованій складально-зварювальній дільниці;
3. Перед складанням балки необхідно на заготовки наносити контрольні лінії на місцях встановлення дотичних елементів балки та теоретичні лінії для контролю поперечного та поздовжнього прогину. Контрольні та теоретичні лінії піддаються контролю ВТК до і після звільнення балки від стенду;

4. Балка здається ВТК по операційно;
5. Контроль якості зварних швів виконується згідно Держстандартів та інших нормативних документів підприємства.

Типовий технологічний процес виготовлення балки коробчастого типу

Виготовлення балки коробчастого типу (рис.1.2) можливо розділити на наступні етапи:

1.Складання та зварювання верхньої полиці; зачищення швів та контроль якості зварних з'єднань; здавання верхньої полиці ВТК;

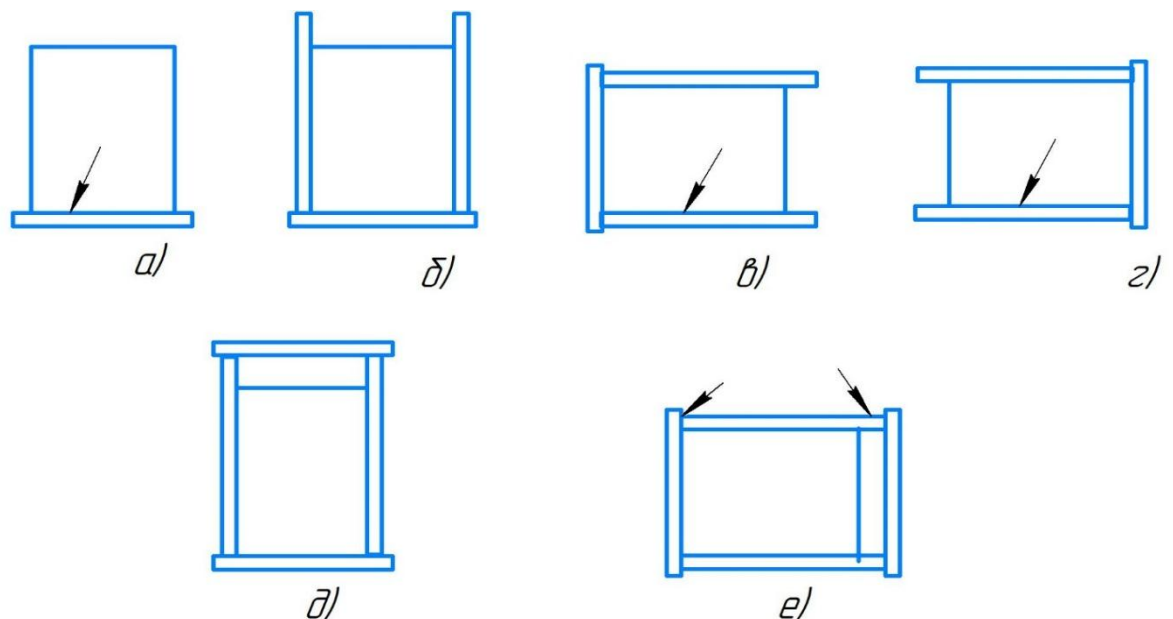


Рис. 1.2. Технологічна послідовність виготовлення коробчастої балки

2.Встановлення діафрагм на верхню полицю та їх зварювання з верхньою полицю (рис.1.2,*a*);

3.Складання та зварювання вертикальних бокових стінок, зачищення швів та контроль якості зварних з'єднань; контроль ВТК;

4.Встановлення бокових вертикальних стінок на верхню полицю (рис. 1.2,*б*); зварювання вертикальних стінок з діафрагмами (балку кантують щоб здійснювати зварювання в нижньому положенні - рис. 1.2,*в,г*); зачищення зварних швів; контроль якості зварних з'єднань; ґрунтування та фарбування внутрішніх поверхонь балки; контроль ВТК;

5.Складання нижньої полиці балки; контроль якості зварних з'єднань; контроль ВТК;

6.Встановлення нижньої полиці балки на зварений остов (рис. 1.2,*д*); зварювання нижньої та верхньої полиці з вертикальними стінками (рис. 1.2,*е*); зачищення швів та контроль якості зварних з'єднань; контроль ВТК.

Балки коробчастого перерізу складаються із нижнього поясу, бічних вертикальних стінок, великих і малих діафрагм верхнього поясу і кутників. Вертикальні стінки, нижній і верхній пояси складається з окремих елементів зварених встик. Для забезпечення будівельного підйому вертикальні стінки виготовляють з окремих елементів спеціального розкрою.

Коробчасті балки виготовляють на потокових лініях. На складальних позиціях потової лінії установлені портали, оснащені гідравлічними домкратами для притискання заготовок в процесі їх складання. На потоковій лінії застосовується спосіб складання «розсипом». Суть цього способу полягає в тому, що будівельний підйом створюються за допомогою спеціального пристрою і послідовного складання елементів вертикальних стінок з верхнім поясом і між собою. Така послідовність визначається необхідністю створення жорсткої основи для подальшого встановлення і забезпечення прямолінійності бічних стінок а також їх симетрії відносно верхнього поясу. Після зварювання діафрагм встановлюють, притискають гідравлічними притискачами і прихоплюють бічні стінки до діафрагм. Потім П-подібний профіль кантують (див. рис.1.2,*в,з*) і внутрішніми кутовими швами зварюють стінки з діафрагми. Складання закінчують установкою нижнього поясу (див. рис.1.2,*д*). Зварювання поясних швів здійснюється після завершення складання. Воно виконується нахиленим електродом без повороту балки в положення для зварювання в «човник» (див. рис. 1.2,*е*). Це пояснюється тим, що для балки коробчастого перерізу підризи у поясному шві менш небезпечні ніж для двотаврових балок. Оскільки у коробчастих балок зосереджені сили передаються з поясу на стінки не безпосередньо, а головним чином, через поперечні діафрагми. Два поясні

шви зварюються одночасно автоматичними головками закріпленими шарнірно на порталі.

До числа недоліків цієї лінії необхідно віднести наступне: з огляду на те, що при виготовленні елементів вертикальних стінок буває неточний розкрій листа і в процесі складання в місцях стику утворюються зазори різної величини. Як наслідок, в процесі складання вертикальні стінки часто отримують будівельний підйом, що відрізняється від запланованого. Вимірюють будівельний підйом після повного складання балки. Складену з дефектом балку важко виправити.

Зварювання діафрагм кутників жорсткості, внутрішніх стикових швів вертикальних стінок виконується всередині балки ручним зварюванням в несприятливих умовах роботи зварювальника, доводиться дихати газами шкідливими для здоров'я. Усе це сприяє появі різних дефектів аж до відривання діафрагм від вертикальних стінок. Ручне зварювання малопродуктивних і є слабкою ланкою на потокових лініях. Уникнути зазначених недоліків може бути використаний «гардинний» спосіб складання. Суть його полягає в тому, що на гребінку (верхній пояс з діафрагмами) встановлюють не окремі елементи вертикальних стінок, а обидві вертикальні скільки у вигляді гардин складених окремо на спеціалізованих стендах по ретельно виставлених упорах. При складанні гардин усі недоліки розкрою елементів компенсуються при їх

встановленні завдяки регулюванню зазорів в стиках. Таким чином, виготовлені бокові стінки отримують будівельний підйом відповідно до запланованого. Виходячи з того, що стінка в вертикальній площині дуже жорстка будівельним підйомом у вертикальній площині слугує шаблоном до якого притискається гнучка гребінка і прихоплюється.

Значно підвищується якість складання і продуктивність праці при використуванні кантувачів, що дозволяють кантувати пояси безпосередньо

над стендом, є можливість зварювати пояси з обох боків високопродуктивними способами.

Вивчення конструкції та аналіз можливих варіантів виготовлення коробчастої балки показав необхідність розробки сучасної технології складання та зварювання серезки мостового крана. Мета дипломного проекту – розробка нової технології складання та заварювання, яка забезпечує високу продуктивність, низьку собівартість виготовлення серезки.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- Розробити раціональну послідовність складання та зварювання балки;
- Вибрати оптимальні способи зварювання та розрахувати режими зварювання;
- Визначити очікувану структуру зварних з'єднань;
- Вибрати зварювальні матеріали та устаткування;
- Розробити заходи щодо охорони праці під час виконання зварювальних робіт;
- Розрахувати собівартість виготовлення балки.

РОЗДІЛ 2. ЗВАРНІ З'ЄДНАННЯ КОНСТРУКЦІЇ. АНАЛІЗ СТРУКТУРИ І ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

2.1. Характеристика зварних з'єднань; типи та розміри зварних з'єднань.

Конструкція сережки має невеликі розміри швів і невеликі габаритні розміри. Основні типи зварних з'єднань – кутові та внапусток. Параметри з'єднання внапусток приведено у табл. 2.1. кутового з'єднання. Зварні з'єднання призначені конструктором та вибрані згідно до креслення.

Таблиця 2.1. Характеристика зварних з'єднань

З'єднання	t_1 , мм	t_2 , мм	b , мм	c , мм	z , мм	h , мм	R , мм	β , град.
№1	12	25; 30	0 – 1	–	10	–	–	–
№2	30	25	0 – 1	<2	–	$t/3 - t/2$	–	35 – 60

Зварні з'єднання та зварні вузли приведені на рис. 2.1...2.2.



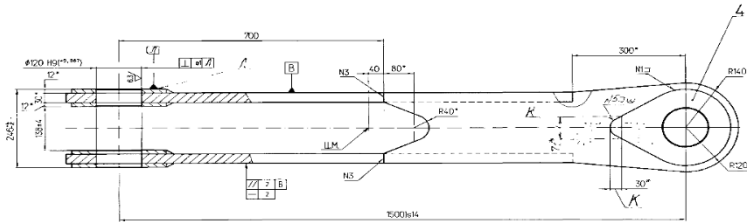
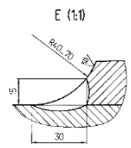
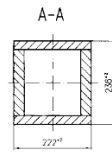
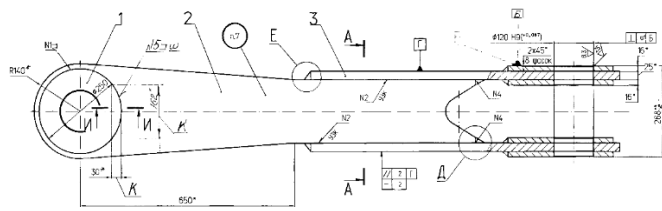
Рис. 2.1. З'єднання № 1:

a – складання, *б* – зварне з'єднання

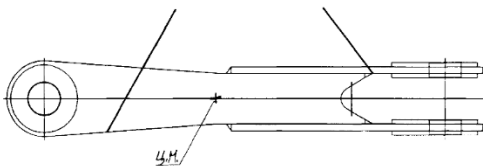


Рис. 2.2. З'єднання № 2:

a – складання, *б* – зварне з'єднання

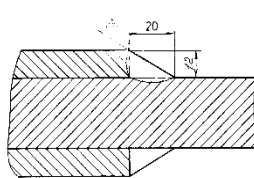
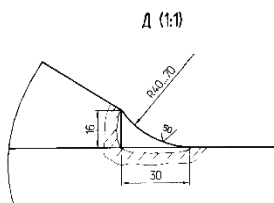


Места строповки



1. Материал для сварки-проволока св-08Г2С ГОСТ 2246-70. Масса наплавленного металла- 2,4 кг.
- 2*. Размеры для справок.
3. Шов приварки поз.2 к поз.3 категории III подвернуть 80% контролю ультразвуком, по 3594И.
4. Результаты контроля занести в паспорт 26913 ПС.
5. Приварку бонка поз.1,4 в зонах К выполнить **сварными швом N3**.
6. Покрытие-грунтовка ГФ-0119 красно-коричневая. VII, У2 (4,2м²).
7. Остальные ТТ по 3594И.

И-И (1:1) 2 сев.



Швы сварные

Номер	ГОСТ	Обозначение	Примеч.
1		Н1-Д 10	
2	14771-76	У8	
3		Илиб	См. Е
4		нестандартный	См. Д
5			См. У-У

2.2 Обґрунтування способу зварювання.

Виходячи з того, що сталь 10ХСНД має задовільну зварюваність, для виготовлення даної конструкції можливе застосування різних способів зварювання. При виборі необхідно враховувати вартість наплавленого металу і продуктивність зварювання.

Для даної конструкції можливе застосування механізованого зварювання у середовищі захисного газу.

Сутність механізованого зварювання:

Механізоване дугове зварювання плавким електродом в середовищі захисного газу - це різновид електричного дугового зварювання, при якому електродний дріт подається автоматично з постійною швидкістю, а зварювальний пальник переміщується вздовж шва вручну. При цьому дуга, виліт електродного дроту, ванна розплавленого металу і прилегла до ванни зона захищені захисним газом від впливу навколишнього середовища.

Як джерело живлення використовуються зварювальні випрямлячі, які повинні мати жорстку або пологоспадаючу зовнішні вольт-амперні характеристики. Така характеристика забезпечує автоматичне відновлення заданої довжини дуги при її порушеннях, наприклад, через коливання руки зварювальника.

Зараз є широкий вибір зварювальних електродних дротів для зварювання у захисних газах, які розрізняються за хімічним складом і діаметром. Вибір хімічного складу електродного дроту залежить від матеріалу виробу і від типу захисного газу, що застосовується. Хімічний склад електродного дроту повинен бути близьким до хімічного складу основного металу. Діаметр електродного дроту залежить від товщини основного металу, типу зварного з'єднання і положення зварювання.

Основне призначення захисного газу- запобігання прямого контакту повітря з металом зварювальної ванни, електродним дротом і дугою. Захисний газ впливає на стабільність горіння дуги, форму зварного шва, глибину проплавлення і міцність зварного шва.

Якщо електродний дріт подається автоматично, а зварювальний пальник переміщується вздовж шва вручну, цей спосіб зварювання називається механізованим, а зварювальна установка - апаратом механізованого зварювання. Однак зварювання в захисних газах можна виконувати також і в автоматичному режимі, коли використовуються пересувні зварювальні головки.

Області застосування. Процеси зварювання у середовищі захисних газів підходять для зварювання всіх звичайних металів, таких як нелеговані та низьколеговані сталі, нержавіючі сталі, алюміній і деякі інші кольорові метали. Цей процес зварювання може бути використаний у всіх просторових положеннях. Завдяки своїм численным перевагам зварювання у захисних газах знайшли широке застосування в багатьох областях промисловості [8].

Під час зварювання в середовищі вуглекислого газу при використанні електродного дроту Св-08Г2С спостерігається значне розбризкування електродного металу (до 15%) і підвищена лускатність шва.

Якщо виконувати зварювання з використання суміші газів (Ar+CO₂, 18%) розбризкування електродного металу складає до 5%. Разом з цим суттєво покращується формування зварного з'єднання (лускатність шва майже відсутня).

Дослідженнями учених встановлено, що також втрати на розбризкування істотно залежать від співвідношення між напругою і струмом зварювання, чистоти поверхні дроту, магнітного дуття, динамічних властивостей джерела живлення, техніки виконання зварювання і кваліфікації зварника.

Недоліки зварювання в захисних газах:

- відкрита дуга, що підвищує небезпеку ураження зору світловим випроміненням;

- потреба захисту зони зварювання від протягів, що утруднює зварювання в монтажних умовах на відкритому повітрі;

- втрати металу на розбризкування, наявність газової апаратури, в деяких випадках необхідність водяного охолодження пальників.

Основні переваги зварювання в захисних газах:

-висока продуктивність (у 2,5 рази вища порівняно з ручним дуговим зварюванням покритим електродом), низька вартість при використанні активних захисних газів;

- простота механізації та автоматизації;

- можливість зварювання в різних просторових положеннях;

-мала зона термічного впливу й відносно невеликі деформації виробу внаслідок високого ступеня концентрації тепла дуги;

- висока якість захисту, немає потреби захищати шов при багат шаровому зварюванні, доступність процесу зварювання металу різної товщини (від десятих часток міліметра до десятків міліметрів), можливість спостереження за утворенням шва;

- висока якість зварних з'єднань металів та їх сплавів різної товщини;

- відсутність операцій з засипання й прибирання флюсу та вилучення шлаку.

Отже, порівнявши усі недоліки та переваги, можна стверджувати, що для конструкції більш доцільне використання механізованого зварювання в середовищі захисного газу $Ar+18\% CO_2$.

2.3 Розрахунок режимів зварювання.

Розрахунок режимів зварювання виконується за двома схемами:

- 1) за площею поперечного перерізу наплавленого металу F_n ;
- 2) за глибиною проплавлення зварювальних заготовок.

В дипломному проекті всі зварні з'єднання розраховуються за схемою № 1, так як всі зварні з'єднання виконуються кутовими швами, мною проведені розрахунки двох типів з'єднання. [9]

До початку розрахунку мають бути визначені такі вихідні дані:

- тип з'єднання – Н1 та У8
- просторове положення- нижнє
- товщина з'єднуваних елементів-30,25,12,16мм
- спосіб зварювання- в суміші захисних газів $Ar+18\%CO_2$

Розрахунок основних параметрів.

Шов №1. ГОСТ 14771-76 Н1 катет 10 мм, діаметр електрода 1,2 мм, без скосу крайок

Для зварного з'єднання Н1 розрахунок режимів зварювання виконується за площею наплавленого металу в наступній послідовності:

$$s \rightarrow d_e \rightarrow I_{зв} \rightarrow U_d \rightarrow F_n \rightarrow V_{зв} \rightarrow V_{др}.$$

Вихідними даними є товщина зварюваного металу S - 25...30мм і катет шва 10 мм.

Параметри, що задаються:

- діаметр електрода d_e вибирається в залежності від товщини або катета;
- діаметр дроту d_e – 1,2 мм;

Параметри, що розраховуються:

- 1) Сила зварювального струму $I_{зв}$, А (залежить від діаметра електроду і способу зварювання)

$$I_{зв} = (\pi d_e^2 / 4) \cdot j \quad (2.3)$$

де j – допустима густина струму, вибирається у залежності від діаметра електродного дроту d_e

приймаємо j – 160 А/мм²

$$I_{зв} = (3,14 \cdot 1,2^2 / 4) \cdot 160 = 180 \text{ А}$$

2) Напруга на дузі для ручного зварювання залежить від типу електрода і довжини дуги і приймається $U_d = 16 \dots 30 \text{ В}$; для зварювання під флюсом і в вуглекислому газі :

$$U_d = 20 + 50 \cdot 10^{-3} d_e \cdot I_{зв} \pm 1 \text{ В}, \text{ В} \quad (2.4)$$

де d_e підставляється в мм.

$$U_d = 20 + \left(50 \cdot \frac{10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \right) \cdot 180 + 1 \text{ В} = 30 \text{ В}$$

3) Повна площа наплавленого металу F_n (мм²) визначається геометрією зварного з'єднання, а площа F_i шару наплавленого металу – способом зварювання. Для механізованого зварювання площа наплавленого металу за один прохід знаходиться в межах від $F_1 = 30$ до 70 мм^2

$$F_n = k^2 / 2 + 1,05k \quad (2.5)$$

$$F_n = 10^2 / 2 + 1,05 \cdot 10 = 60,5 \text{ мм}^2$$

Повна площа наплавленого металу $F_n = 60,5 \text{ мм}^2$

Напусткове з'єднання Н1 зварюється за два проходи:

$$n = F_1 / F_n + 1 \quad (2.6)$$

$$n = 60,5 / 60,5 + 1 = 2$$

4) Швидкість зварювання $V_{зв}$ залежить від площі наплавленого шару F_i (мм²) і коефіцієнта наплавлення α_n для зварювання у вуглекислому газі дротом суцільного перерізу $\alpha_n = 19 \text{ г/А} \cdot \text{год}$. розраховується як:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{\gamma \cdot F_i}, \text{ м/ГОД.} \quad (2.7)$$

де γ – густина металу електродного дроту, для сталі $\gamma = 7,8 \text{ г/см}^3$;

α_n - коефіцієнт наплавлення для зварювання у вуглекислому газі,
 $\alpha_n = 19 \text{ Г/а}\cdot\text{год}$.

$$V_{зв} = (19 \cdot 180) / (7,8 \cdot 30) = 14,6 \text{ м/год} = 0,41 \text{ см/с}$$

5) Погонна енергія:

$$q_n = \frac{I_{зв} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{зв}}, \text{ Дж/см}, \quad (2.8)$$

де η – ефективний ККД процесу нагріву (для механізованого зварювання у захисних газах $\eta = 0,7 \dots 0,75$)

$$q_n = (180 \cdot 30 \cdot 0,75) / 0,41 = 9878 \text{ Дж/см}$$

Шов 2. Шов кутовий У8, зі скосом двох кромки, зварювання у захисних газах $\text{Ar} + 18\% \text{CO}_2$, згідно ГОСТ 14771-76.

Для зварного з'єднання У8 розрахунок режимів зварювання виконується за площею наплавленого металу в наступній послідовності:

$$s \rightarrow d_e \rightarrow I_{зв} \rightarrow U_d \rightarrow F_n \rightarrow V_{зв} \rightarrow V_{др}$$

Вихідними даними є товщина зварюваного металу $S = 25 \dots 30 \text{ мм}$.

Параметри, що задаються: діаметр електрода d_e вибирається в залежності від товщини або катета діаметр дроту – $d_e = 1,2 \text{ мм}$;

Параметри, що розраховуються:

1) Сила зварювального струму $I_{зв}$, А- розраховується за формулою (2.3) залежить від діаметра електрода і способу зварювання)

$$j = 160 \text{ А/мм}^2$$

$$I_{зв} = (3,14 \cdot 1,2^2 / 4) \cdot 160 = 180 \text{ А}$$

2) Напруга на дузі для ручного зварювання залежить від типу електрода і довжини дуги і приймається $U_d = 16 \dots 30 \text{ В}$; для зварювання під флюсом і в вуглекислому газі- розраховується за формулою (2.4)

$$U_d = 20 + \left(50 \cdot \frac{10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \right) \cdot 180 + 1 \text{ В} = 30 \text{ В}$$

3) Повна площа наплавленого металу F_n (мм²) визначається геометрією зварного з'єднання, а площа F_i шару наплавленого металу - способом зварювання. Для механізованого зварювання площа наплавленого металу за один прохід знаходиться в межах від $F_1 = 30$ до 70 мм²

$$F = Sb + 0,25(S-c)^2 \operatorname{tg} \alpha + 0,75(eg + e_1 g_1) \quad (2.9)$$

$$F = 30 * 1 + 0,25(30-2)^2 \operatorname{tg} 40 + 0,75(19 * 2 + 17 * 2) = 30 + 0,25(28)^2 * (0,83) + 0,75 * 72 = 30 + 162,28 + 54 = 246,68 \text{ мм}^2$$

Для 1-го проходу $F_1 = 30$ мм², наступні шари $F_n = 45$ мм².

Кількість проходів залежить від площі наплавленого металу за все з'єднання (F_n) і площі одного проходу (F_n, F_1):

$$n = (F_n - F_1) / F_n + 1 = (246,68 - 30) / 45 + 1 = 5,81 \text{ (приймаємо 6 проходів)}$$

4) Швидкість зварювання $V_{зв}$ залежить від площі наплавленого шару F_i (мм²) і коефіцієнта наплавлення α_n для зварювання у вуглекислому газі дротом суцільного перерізу $\alpha_n = 19$ г/А·год. - розраховується за формулою (2.4)

де γ – густина металу електродного дроту, для сталі $\gamma = 7,8$ г/см³;
 α_n – коефіцієнт наплавлення для зварювання у вуглекислому газі, $\alpha_n = 19$ Г/а·год.

$$V_{зв} = (19 * 180) / (7,8 * 45) = 9,74 \text{ м/год} = 0,27 \text{ см/с}$$

5) Погонна енергія: - розраховується за формулою (2.8)

де η – ефективний ККД процесу нагріву (для механізованого зварювання у захисних газах $\eta = 0,7 \dots 0,75$)

$$q_n = (180 * 30 * 0,75) / 0,27 = 15000 \text{ Дж/см}$$

У табл.2.2. наведено розрахункові режими зварювання.

Таблиця 2.2 Розрахункові режими зварювання

Номер з'єднання	$I_{зв}, \text{ А}$	$U_d, \text{ В}$	$V_{зв}, \text{ см/с}$	$q_n, \text{ Дж/см}$	Кількість проходів
Н1	180	30	0,41	9878	2
У8	180	30	0,27	15000	6

2.4 Розрахунок термічного циклу зварювання та визначення очікуваної структури зварних з'єднань.

Розрахунок зварювального термоциклу виконується обов'язково, тому що термоцикл впливає на структуру і фізико-механічні властивості зварного шва і ЗТВ.

Якщо проплавлення металу здійснюється на всю товщину (стикове з'єднання, що зварюється за 1 – 2 проходи), то тіло розглядається як пластина, у протилежному випадку – як масивний виріб. При виконанні кутових швів та наплавлювальних роботах як розрахункова схема тіла також вибирається масивний виріб. [10]

При механізованих способах зварювання швидкість переміщення зварювального джерела досить велика (порівняно з ручним зварюванням), отже можна знехтувати розповсюдженням тепла уздовж напрямку руху джерела тепла. Розрахункові формули при цьому значно спрощуються. Так, при наплавленні на масивний виріб розрахунок температури в часі в будь-якій точці тіла виконується по формулі:

$$T(r_0, t) = \frac{q}{2 * \pi * \lambda * \nu * t} * e^{\frac{-r_0^2}{4at}} + T_0, \quad (2.9)$$

де t – час, що відраховується з того моменту, коли джерело перетинає площину, в якій знаходиться точка, що розглядається і має координати y_0, z_0 ; $r_0 = \sqrt{y_0^2 + z_0^2}$ – відстань в площині, що розглядається від обраної точки до вісі переміщення джерела;

q – ефективна теплова потужність дуги;

T_0 – температура підігріву = 0;

$a = \lambda / c\gamma$ – коефіцієнт температуропровідності = 0,08 см³/з;

λ – коефіцієнт теплопровідності, що для низьковуглецевих і низьколегованих сталей дорівнює:

$\lambda = 0,38 - 0,42$ Дж/(см*с*К);

$c\gamma$ – об'ємна теплоємність, $c\gamma = 4,9 - 5,2$ Дж/(см³*К);

Знайдемо ефективну теплову потужність дуги для багатшарового з'єднання Н1 ГОСТ 14771-76:

$$q = I_{зв} \cdot U_d \cdot \eta = 180 \cdot 30 \cdot 0,75 = 4050 \text{ Дж/с.}$$

$$r_0 = \sqrt{\frac{0,736q}{\pi c \gamma \nu_H T_M}} = \sqrt{\frac{0,736 \cdot 4050}{3,14 \cdot 5 \cdot 0,41 \cdot 1350}} = 0,59 \text{ см} \quad (2.10)$$

Розрахунок зміни температури в часі в точці $r_0 = 0,59$ см для з'єднання Н1 наведено у табл. 2.3.

Таблиця 2.3. Зміна температури в часі в точці $r_0 = 0,59$ см

t, c	T, °C
1	11670
2	5534
3	2900
4	1928
5	1435
6	1140
7	944
8	805
9	701
10	621
11	557
12	505
13	462
14	426
15	395
16	368
17	344
18	324
19	305
20	289
25	228
30	188
35	160
40	139
45	123
50	111

Знайдемо ефективну теплову потужність дуги для багатшарового з'єднання У8 ГОСТ 14771-76:

$$q = I_{зв} \cdot U_d \cdot \eta = 180 \cdot 30 \cdot 0,75 = 4050 \text{ Дж/с.}$$

$$r_0 = \sqrt{\frac{0,736q}{\pi c \gamma \nu_H T_M}} = \sqrt{\frac{0,736 \cdot 4050}{3,14 \cdot 5 \cdot 0,27 \cdot 1350}} = 0,72 \text{ см}$$

Розрахунок зміни температури в часі в точці $r_0 = 0,72$ см для з'єднання Н1 наведено у табл. 2.4.

Таблиця 2.4. Зміна температури в часі в точці $r_0 = 0,72$ см

t, c	T, °C
1	22797
2	5534
3	2900
4	1928
5	1435
6	1140
7	944
8	805
9	701
10	621
11	557
12	505
13	462
14	426
15	395
16	368
17	344
18	324
19	305
20	289
25	228
30	188
35	160
40	139
45	123
50	111

Розрахунок температури A_{C3} .

$$A_{C3} = 910 - 230C + 32Si - 25Mn - 8Cr - 18Ni + 2Mo = 910 - 230 \cdot 0,12 + 32 \cdot 0,95 - 25 \cdot 0,65 - 8 \cdot 0,3 - 18 \cdot 0,65 + 2 \cdot 0 = 889 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Графіки залежності $T=f(t)$ зварного термічного циклу наведений на рис.2.3. Діаграма термокінетичного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД наведена на рис.2.4.

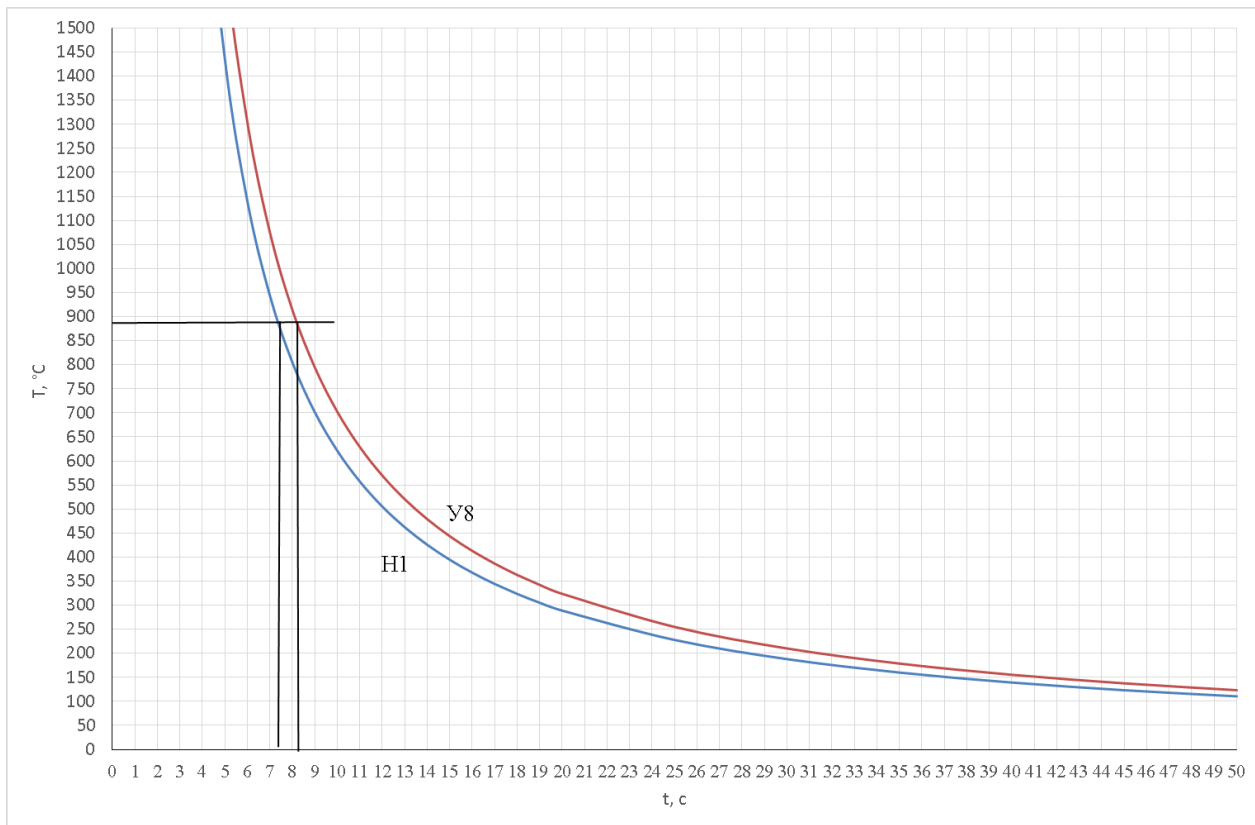


Рис.2.3. Графік залежності $T=f(t)$ зварних термічних циклів

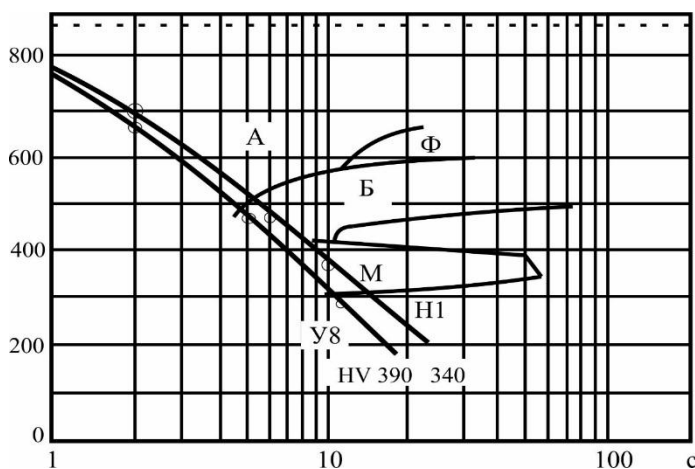


Рис.2.4. Діаграма термокінетичного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД

2.5. Аналіз отриманої структури

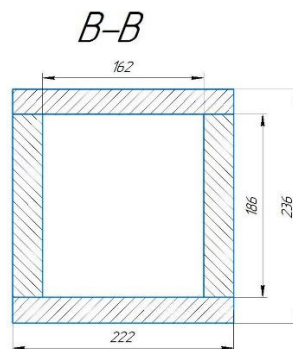
В результаті розрахунку термоциклів при зварюванні кутового та напусткового з'єднань та аналізу діаграми термодинамічного перетворення аустеніту була визначена очікувана структура зварних з'єднань.

Для кутового з'єднання при механізованому зварюванні утворюється структура Ф+П з діапазоном твердості по діаграмі термодинамічного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД HV=390.

Для напусткового з'єднання при механізованому зварюванні утворюється структура Ф+П з діапазоном твердості по діаграмі термодинамічного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД HV=340

2.6. Розрахунок зварювальних деформацій.

У зв'язку з тим, що положення швів симетрично відносно центру ваги перерізу, а навантаження сержки осьове, деформації від зварювання взаємно урівноважені. Розрахунок проводиться тільки на поздовжнє укорочення:



$$\Delta L = \frac{\sum V_i}{F}$$

$$V_i = 0,335 \cdot \frac{\alpha}{c_p} \cdot q_n \cdot l_{шв}$$

$$\frac{\alpha}{c_p} = 3 \cdot 10^{-6}$$

згідно таблиці основних теплофізичних властивостей металів і сплавів [6]

$$V=0.335 \cdot 3 \cdot 10^{-6} \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 50=7.53 \text{ см}^3$$

$$F=(236 \cdot 222)-(186 \cdot 162)=22260 \text{ мм}^2=222,6 \text{ см}$$

$$\Delta L = \frac{30,12}{222,6} = 0,13 \text{ см} = 1,3 \text{ мм}$$

Поздовжнє укорочення складає 1,3мм.

Висновок:

1. Для виготовлення сержки мостового крану застосовується механізоване зварювання в $\text{Ar}+\text{CO}_2$. Обґрунтовано і розраховано режими механізованого зварювання в $\text{Ar}+\text{CO}_2$. Обґрунтовано необхідні типи зварних з'єднань.
2. Для кутового з'єднання при механізованому зварюванні утворюється структура $\Phi+\Pi$ з діапазоном твердості по діаграмі термокінетичного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД $\text{HV}=410$.
3. Для напусткового з'єднання при механізованому зварюванні утворюється структура $\Phi+\Pi$ з діапазоном твердості по діаграмі термокінетичного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД $\text{HV}=390$.
4. Поздовжнє укорочення складає 1.3.

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ТА ЗВАРЮВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ.

3.1 Принципова послідовність складання та зварювання серезки

Технологічний процес заготовки деталей з прокату починається з підбору металу за розмірами і марками сталі, може потребувати таких операцій , як правка, розмітка, різання ,обробку крайок, згинання та очистку під зварювання.

Очищення та ґрунтування листів.

Очищення виконують механічним і хімічним способами. До механічних способів відносять дробоструминну і дробометальну обробку, зачисні верстати і ручний спосіб. До хімічних способів відносять струминний і ванний. Для серезки підійде дробоструменний метод, сутність його полягає у використанні кінетичної енергії дробу, який викидають дробоструменні апарати на лист металу

Очищення доцільно провести наступним чином: перед зварюванням ретельно видаляють жировий шар. Поверхню металу на відстань від крайки знежирюють ацетоном, бензином або іншими розчинниками. Плівку окислів видаляють механічним способом – зачищають наждаковим папером, шабером або металевими щітками. Для видалення плівки окислів застосовують також хімічне травлення протягом 0,5-1 хв. у реактиві наступного складу 1 л води, 50 г їдкового натрію технічного, 45 г натрію фтористого технічного. Після травлення промити проточною водою, просушити стисненим повітрям при $t^{\circ}=80...90^{\circ}\text{C}$ до повного випаровування повітря і вологи. Зачищена поверхня зберігає свої властивості протягом декількох днів. Шабрування рекомендується виконувати безпосередньо перед зварюванням. При більш тривалому зберіганні на зачищеній поверхні може утворитися оксидна плівка, що адсорбує вологу з повітря. Крім цього крайки можуть забруднитися пилом і т.п. Для того, щоб уникнути дефектів швів, пористості необхідно повторно зачистити крайки.

Після очищення листів їх ґрунтують, тобто наносять на листи шар ґрунту для захисту поверхні від іржі та бруду.

Розмітка.

При масовому виготовленні деталей з листового металу різання може проводитися без попередньої розмітки. Для геометричної точності розмітка є необхідною операцією.

Виготовлення деталі починається з розмітки листа під шаблон за допомогою лінійки, циркуля, керна і молотка.

Перевірка точності розмітки проводиться ВТК заводу і якщо відхилення від розмірів не перевищують 5 мм (при довжині до 10 м) і 10 мм (при довжині понад 10 м), а різниця діагоналей розміченого прямокутника не перевищує 5 мм, листи подаються на різку.

При розмітці необхідно враховувати припуски на лінійні укорочення від зварювання і вони повинні бути вказані в технологічній документації.

У середній частині кожної розміченої на листі заготовки поза зоною подальшої обробки наноситься маркування із зазначенням:

- Марки сталі;
- Номера правки;
- Порядкового номера заготовки;
- Діаметра;
- Товщини листа;
- Позначення креслення;

Різання металу

При виготовленні деталей використовують два способи різання:

- Механічне;
- Газове;

Механічне різання виконують за допомогою ножиць: гільйотинних, дискових, прес-ножиць. Але існують деякі обмеження щодо застосування, так як можливий збій розмітки або невідповідність потрібній якості різання. Також застосовують кисневе, лазерне, електроконтактне різання. Лазерне досить дороге. Сучасний досвід показує- переваги лазера при різанні металу очевидні, коли потрібна геометрична точність деталей.

Плазмове різання більш підходить для деталей, так як висока концентрація енергії в плазмі сприяє мінімальним деформаціям і великій точності.

Для даної конструкції застосовується газокисневе різання металу. Цей спосіб різання заснований на здатності заліза згорати при 1300-1350°C досить сильним і належним чином спрямованим струменем кисню настільки швидко, що суміжні з смугою згорання місця не встигають при цьому значно нагрітися.

Для автоматичного різання застосовують стаціонарні газорізальні установки, обладнані спеціальними столами для укладання листів під різання. У процесі різання лист залишається нерухомим, а різак (або блок різаків) пересуваються вздовж лінії різання.

Після різання очищують крайки деталей. Обробку крайок зробити вручну за допомогою шкребків. Невеликі деталі, що вирізають по розмітці, перевіряються шляхом вимірювання відстані крайок від контрольної лінії за допомогою вимірювального приладдя або спеціального шаблону. Також після різання, якщо виникне необхідність зробити виправлення деталей на багато валковій листопрямильній машині.

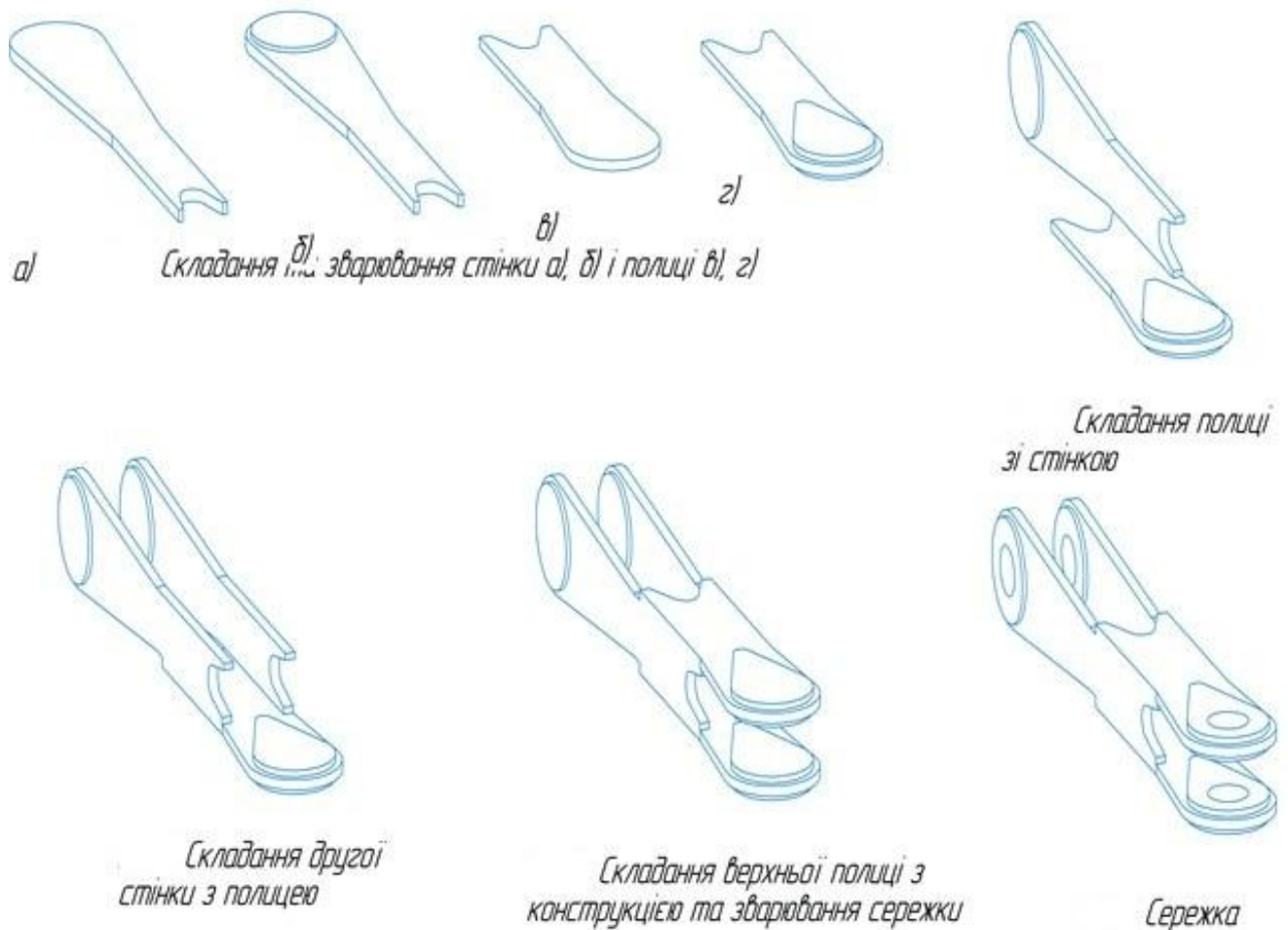
Складання та зварювання

Відкалібровані і очищені від окалини деталі з обробленими повздовжніми краями поступають на складальний пристрій – позиціонер. Позиціонер є невід’ємним атрибутом зварювального цеху. На ньому можна розмістити і зафіксувати виріб саме у тому положенні, яке потрібне для виконання зварювання. Позиціонери застосовуються для ручного, напівавтоматичного і автоматичного зварювання. Вони представляють собою основу, на якій закріплений металевий стіл-круг, що обертається зі швидкістю зварювання. На столі позиціонера виріб закріплюється за допомогою фіксаторів. Крім обертання позиціонери здатні забезпечити потрібне положення у вертикальній площині. Це досягається завдяки тому, що основа може змінювати кут нахилу. Позиціонери, що мають обидві функції (нахил і обертання) називаються універсальними [12].

Технологічний процес складання та зварювання сережки розпочинається із підготовки заготовок до зварювання. Виготовлення сережки здійснюється на спеціалізованій дільниці. Розміри сережки порівняно невеликі (габаритні розміри 1780x246x234мм), тому заготовки сережки не мають зварних з'єднань.

Сережка виготовляється з попередньо виготовлених та виправлених вузлів. Складання та зварювання виконується на складально-зварювальній площадці. При виготовленні необхідно наносити контрольні лінії на місцях встановлення дисків, посилень, стінок. Сережка підлягає здаванню в ВТК поопераційно. Контроль якості зварних швів виконують згідно ГОСТ5.1093-78. Виміри сережки виконуються згідно ГОСТ5.9324-79.

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СЕРЕЖКИ



Технологічний процес виготовлення балки

Операція	Перехід	ТКП	Характер виконання	Устаткування
1	2	3	4	5
1.Складання	1.1.Встановлення на бокову стінку дисків	1.1.1.Подавання бокової стінки	Р	Листоукладальник
		1.1.2.Орієнтація	Р	Листоукладальник
		1.1.3.Закріплення	Р	Притискувач
		1.1.4.Подавання диска	Р	Листоукладальник
		1.1.5.Орієнтування диска на боковій стінці	Р	Листоукладальник
		1.1.6.Фіксування диска на боковій стінці	М	Апарат КП-007
2.Зварювання	2.1 Зварювання стінки і диска	2.1.1.Зварювання напустковим швом по периметру	Р	Апарат КП-007
		Повторити роботи аналогічно пп. 1.1.2-2.1.1 для другого диска		
		2.1.2.Контроль розмірів	М	Рулетка, кутник, малка
3.Складання	3.1.Встановлення посилень на полицю	3.1.1.Подавання полиці	Р	Листоукладальник
		3.1.2.Орієнтація полиці	Р	Листоукладальник
		3.1.3.Закріплювання полиці	Р	Притискувач
		3.1.4.Подавання посилення	М	Листоукладальник
		3.1.5.Орієнтування посилення на полиці	Р	Листоукладальник
		3.1.6.Фіксування посилення на полиці		Апарат КП-007
4. Зварювання	4.1 Зварювання посилення і полиці	4.1.1 Зварювання напустковим швом по периметру	Р	Апарат КП-007

1	2	3	4	5
		Повторити роботи для другого посилення аналогічно пп.3.1.2-4.1.1		
		4.1.2 Контроль розмірів	М	Рулетка, малка, кутник
5. Складання	5.1 Встановлення бічних стінок на нижню полицю	5.1.1 Подавання нижньої полиці на позиціонер	Р	Кран-балка
		5.1.2 Орієнтація полиці	Р	Кран- балка
		5.1.3 Закріплення полиці	Р	Притискувач
		5.1.4 Подавання бокової стінки	Р	Кран-балка
		5.1.5 Орієнтація стінки	М	Кран-балка
		5.1.6 Закріплення стінки	Р	Притискувач
		5.1.7 Фіксація стінки на прихопленнях	М	Апарат КП-007
		Повторити роботи для другої стінки аналогічно пп.5.1.4-5.1.7		
	5.2 Встановлення верхньої полиці	5.2.1 Подавання верхньої полиці	Р	Кран-балка
		5.2.2 Орієнтація полиці	Р	Кран-балка
		5.2.3 Закріплення полиці	Р	Притискач
		5.2.4 Фіксація полиці на прихопленнях	Р	Апарат КП-007
		5.2.5 Контроль розмірів і взаємного положення складових	Р	Рулетка, кутник, малка
6. Зварювання	6.1 Зварювання нижньої полиці і першої бокової стінки	6.1.1 Зварювання кутовим швом	М	Апарат КП-007
	6.2 Зварювання нижньої полиці і другої стінки	6.2.1 Зварювання кутовим швом	М	Апарат КП-007
	6.3 Зварювання верхньої полиці і стінок	6.3.1 Кантування виробу	Р	Кран-балка

Продовження табл. 3.1.

1	2	3	4	5
		6.3.2 Зварювання кутовим швом	М	Апарат КП-007
7. Зачищення швів	7.1 Зачищення швів		Р	Пневмотурбінка
8. Контроль якості	8.1 Кутові шви		Р	
9. Здавання в ВТК			Р	
	10.3.Зварювання крайнього листа поясу з діафрагмою	10.3.1.Кутовий шов	М	Апарат КП-007
	10.4.Зварювання крайнього листа поясу зі стінками	10.4.1.Кутовий шов	М	Апарат КП-007
	10.5.Зварювання крайнього листа поясу з фланцем	10.5.1.Кутовий шов	М	Апарат КП-007
		10.6.1.Повторити роботи аналогічно по пп. 10.3.1.-10.5.1. для другого крайнього листа		
11. Зачищення швів	11.1.Зачищення швів		Р	Пневмотурбінка

3.2. Обґрунтування вибору зварювальних матеріалів

На механічні і фізико-хімічні властивості металу шва вагомий вплив має його хімічний склад. Тому для отримання властивостей, які задовольняють вимоги надійності і якості конструкції, правильний вибір зварювальних матеріалів є дуже важливим етапом.

Першою умовою при виборі зварювальних матеріалів для зварювання низьковуглецевих сталей є одержання міцних швів без пор і інших дефектів. Основною умовою виникнення пор є насичення металу шва воднем, азотом і уповільнення реакції окислення вуглецю в період кристалізації зварювальної ванни.

Другою умовою при виборі зварювальних матеріалів є одержання металу шва з високою технологічною міцністю, тобто стійкістю до утворення гарячих тріщин.

Третьою умовою є отримання металу шва з вимогами щодо експлуатації міцності.

Четверта умова – низька собівартість і доступність зварювальних матеріалів [13].

Для виготовлення серезжки використовується сталь 10ХСНД.

Зварювальний дріт Св-08Г2С забезпечує стійке горіння дуги в широкому діапазоні режимів зварювання – від крапельного до струминного перенесення електродного металу в зварювальну ванну.

Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С, % мас.

C	S	Mn	Ni	S	P	Cr	N
0,05-0,11	0.7-0,85	1,8-2,2	до 0,25	до 0,025	до 0.03	до 0,2	до 0,01

Наплавлений метал дротом Св-08Г2С має наступні механічні властивості.

Механічні властивості наплавленого металу дротом Св-08Г2С

σ _т , МПа	σ _в , МПа	d, %	Ударна в'язкість KCV, Дж/см ²	
			-20 С ⁰	+20 С ⁰
≥390	≥490	21 - 23	70	130

В дипломному проекті пропонується використовувати найбільш універсальний зварювальний дріт марки Св-08Г2С з захисним шаром покриття - міддю. Обміднений дріт добре зберігається, мало чутливий до хімічного і механічного впливу оточуючого середовища, що сприяє підвищенню якості зварних з'єднань. Мідне покриття забезпечує надійний електричний контакт між зварювальним дротом і струмопідвідним мундштуком пальника.

Зварювальний дріт Св-08Г2С випускається багатьма виробниками майже у всіх країнах СНД, Китаї Індії та ін.

На підставі проведеного аналізу можна стверджувати, що зварювальний дріт Св-08Г2С відповідає зазначеним вище умовам, його доцільно використовувати в комбінації із сумішшю захисних газів Ar + 18% CO₂ під час зварювання сережки.

3.3. Обґрунтування вибору зварювального обладнання

До зварювального обладнання висуваються вимоги до якості та продуктивності технологічного процесу, надійності роботи, ергономічних показників обладнання, раціональної витрати матеріалів і електроенергії, мінімальної ціни обладнання.

Забезпечення високої якості зварних з'єднань вимагає:

- точного складання і фіксації зварюваних з'єднань в робочій зоні з врахуванням особливостей заготовки (відхилень від номінальних розмірів та форми, окалина, бризки металу тощо) і зварних деформацій;
- надійного захисту зварювальної ванни від впливу атмосфери шляхом подачі в зону зварювання захисного газу, флюсу, використання самозахисних зварювальних дротів, вакуумних камер і ін.;
- забезпечення заданого положення і орієнтації джерела нагрівання відносно зварюваного з'єднання з компенсацією випадкових відхилень лінії з'єднання від розрахункового положення;
- підтримування заданих значень параметрів процесу зварювання або їх зміна за заданим законом з врахуванням випадкових відхилень параметрів з'єднання, підготовленого до зварювання, від номінальних значень;
- застосування прогресивних зварювальних технологій (форсовані режими, багатодугове та багатоелектродне зварювання, стрічкові електроди і т.п.);

Висока продуктивність досягається застосуванням механізації, автоматизації і роботизації зварювального виробництва. Автоматизація і роботизація є факторами суттєвого покращення якості і стабільності характеристик з'єднань.

Висока надійність зварювального обладнання, яка є одним з найважливіших факторів забезпечення якості зварного шва і продуктивності, досягається:

- забезпеченням стабільної роботи обладнання в умовах (залежно від методу зварювання) високої температури поблизу зони зварювання і зварного шва, потужного нестационарного магнітного поля, інтенсивного світлового випромінювання, розбризкування розплавленого металу, інтенсивного виділення пилу чи аерозолів;
- підвищенням ресурсу роботи швидкозношуваних елементів;
- використанням сучасних засобів контролю стану і діагностики та усунення несправностей за рахунок швидкозмінних деталей, блоків та пристроїв;
- використанням складових з високими показниками надійності, уніфікація та агрегування. Забезпечення раціональної витрати матеріалів на виготовлення обладнання, електроенергії, що споживається при зварюванні та зварювальних матеріалів досягається:
- раціональною побудовою типорозмірних рядів і вибором оптимального комплектування зварювального обладнання;
- підвищенням ККД джерел енергії, зменшенням їх масогабаритних показників (наприклад використання інвентарних або транзисторних джерел енергії для дугового зварювання);
- зниженням розбризкування металу при зварюванні шляхом вибору його оптимального способу;
- вибором оптимального складу і витрати захисних газів, флюсу та способів їх подачі.

Високі ергономічні показники обладнання є важливим фактором підвищення якості зварних з'єднань, продуктивності і надійності процесу зварювання. Вони досягаються шляхом:

- покращення санітарних умов роботи (відсмоктування аерозолів та пилу, охолодження пальників, захист персоналу від світлового випромінювання) та безпеки праці;
- механізації, автоматизації та роботизації зварювальних та допоміжних робіт;

- врахування інженерної психології при розробці засобів керування та контролю зварювального обладнання;
- застосування раціонального компоновання та ергономічних форм обладнання, раціональної організації робочих місць.

Мінімізація вартості обладнання та вартості його технічного обслуговування досягається:

- мінімізацією витрати матеріалів на зварювальне обладнання і трудомісткості його виготовлення;
- вибором або створенням обладнання з оптимальним набором функцій для виконання певних задач (без надлишковості);
- максимальним використанням серійного обладнання;
- агрегуванням та уніфікацією зварювального обладнання.

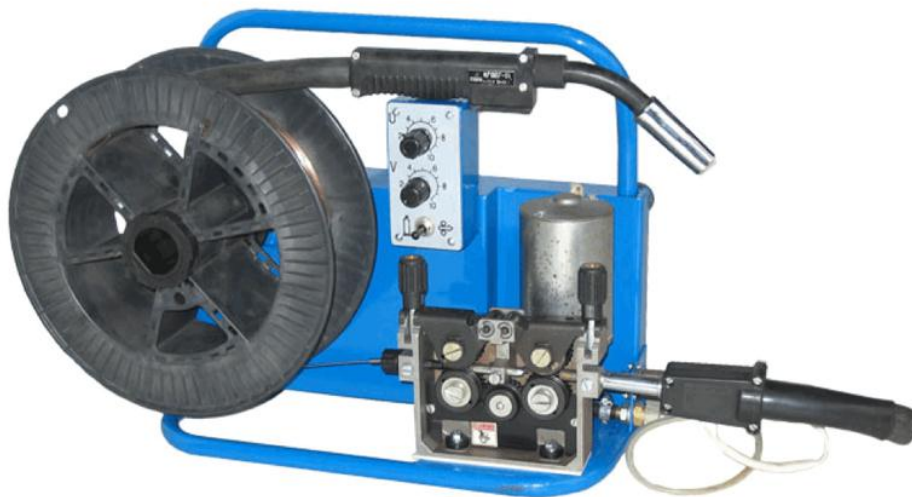


Рис. 3.3. Апарат для механізованого зварювання КП-007

Технічні характеристики апарату КП-007

Параметри	Показники
Зварювальний струм, А	60 – 630
Діаметр дроту: суцільного/порошкового мм	1,2 – 2 / 0,8 - 2
Швидкість подавання дроту, м/год	120 – 1200

Регулювання швидкості подавання дроту	плавне
Маса касети з електродним дротом, кг	15
Витрати захисного газу, л/год	480-1400
Маса подавального механізму, кг	12,2

З джерел живлення для механізованого зварювання рекомендуються зварювальні випрямлячі виробництва Каховського заводу електрозварювального устаткування. КИУ 301, КИУ 501, КИУ 1201- універсальні зварювальні випрямлячі для комплектації зварювальних напівавтоматів і автоматів для зварювання в середовищі захисних газів і під флюсом, а також для ручного дугового зварювання, різання штучними електродами всіх типів на прямій і зворотній полярності. Технічна порівняльна характеристика випрямлячів наведена у таблиці.

Технічна характеристика зварювальних випрямлячів

Технічна характеристика	КИУ 1201	КИУ 301	КИУ 501
Номінальний зварювальний струм, А	1250	315	500
Межі регулювання зварювального струму			
- падаюча	200-1250	50-315	50-500
- жорстка	250-1250	60-315	60-500
Споживана потужність, кВа	120	24	40
Напруга холостого ходу, В	85	72	85
Маса, кг	550	190	260

В дипломному проекті пропонується для зварювання серезки використовувати апарат для механізованого зварювання КП-007 українського виробництва, зварювальний випрямляч КИУ-501 також українського виробництва [14].

3.4 Контроль якості зварних з'єднань.

Методи контролю зварних з'єднань встановлені ДСТУ 3242-80. В ньому визначені методи контролю залежно від виду та розмірів дефектів, їх розташування, товщини матеріалів, а також способів зварювання.

3.4.1 Контроль зварювальних робіт і зварних швів, при виготовленні конструкцій і деталей, повинен здійснюватися контрольними органами підприємства. Результати контролю повинні реєструватися за встановленою на підприємстві формою, зберігатися до здачі об'єкту і пред'являтися інспектору Регістру на його вимогу для розгляду.

Неруйнівний контроль зварних швів може виконуватися наступними методами:

- зовнішнім оглядом (візуальний контроль);
- магнітопорошковий контроль;
- капілярний контроль;
- радіографічний контроль, рентгено- або гамаграфування;
- ультразвуковий контроль.

Застосування конкретного методу неруйнівного контролю встановлюється в технічній документації проекту в залежності від відповідальності конструкції і типу зварного з'єднання.

Неруйнівний контроль здійснюється за узгодженими з стандартами або методиками.

3.4.2 Контролю зовнішнім оглядом та вимірюванню підлягають всі зварні шви по всій довжині з обох сторін, до контролю їх іншими методами. Перед контролем зовнішнім оглядом та вимірюванням зварні шви повинні бути акуратно очищені від шлаку та забруднень. При контролі швів вимірюванням, повинно бути встановлено відповідність розмірів зварних швів вимогам креслення. Вимірювання виконується не менше ніж через кожен метр шва, але не менше одного вимірювання на кожному окремому шві, а також в місцях, де при зовнішньому оглядові ймовірні відхилення від допустимих розмірів.

Оцінка зварних з'єднань за результатами контролю проводиться за 3-бальною шкалою. З'єднання, які оцінені балами 2 та 3 вважають придатними. З'єднання, оцінені балом 1, бракуються та підлягають виправленню.

3.4.3 Контролю випробовуванням на міцність та щільність металу швів підлягають готові зварні з'єднання, непроникних зварних конструкцій. Методи та параметри контролю назначаються робочими кресленнями та спеціальними технічними умовами.

Розчин мильної піни наноситься на рівні ділянки методом напилення. Встановлюється прилад для проведення випробування, за допомогою ежектору створюється вакуум в камері. Якщо при перевірці з'явилися повітряні бульбашки, то за допомогою мановакууметра перевіряються показники, які повинні бути в межах 0,2-0,21 бар. Всі з'єднання, які підлягають контролю, повинні мати доступ для огляду.

Випробовування триває 5-10 хвилин, та проводиться при температурі не нижче -10 0С.

3.4.4. У випадку випробовування зварних з'єднань без повного проплавлення змочуванням керосином, після виконання першого проходу шва з однієї сторони (у відповідності до ГОСТ 3285-77) продовжувати зварювання дозволяється через добу після закінчення випробування, для забезпечення висихання керосину. При цьому безпосередньо перед зварюванням необхідно провести прожарювання зварювальним пальником зварних крайок. У випадку роботи у складально доступних і замкнених місцях, перед прожарюванням крайок, необхідно провести газовий аналіз на предмет гранично допустимих концентрацій у повітрі парів легкопламеневої рідини.

3.4.5 Ультразвуковий метод контролю застосовується в будь-якому напрямку промисловості. Застосування його показало, що він може бути однаково ефективно використаний для перевірки майже всіх типів зварних з'єднань в будівництві, які мають товщину зварюваного основного металу більше 4 міліметрів. Крім того, метод активно використовується для перевірки з'єднання стиків газо- і нафтопроводів, різних гідравлічних і водопровідних систем. А в

таких випадках, як контроль швів великої товщини, отриманих в результаті електрошлакового зварювання, ультразвукова дефектоскопія - єдино прийнятний метод здійснення контролю.

Остаточне рішення про те, придатна чи деталь або зварювальний шов до експлуатації приймається на основі трьох основних показників (критеріїв) - амплітуди, координат, умовні розмірів.

В цілому ж ультразвуковий контроль - саме той метод, який є найбільш плідним з точки зору формування зображень в процесі вивчення шва (деталі).

Вимірювані характеристики дефектів:

У світі техніки і промисловості всім керує ГОСТ. Ультразвуковий контроль (ГОСТ 14782-86) в цьому питанні також не є винятком. Стандарт регламентує, що дефекти вимірюються за такими параметрами:

- Еквівалентної площі дефекту.
- Амплітуді ехосигналу, яку визначають з урахуванням відстані до дефекту.
- Координатами дефекту в точці зварювання.
- Умовним розмірами.
- Умовному відстані між дефектами.

Переваги ультразвуку і тонкощі його застосування:

Дослідження зварних з'єднань за допомогою звуку високої частоти - це, по суті, неруйнівний контроль, адже такий метод не здатний завдати будь-яких ушкоджень досліджуваній ділянці виробу, але при цьому досить точно визначає наявність дефектів. Також особливої уваги заслуговує низька вартість проведених робіт і їх висока швидкість виконання. Важливо й те, що метод абсолютно безпечний для здоров'я людини. Всі дослідження металів і зварних швів на основі ультразвуку проводяться в діапазоні від 0,5 МГц до 10 МГц. У деяких випадках можливе проведення робіт з використанням ультразвукових хвиль, що мають частоту 20 МГц.

Аналіз зварного з'єднання за допомогою ультразвуку повинен обов'язково супроводжуватися проведенням цілого комплексу підготовчих заходів, таких як очищення досліджуваного шва або поверхні, нанесення на контрольований

ділянку специфічних контактних рідин (гелі спеціального призначення, гліцерин, масло машинне). Все це робиться для забезпечення належного стабільного акустичного контакту, який в підсумку забезпечує отримання необхідної картинки на приладі.

Неможливість використання і недоліки:

Ультразвуковий контроль абсолютно нераціонально застосовувати для обстеження зварювальних з'єднань металів, що мають грубозернисту структуру (наприклад, чавуну або ж аустенітного шва з товщиною більше 60 міліметрів). А все тому, що в таких випадках відбувається досить велике розсіювання і сильне загасання ультразвуку.

Також не представляється можливим однозначно повноцінно охарактеризувати виявлений дефект (вольфрамовое включення, шлакові включення і ін.).

3.4.6 виправлення зварних швів, які мають дефекти, необхідно виконувати до подальшого контролю. Контроль, після виправлення дефектів, які були забраковані результатами рентгеноконтролю та контролю герметичності з'єднання, необхідно проводити в повному обсязі всіма видами та методами контролю, які передбачені технічною документацією для з'єднання, яке підлягає контролю.

Якщо в зварному з'єднанні, після контролю, не виявлено дефектів, то воно вважається придатним та підлягає подальшому контролю[20].

ВИСНОВКИ

Розроблено технологію складання та зварювання серезки із застосуванням складального і зварювального обладнання та матеріалів.

Обрано зварювальне обладнання, яке забезпечить стійке горіння дуги при різних видах зварювання. Для механізованого зварювання в середовищі захисних газів пропонується використати механізм подачі КП 007 з джерелом живлення КИУ-501.

Зварювання виконується механізованим способом у суміші захисних газів ($\text{Ar}+18\%\text{CO}_2$), у якості зварювальних матеріалів для механізованого способу зварювання використано дріт Св-08Г2С, що дозволить істотно зменшити розбризкування електродного металу.

Запропоновано 100% візуальний і 50% ультразвуковий контроль якості.

4.1. Аналіз потенційно небезпечних і шкідливих факторів при виготовленні сержки мостового крана.

В даний час зварювання - найскладніший технологічний процес. До числа основних фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів відносяться машини, що рухаються, і механізми, рухливі частини виробничого устаткування, перемішувачі вироби і заготовки. Застосування рухливого устаткування викликає необхідність забезпечення безпеки експлуатації цих пристроїв, вимагає огороження всіх доступних, які рухаються або обертаються, частин механізмів, застосування блокуючих пристроїв, для виключення можливого проникнення людини в небезпечну зону, сигнальних пристроїв, до яких відносяться покажчики, фарбування відповідними умовними знаками і кольорами. Також необхідно забезпечити міцність механізмів, допоміжних і вантажозахоплюючих пристосувань. Крани не рідше одного разу в рік підлягають технічному огляду. На організм людини шкідливо впливає шум, джерелами якого можуть бути роботи, які виконуються електричними, ручними інструментами, вентиляційними установками.

Виробничий шум впливає на здоров'я людини, а зокрема, на нервову систему. Нормовані параметри шуму визначені ГОСТом 12.1003-83. Працюючих у зоні складально-зварювальної ділянки з рівнем шуму більш 80дБ необхідно забезпечувати засобами індивідуального захисту.

У сучасних умовах людина на виробництві піддається постійному впливу шуму. Найбільш значний по інтенсивності шум, 115- 125 дБ, виникає при пневматичному рубанні і зачищенні зварних швів корпусних деталей і конструкцій. При роботах у замкнутих судових відсіках рівень шуму підвищується до 125- 130 дБ. Трохи менше рівень шуму при роботі пневматичних зачисних машин, до 105 дБ, однак, у корпусних цехах при обробці відносно тонких листових конструкцій виникає структурний непостійний шум, що досягає на робочих місцях 110- 120 дБ. Двигуни внутрішнього згорання, широко використовувани на судах, вироблений у приміщення шум, що складається із шумів механічного й аеродинамічного походження. Рівні звукового тиску при

роботі дизеля, вимірювані на відстані 1 м від його контуру, складають 85- 100 дБ, але деякі рівні шуму випуску в деяких типів двигунів досягають 120- 130 дБ.

Наступним видом виробничих небезпечних факторів є електричний струм, вплив якого проявляється внаслідок використання електричних машин і установок. Основними параметрами захисту від поразки струмом, відповідно до ГОСТ 12.1.030-81 є: електрозахисний поділ мережі; забезпечення неприступності струмоведучих частин для попередження випадкового проникнення; усунення небезпеки з появою напруги на корпусах, кожухах і т.д.; застосування ізоляції; захисне заземлення; застосування засобів індивідуального захисту.

Більшу частину трудомісткості виготовлення серезки складають зварювальні роботи. Серезка вариться механізованим зварюванням в середовищі захисних газів. Недотримання техніки безпеки при зварюванні електродом, що плавиться, може призвести до поразки електричним струмом і випромінюванням дуги, до опіків розплавленим металом.

При роботі в середовищі захисних газів слід зазначити, що основним газом є CO_2 , а його щільність у 1,5 рази більше щільності повітря і він може накопичуватися в нижніх частинах приміщення (див. табл. 8.1). При збільшенні концентрації CO_2 у зварника може виникнути кисневе голодування, що може привести до летального результату. При роботах у збирально-зварювальних цехах газ повинний знаходитися в балонах під високим тиском.

Таблиця 4.1. Сумарне виділення шкідливих речовин при зварюванні, г/кг

Вид зварювання	Найменування і марка зварювального матеріалу	Пил	Гази	
		Мп	СО	НВ
Зварювання в CO_2	Дріт- Св-08Г2с	0,5	14	-

У зв'язку з виділенням при зварюванні в середовищі захисних газів значної кількості пилу і газів необхідно обладнати зварювальний цех місцевою і загально-обмінною приточною витяжною вентиляцією, бажано зі спрямованим потоком свіжого повітря. При зварюванні в середовищі захисних газів на основі CO_2

витяжні відсоси загально-обмінної вентиляції необхідно встановлювати в самих нижніх точках приміщення [15].

Освітлення також має велике значення в охороні праці. Достатнє освітлення забезпечує гарну видимість і створює сприятливі умови для роботи. Великий вплив на продуктивність праці робить також кольорова гама робочого місця (фарбування приміщень і устаткування). Фахівцями доведено, що правильно обрана освітленість і кольорова гама може підвищити продуктивність деяких робіт на 15-20 %.

Нормативним документом про штучне освітлення є СНиП II-4-79 «Природне і штучне освітлення». Для ділянок збирально-зварювальних цехів ці норми встановлюють рівень освітлення газорозрядними лампами - 300 люкс [14].

4.2. Розрахунок місцевої вентиляції складально-зварювального цеху.

Ділянка поточно-механізованої лінії виготовлення бортових секцій займає проліт цеху. Лінія складається з чотирьох позицій.

- 1 - зборка і зварювання вузлів;
- 2 - зборка і зварювання сережки;
- 3 -- кантування секції.

Після чого виконуються контроль якості і здача ВТК.

На всіх трьох позиціях виконуються зварювальні роботи, тому на всіх трьох позиціях необхідне застосування місцевої вентиляції.

Переріз повітреприймного пристрою має форму кола:

$$d_0=0,3 \text{ м.}$$

Діаметр повітроводу визначимо за формулою:

$$\begin{aligned} d &= \frac{F}{\pi d_0}; \\ F &= \frac{\pi d^2}{4}. \end{aligned} \tag{4.1}$$

Підставимо значення у формулу й одержимо:

$$d = \frac{3,14(0,3)^2}{4} * \frac{1}{2 * 3,14 \frac{0,3}{2}} = 0,075 \text{ м.}$$

Швидкість руху повітря у повітроприймачі дорівнює:

$$V_B = \frac{V_T l^2}{k d^2}, \quad (4.2)$$

де V_T - швидкість виділення шкідливих речовин у якій-небудь точці або перетині, м/с;

l – відстань точки, що обмежує швидкість руху потоку, від вхідного перерізу повітроприймача, м;

d – гідравлічний діаметр повітроприймача, м.

$V_T = 0,5$ м/с;

$l = 0,09$ м.

$$V_B = \frac{0,3 * 0,09^2}{0,07 * 0,075^2} = 6 \text{ м/с.}$$

Кількість повітря, необхідне для видалення шкідливих речовин одним пилогазоприймачем дорівнює:

$$Q_H = V_B S_B * 3600,$$

де S_B – швидкість вхідного перерізу пилогазоприймача;

V_B – швидкість руху у повітроприймачі.

$$Q_H = 95 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Загальна кількість повітря, необхідна для місцевої вентиляції:

$$Q_M = n * Q_H, \quad (4.3)$$

де Q_H – кількість повітря для видалення шкідливих речовин від одного джерела, м³/год;

n – кількість джерел, що виділяють шкідливу речовину.

$$Q_M = 7 * 95 = 665 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Схема місцевої вентиляції приведена на рис.4.1.

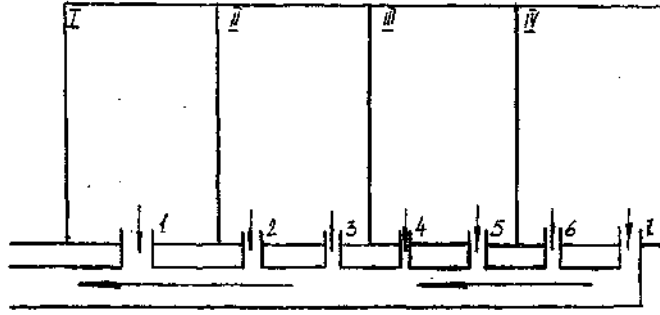


Рис. 4.1. Схема місцевої вентиляції (I-IV – позиції поточно-механізованої лінії; 1-7– місцева вентиляція)

Діаметр на ділянці 1-2 визначається:

$$d_{1-2} = \sqrt{\frac{4Q_{1-2}}{3600\pi V_B}} = \sqrt{\frac{4 * 665}{3600 * 6 * 3,14}} = 0,2 \text{ м},$$

де Q_{1-2} кількість повітря, що проходить через ділянку 1- 2, м³/год;

V_B - швидкість руху повітря у повітроводі, м/год.

Втрати на тертя на ділянці 1-2 визначаються:

$$H_{\text{тр}} = \frac{\rho \lambda L V_B^2}{2d}, \quad (4.4)$$

де $\lambda = 0,03$ - коефіцієнт гідравлічних втрат;

L - довжина прямолінійної ділянки, м;

$$L_{1-2} = 8 \text{ м.}$$

$$L_{2-3} = 3 \text{ м.}$$

Звідси одержимо:

$$H_{\text{тр}} = \frac{1,226 * 0,03 * 8 * 6^2}{2 * 0,2} = 26,5 \text{ кгс/м}^2 = 265 \text{ Па.}$$

Місцеві втрати на цій ділянці рівні:

$$H_M = \frac{\xi V_B^2 \rho}{2}, \quad (4.5)$$

де $\xi = 1,2$ — коефіцієнт місцевого опору;

$\rho = 1,226 \text{ кг/м}^3$ - щільність повітря.

$$H_m = \frac{0,03 * 1,226 * 6^2 * 3}{2} = 265 \text{ Па.}$$

Для прямолінійної ділянки 2- 3 утрати на тертя:

$$H_m = \frac{0,03 * 1,226 * 6^2 * 3}{2 * 0,2} = 100 \text{ Па.}$$

Аналогічно визначимо втрати напору на всіх інших ділянках, отримані втрати просумуємо:

$$\Sigma = 109,5 \text{ кгс/м}^2 = 1095 \text{ Па.}$$

Вибираємо вентилятор ВНИИСТО серії ЗВР № 2, його дані:

$$Q = 1000 \text{ м}^3/\text{год}, N = 1 \text{ квт}, H = 92 \text{ кг/м}^2, \eta = 0,55.$$

Коефіцієнт R у вентиляторній мережі дорівнює:

$$R = \Sigma H / Q^2,$$

де ΣH – сума втрат у системі;

Q – кількість повітря, необхідне для місцевої вентиляції.

Для очищення повітря приймаємо «Циклон» НІОГаз продуктивністю $1000 \text{ м}^3/\text{год}$.

Утрати напору в «Циклоні» складають 6 кг/м^2 , тоді втрати в системі дорівнюють:

$$\Sigma H = 268,5 + 6 = 274,5 \text{ Па.}$$

$$R = 274,5 / 665^2 = 6,2 * 10^{-4}.$$

4.3. Заходи що до усунення шкідливих та небезпечних виробничих факторів

4.3.1. Заходи по запобіганню шкідливого впливу шуму.

Необхідно вживати серйозні міри захисту працівників від шкідливого впливу шуму. Ці міри включають розробку шумобезпечної техніки і технологічних процесів, що виключають чи обмежують операції, застосування засобів і методів колективного й індивідуального захисту працюючих.

Велике значення для зменшення шкідливого впливу шуму на працівників має розробка раціональних технологічних процесів, наприклад, електрозварювання, пресування або кліпання деталей замість пневматичної клепки, газове чи верстатне стругання крайок замість пневматичного рубання.

Засоби колективного захисту знижують шум на шляху його поширення від джерела до захищеного об'єкта (людини) і в залежності від середовища підрозділяються на засоби, що зменшують передачу повітряного чи структурного шуму. За способом реалізації розрізняють засоби звукоізоляції, звукопоглинання, демпфорування і глушители шуму.

Основним способом захисту від шуму для робочих суднобудівників є використання засобів індивідуального захисту органів слуху. Це протишумові навушники, що закривають вушну раковину зовні; вкладиші, що перекривають зовнішній слуховий прохід чи прилягають до нього; протишумові шоломи і маски, а також протишумові костюми.

4.3.2. Заходи по запобіганню забруднення повітряного середовища.

Під заходами по запобіганню забруднення розуміють комплекс організаційних правил, що контролюють рівень небезпек у оточуючому середовищі.

Використання місцевої та загальної вентиляції як засобу покращення умов праці необхідно проводити з урахуванням вимог охорони навколишнього середовища – повітряного басейну за межею цеху, заводу.

Повітря з аерозолем, що відсмоктується повинно потрапляти до фільтрів (зазвичай водяних), у яких коагулює та осаджується аерозоль, розчиняються шкідливі гази. Таким чином, належна організація вентиляції потребує

достатньо великих капітальних витрат.

Також до заходів, що знижують забруднення повітряного середовища, можна віднести раціональний вибір різновиду зварювання, зварювальних матеріалів, об'єму зварювальних робіт, режимів зварювання, дотримання технологічного режиму, тощо.

При тривалому забрудненні – планове впровадження заходів з метою усунення забруднення повітряного басейну; посилення контролю за роботою очисних споруд; заборона ремонтних робіт, що супроводжується викидами до атмосфери; герметизація устаткування; перехід на чисте паливо, а також зменшення вантажно-відвантажувальних робіт, що не відповідають вимогам захисту атмосфери [15].

4.3.3. Заходи електробезпеки.

Щоб уникнути опіків і уражень струмом, необхідно перш за все точно дотримуватися правил улаштування електроустановок і правил техніки безпеки при експлуатації обладнання. Крім того, в кожному виробничому приміщенні, з урахуванням місцевих умов, може бути ціла система заходів безпеки при експлуатації обладнання.

Основні заходи:

- Ізоляція струмопровідних частин, які нормально знаходяться під напругою;
- Мала напруга в електричних ланцюгах змінного струму, що не перевищує 40 В, і постійного струму - не вище 110 В;
- Елементи для захисного заземлення металевих, неструмопровідних частин, які випадково можуть потрапити під напругу (при порушенні ізоляції, режиму робіт і т.п.);
- Автоматичні пристрої, які відключають електроспоживачів від мережі, якщо доступні для людського дотику здебільшого потрапляють під напругу;
- Захисні кожухи для запобігання можливого випадкового дотику до струмоведучих, рухомим або нагрівальним частин електроустановок;
- Блокування проти помилкових операцій і дій персоналу;

- Засоби контролю ізоляції та сигналізації про їх ушкодженнях, а також для відключення установки при зменшенні опору ізоляції нижче припустимого рівня;
- Попереджувальні написи, знаки, фарбування струмопровідних частин у сигнальні кольори та інші засоби сигналізації про небезпеку.

Висновки:

- Розрахункова система місцевої вентиляції на поточно-механізованій лінії дозволить здійснити захист зварників у процесі роботи від впливу шкідливих речовин, що виділяються при зварюванні, також підібрано необхідний вентилятор для системи вентиляції,
- Визначили основні джерела шуму і виявили способи захисту від шуму для робітників.

5. Розрахунок собівартості виконання складальних і зварювальних робіт під час виготовлення сережки мостового крана

У даному розділі дипломного проекту виконується розрахунок собівартості виконання складально-зварювальних робіт при виготовленні сережки мостового крану в кількості 1000 шт.

Вихідні данні розрахунку:

1. Річний об'єм продукції, шт.	1000
2. Ціна дроту, грн. за кг	40
3. Витрати суміші (Ar + 18% CO ₂) на 1 м.п., м ³	5,46
4. Витрати дроту на 1 м.п., кг	0,178
5. Ціна 1 м ³ суміші Ar + 18% CO ₂ , грн.	66,7
6. Витрати електроенергії на 1 м.п. с.д. кВт/г	13,37
7. Ціна 1 кВт/г, грн.	1,89
8. Трудомісткість складальних робіт на 1 шт., н.-год.	0,169
9. Трудомісткість зварювальних робіт на 1 м.п. н-год.	73,78
10. Трудомісткість контрольних робіт на 1 м.п. н-год.	0,57
11. Годинна тарифна ставка контролера, грн.	60
12. Годинна тарифна ставка складальника, грн.	87
13. Годинна ставка зварювальника, грн.	80
14. Норма амортизації, %	13
15. Норма витрат на поточний ремонт обладнання, %	15
16. Вартість зварювального обладнання, грн.	63500

Технологічна собівартість C_T складається з витрат на основний матеріал, зварювальні матеріали C_M , на електроенергію C_e , на оплату праці $C_{пр}$,

амортизаційні відрахування C_a та відрахування на поточний ремонт обладнання C_p . тобто:

$$C_T = C_M + C_e + C_{пр} + C_a + C_p \quad (5.1)$$

Витрати на кожний з матеріалів C_{Mi} визначається за формулою

$$C_{Mi} = \Pi_{Mi} \cdot \Pi_{Mi}, \quad (5.2)$$

де Π_{Mi} – потреби в і-тому матеріалі; Π_{Mi} – ціна 1 кг даного матеріалу.

5.1 Затрати на зварювальні матеріали

Ці затрати визначаються в залежності від витрат. Для кожного типу зварного шва і кожного методу зварювання існують свої норми витрат матеріалів. Крім того, при визначенні кількості потрібних матеріалів враховуються і неминучі при веденні зварювання втрати.

Розрахунок витрат зварювального дроту

$$H_i = G \cdot K \quad (5.3)$$

де G - маса металу, наплавленого на 1 м зварного шва; K - коефіцієнт переходу від маси наплавленого металу до витрати зварювальних матеріалів.

Ця формула дозволяє зрозуміти, скільки зварювальних матеріалів буде потрібно на один метр шва:

Вага наплавленого металу, кг:

$$G_H = F_H \gamma \cdot l_{ш} \quad (5.4)$$

де F_H – площа поперечного перерізу шва, см^2 ; γ – щільність металу -7,8 $\text{г}/\text{см}^3$

$l_{ш}$ - довжина шва, $l_{ш} = 100$ см.

Для зварного з'єднання № 1 (ДСТУ ISO 4063-131/ГОСТ 14779-76)

$$F = 60,5 \text{ мм}^2 ;$$

$$l_{ш} = 3,14 \times 120 \times 4 + 2 \times 3,14 \times 140 + 2 \times 50 \times 3,14 + 286,5 \times 4 = 6049,27 \text{ мм} = 6,05 \text{ м} ;$$

Для зварного з'єднання № 2, (ДСТУ ISO 4063-131). /ГОСТ 14779-76)

$$F_H = 246,68 \text{ мм}^2 = 2,47 \text{ см}^2$$

$$l_{ш} = 500 \times 4 = 2000 \text{ мм} = 2 \text{ м}$$

$$200 \times 2,47 : 0,605 = 8,16 \text{ м}$$

$$l_{\text{ш.вз.}} = 6,05 + 8,16 = 14,21 \text{ м}$$

Вага наплавленого металу, кг:

$$G_{\text{н}} = F_{\text{н}} \gamma 100$$

$$G_{\text{н}} = 0,605 \times 7,8 \times 100 = 177,9 \text{ гр.} = 0,178 \text{ кг. на 1 м зварного шва;}$$

$$G_{\text{н.вз.}} = 0,605 \times 7,8 \times 14,21 = 6705 \text{ гр} = 6,7 \text{ кг.}$$

Витрата дроту, кг:

$$G_{\text{др.}} = G_{\text{н}} \cdot k;$$

де k – коефіцієнт витрати дроту; $k = 1,02$;

$$G_{\text{др.}} = 6,7 \times 1,02 = 6,83 \text{ кг.}$$

Витрата захисного газу, кг;

$$H_{\text{г}} = Q_{\text{г}} \times G_{\text{др.}} \quad (5.5)$$

де $Q_{\text{г}}$ - питома витрата газу на 1 м шва. (0,8 від витрати електродного дроту);

$$H_{\text{г}} = 0,8 \cdot 6,83 = 5,46 \text{ м}^3 \text{ - на 1 м зварного шва.}$$

Затрати на зварювальні матеріали.

Зварювальний дріт :

$$G_{\text{др.}} = G_{\text{др.}} \cdot C_{\text{д.}} \quad (5.6)$$

де $G_{\text{др.}}$ - витрата дроту, кг; $C_{\text{д.}}$ – ціна за 1 кг.

$$G_{\text{др.}} = 6,83 \cdot 40 = 273,2 \text{ грн.}$$

Захисна газова суміш.

Вартість - ціна $6 \text{ м}^3 = 400 \text{ грн.}$ тобто 1 м^3 суміші ($\text{Ar} + 18\% \text{CO}_2$) $66,7 \text{ грн.}$

Затрати на суміш

$$C_{\text{г}} = H_{\text{г}} \cdot C_{\text{г}} \quad (5.7)$$

де $H_{\text{г}}$ – витрата газу за 1 п.м, $C_{\text{г}}$ – ціна за 1 м^3 .

$$C_{\text{г}} = 5,46 \cdot 66,7 = 364,18 \text{ грн.}$$

5.2 Затрати на технологічну електроенергію:

$$C_{\text{е}} = W \cdot C_{\text{е}} \quad (5.8)$$

де W – повні витрати електроенергії одним зварювальним постом, кВт-год;

$C_{\text{е}}$ – вартість 1 кВт-год. електроенергії, грн.

Витрати електроенергії визначаємо на 1 пог. м шва

$$W = U_D \cdot I_z \cdot \tau + W_0 (\tau_1 - \tau) \quad (5.9)$$

де U_D – напруга дуги, В; I_z – зварювальний струм, А; η - ККД зварювального поста; W_0 – потужність, що витрачається джерелом живлення під час холостого ходу; τ – час горіння дуги (основний час) ; $\tau_1 = \tau / K_{п.}$ – повний (оперативний) час зварювання з урахуванням коефіцієнта $K_{п.}$ використання зварювального поста (орієнтовано для зварювання у цехових умовах $K_{п.} = 0,5 \dots 0,8$).

$U_D = 30\text{В}; I_z = 180\text{А}; \eta = 0,5; V_{зв.} = 14,6 \text{ м/год.}$

$$\tau = L_{ш} / V_{зв.}; \quad (5.10)$$

$\tau = 14,21 / 14,6 = 0,97 \text{ год. (час горіння дуги)}$

Приймаємо $K_{п.} = 0,7; W_0 = 2,5 \text{ кВт.}$

$\tau_1 = 0,97 / 0,7 = 1,39 \text{ год.}$

$W = 10,8 \cdot 0,97 + 2,5(1,39 - 0,97) = 11,5 \text{ кВт-год на 1 пог. м шва}$

$C_{e/e} = 11,5 \cdot 1,8855 = 21,68 \text{ грн. на 1 м шва;}$

$C_{e \text{ заг.}} = 21,68 \cdot 14,21 = 308,07 \text{ грн.}$

5.3. Витрати на основну заробітну плату виконавця будь-якої i -ої технологічної операції $C_{прі}$ розраховуються за формулою:

$$C_{прі} = T_p \times \Gamma_{ст}, \quad (5.11)$$

де T_p – трудомісткість виконання (складання, зварювання, зачищення, контроль, тощо) зварного виробу, н-год; $\Gamma_{ст}$ – середня годинна тарифна ставка робітника відповідної професії, грн./год.

Повні витрати на заробітну плату для виконання кожної i -ої операції мають бути розраховані з урахуванням рівня додаткової зарплати і відрахувань від заробітної плати, а загальні витрати на оплату виробничих працівників визначаються як

$$C_{пр} = \sum_i^n C_{прі}^n, \quad (5.12)$$

де $C_{прі}^n$ - повні витрати на заробітну плату для виконання i -ої операції, n – число операцій технологічного процесу.

Складання

$$\Gamma_{\text{ст}}=87\text{гр}$$

а) Установлення деталей, вузлів з листового металу (на одну деталь):

$$T=0,04+0,0016s+0,03P+0,001sP$$

$$T=0,04+0,0016 \cdot 25+0,03 \cdot 1,62+0,001 \cdot 25 \cdot 1,62=0,169$$

б) З'єднання кромки листового металу (на 1 м з'єднання)

$$T=0,007|(s-6)|+0,33$$

$$T=0,007|(25-6)|+0,33=0,463$$

$$T_{\text{скл.}} = 1,1 \cdot (0,169+0,463) \cdot 87 \cdot 1,22 = 73,78 \text{ грн.}$$

Зварювання

$$\Gamma_{\text{ст}}=80\text{Г}$$

$$T_{\text{зв}} = L_{\text{шв}} \cdot T_0 \cdot K_{\text{заг}} ; \quad T_0 = m/V_{\text{зв}} ;$$

$$T_0 = 6/14,6 = 0,41 \text{ год} \quad T_{\text{зв}} = 0,41 \cdot 14,21 \cdot 1,15 = 6,7 \text{ гр}$$

$$C_{\text{зв.}} = 1,1 \cdot 6,7 \cdot 80 \cdot 1,22 = 719,31 \text{ грн.}$$

Контроль якості зварювання

$$\Gamma_{\text{ст}} = 60 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{контр.}} = 1,1 \cdot 60 \cdot 0,57 \cdot 1,22 = 45,9 \text{ грн.}$$

Загальні затрати на заробітну плату на 1 виріб:

$$C_{\text{праці}} = C_{\text{скл.}} + C_{\text{зв.}} + C_{\text{к.}} \quad C = 73,78 + 719,31 + 45,9 = 839 \text{ грн.}$$

5.4. Амортизаційні відрахування від кожного виду обладнання C_{ai} та відрахування на поточний ремонт C_{pi} визначаються за наступними формулами:

$$C_{ai} = \frac{\sum B_i \times H_{ai}}{100} \quad (5.13)$$

$$C_{pi} = \frac{\sum B_i \times H_p}{100}, \quad (5.14)$$

де B_i , H_{ai} , H_p – вартість, норма амортизаційних відрахувань та норма витрат на поточний ремонт обладнання.

$$C_{a \text{ ВДУ}} = (40000 \cdot 14) : 100 = 5600 \text{ грн.} / 7 \text{ років} = 800 \text{ грн. за рік};$$

$$C_{a \text{ ПДГО}} = (23500 \cdot 14,5) : 100 = 3407,5 \text{ грн.} / 7 \text{ років} = 486,8 \text{ грн. за рік};$$

$$\Sigma C_a = C_a \text{ ВДУ} + C_a \text{ ПДПО}$$

$$\Sigma C_a = 800 + 486,8 = 1286,8 \text{ грн.}$$

Ремонт:

$$C_p \text{ ВДУ} = (40000 \cdot 15) : 100 = 6000 \text{ грн.} / 7 \text{ років} = 857,1 \text{ грн. за рік;}$$

$$C_p \text{ ПДГО} = (23500 \cdot 15) : 100 = 3525 \text{ грн.} / 7 \text{ років} = 503,57 \text{ за рік}$$

$$\Sigma C_p = 857,1 + 503,57 = 1360,67 \text{ грн.}$$

Технологічна собівартість 1 виробу:

$$C_T = 637,38 + 308,07 + 839 + 1286,8 + 1360,67 = 4431,92 \text{ грн.}$$

Річної програми:

$$C_T = 637380 + 308070 + 839000 + 1286,8 + 1360,67 = 1787097,47 \text{ грн [17].}$$

Розрахункові показники собівартості складально-зварювальних робіт при виготовленні балок приведено у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 Розрахункові показники технологічної собівартості складально-зварювальних робіт при виготовленні сержок мостового крана.

	Показники	Одиниці вимірювання	Величина
1	Річна програма	шт.	1000
2	Затрати на матеріали	грн.	637380
3	Затрати на електроенергію	грн.	308070
4	Затрати на ЗП	грн.	839000
5	Затрати на поточний ремонт	грн.	1360,67
6	Амортизаційні відрахування	грн.	1286,8
7	Собівартість одного виробу	грн.	4431,92
8	Собівартість випуску річної програми	грн.	1787097,47

Висновки:

1. Виконано розрахунок собівартості виконання складально-зварювальних робіт при виготовленні.
2. Собівартість річної програми випуску виробів в кількості 1000 шт. складає 1787097,47грн.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На підставі проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

1. Розглянувши характеристику матеріалу та його зварюваності, запропоновано для виготовлення сережки мостового крана: використати сталь 10ХСНД, механічне зварювання у суміші захисних газів Аргон+18%CO₂, дріт суцільного перерізу СВ-08Г2С діаметром 1,2 мм.

2. Виконано розрахунок режимів зварювання за площею поперечного перерізу наплавленого металу F_n .

Номер шва	ДСТУ ISO9692-1	ГОСТ 14779-71	Ізв, А	U _д , В	Vзв, м/год	Vдр, м/год	q _п , ДЖ/см	Кількість проходів
1	4.1.3	Н-1	180	30	14,76	408	9878	2
2	1.9.1	У-8			9,72		15000	6

3. Розрахунок термічного циклу зварювання для усіх видів з'єднання при механізованому зварюванні утворюється ферліто-перлітна структура з діапазоном твердості по діаграмі термкінетичного перетворення аустеніту сталі 10ХСНД для шва № 1 -340 НV для шва № 2 – 390 НV одиниць по Вікерсу.

4. З розрахунків зварювальних деформацій сережки мостового крана видно, що деформації є допустимими і не перевищують допуск ± 3 мм.

5. У дипломному проекті описана принципова послідовність виготовлення сережки мостового крана. Вибір такої послідовності робіт пов'язаний з тим, що використання повного складання забезпечує підвищену жорсткість конструкції, що зменшує очікувані зварювальні деформації. Зварювання виконується в напрямку від середини сережки до її країв чарунковим методом з кантуванням виробу таким чином, щоб більшість швів виконувалася у нижньому положенні.

6. Для виконання усіх швів застосовується механізоване дугове зварювання в суміші захисних газів Ar + 18% CO₂ за допомогою наступного обладнання: напівавтомат – КП-007 та випрямляч КИУ-501.

7. Для контролю якості був обраний згідно ГОСТ Р ИСО 17637-2014, зовнішній огляд - 100% та ультразвуковий контроль 50 %.

8. В даному розділі дипломного проекту проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при проведенні складально - зварювальних робіт серезки мостового крана, також підбрано необхідний вентилятор для системи вентиляції.

9. При проведенні зварювальних робіт обов'язково необхідно виконувати правила безпеки та використовувати всі необхідні способи індивідуального захисту, які передбачувані на підприємстві.

10. Виконано розрахунок собівартості виконання зварювальних робіт при виготовленні річної програми випуску поперечної серезки мостового крана.

11. Загальна собівартість зварювання річної програми випуску виробів в кількості 1000 шт. складає – 1787097,47грн. (4431,92грн. – 1 виріб).

ЛІТЕРАТУРА:

1. Зварювання конструкцій та відновлення деталей машин: каталог кн.-інформ. виставки/ [уклад. Л.М. Локотош; ред. Л.А. Жолобка]. – Івано-Франківськ: НТБ ІФНТУНГ, 2016.- 62с.
2. https://sdm-group.com.ua/kran-mostovoy-dvuhbalochnyy-oporny/?gclid=EAIaIQobChMIrP-Rv-7r8AIVCRF7Ch0hkgEUEAAAYASAAEgJmCPD_BwE
3. Куркин С.А. Технология, механизация и автоматизация производств сварных конструкций: Атлас: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / С.А. Куркин, В.М. Ховов, А.М. Рыбачук. – М.: Машиностроение, 1989. – 328 с.
4. ГОСТ 14637-89 (ИСО 4995-78) Прокат толстолистовой из углеродистой стали обыкновенного кач
5. Лебедев Ю.М., Лебедева В.Ф., Технические условия (с Изменением N 1).
6. http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php?name_id=129
7. Лой С.А. Розрахунки теплових процесів при зварюванні: Методичні вказівки до виконання курсової роботи. – Миколаїв: НУК, 2008. – 64 с.
8. https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/26200/3/Bondar_magistr.pdf
9. Обладнання та технології зварювальних робіт Київ, 2006р., І.В. Гуменюк, О.Ф. Іваськін
10. Методичні вказівки до виконання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра за напрямом підготовки 6.050504 "Зварювання" / С.В. Драган, Г.В. Єрмолаєв, Ж.Г. Голобородько – Миколаїв : НУК, 2015. – 69 с.
11. Основы технологии сварки низколегированных высокопрочных сталей. Курс лекций. Квасницкий В.Ф., Ермолаев Г.В.
12. Бугаєнко Б.В., Сагань В.Я. Технологічні процеси зварювального виробництва: Методичні вказівки до виконання курсового проекту. – Миколаїв: НУК, 2010. – 53 с.
13. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві/2-е видання, переробл. та доповн: Навчальний посібник.-К.:Арістей, 2006;- 272с.
14. Костін О.М. Зварювальні матеріали: Навч. посібник. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.

15. Охрана труда при сварке в машиностроении. М., «Машиностроение» 1978.
 16. Писаренко В.Л., Рогинский М.Л. Вентиляция рабочих мест в саврочном производстве. – М.: Машиностроение, 1981.
 17. Левченко О.Г., Метлицкий В.А. Современные средства защиты сварщиков. - К.: Экотехнология, 2001.
 18. С.В. Драган, Ж.Г. Голобородько, І.В. Сімутенков Технологія зварювання суднових корпусних конструкцій-НУК.2017.
 19. Контроль якості зварювання. Т. 1. Неруйнівні методи контролю: навчальний посібник / Г. І. Камель, Ю. А. Гасило, П. С. Івченко,
 20. Р. Я. Романюк. — Кам'янське : ДДТУ , 2018. — 241с.
- <https://ukr.mentorbizlist.com/4281222-ultrasonic-control-of-welded-joints-methods-and-control-technology>