

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: Розроблення технологічного процесу виготовлення
лопаткового центратора бурової колони

Виконав: студент (ка) 4 курсу, групи ІМПсу

Спеціальності “Прикладна механіка” 131

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Рамазан Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Лазарюк В.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Ткаченко І.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МТ
доц., к.т.н. Окіпний І.Б.

« » 2023__ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 131 “Прикладна механіка”
(шифр і назва спеціальності)
студенту Рамазану Байкрактару
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Розроблення технологічного процесу виготовлення лопаткового центратора бурової колони

Керівник проекту (роботи) Лазарюк Валерій Володимирович, доцент, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від «23» січня 2023 року № 4/7-42

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 20 червня 2023 року
3. Вихідні дані до проекту (роботи) технічні умови на виготовлення;
річна програма випуску – 1000 шт.; базовий технологічний процес виготовлення виробу

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Вступ. Аналітична частина. Технологічна частина. Конструкторська частина. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. Висновки. Перелік посилань. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Стенд для зварювання лопаткового центратора. Зварювальна головка АГП-2.
Механізм подачі дроту. Привід обертання заготовки. Ділильна головка.
Технологічний процес виготовлення лопаткового центратора.

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Безпека життєдіяльності, основи охорона праці | Сенчишин В.С., доцент | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання «___» _____ 2023__р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Термін виконання етапів роботи | При мітка |
|-------|---|--------------------------------|-----------|
| 1 | Аналітична частина | 14.02.2023 | |
| 2 | Технологічна частина | 21.03.2023 | |
| 3 | Конструкторська частина | 25.04.2023 | |
| 4 | Безпека життєдіяльності, основи охорони праці | 30.05.2023 | |
| 5 | Графічна частина | 14.06.2023 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент _____
(підпис)

Рамазан Б. _____
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Лазарюк В.В.. _____
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Розроблення технологічного процесу виготовлення лопаткового центратора бурової колони» включає чотири розділи пояснювальної записки з об'ємом 60 аркушів із форматом А4 та графічної частини з об'ємом 6 аркушів із форматом А1. Пояснювальна записка включає такі розділи як аналітичний, технологічний, конструкторський та розділ заходів безпеки життєдіяльності та охорони праці. Мета кваліфікаційної роботи полягає в удосконаленні технологічного процесу виготовлення лопаткового центратора, підвищення продуктивності праці, якості виготовлення зварного виробу, розробленні заходів з безпечних умов на виробництві.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи включає 7 рисунків, 14 таблиць, 24 першоджерела.

З метою модернізації технологічного процесу запропоновано: технологію автоматичного зварювання в середовищі захисного газу аргону; розраховано параметри режиму зварювання; запропоновано раціональне обладнання і пристосування; розроблено компонування складально-зварювальної дільниці, запропоновано заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Ключові слова: ЗВАРЮВАННЯ, ЗВАРНИЙ ШОВ, РЕЖИМ ЗВАРЮВАННЯ, ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ДРІТ, ОХОРОНА ПРАЦІ.

ЗМІСТ

| | с. |
|--|----|
| РЕФЕРАТ..... | 4 |
| ЗМІСТ..... | 5 |
| ВСТУП..... | 7 |
| 1. АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА..... | 8 |
| 1.1 Опис конструкції зварного виробу..... | 8 |
| 1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу..... | 9 |
| 1.3 Вимоги до матеріалу виробу та напівфабрикатів, які використовуються для виготовлення зварного виробу..... | 12 |
| 1.4 Вимоги до геометричної форми та розмірів виробу..... | 13 |
| 1.5 Вимоги до зварних з'єднань виробу..... | 13 |
| 1.6 Вимоги до складання..... | 14 |
| 1.7 Вимоги до якості зварювання виробу..... | 15 |
| 1.8 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення виробу та постановка задач на дисертаційну роботу..... | 16 |
| 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА..... | 17 |
| 2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання..... | 17 |
| 2.2 Вибір зварювальних матеріалів..... | 20 |
| 2.3 Розрахунок параметрів режиму зварювання..... | 22 |
| 2.4 Вибір і основного зварювального устаткування..... | 25 |
| 2.5 Вибір методу контролю якості виробу..... | 28 |
| 2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного виробу..... | 29 |
| 2.7 Планування зварювальної ділянки..... | 31 |
| 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА..... | 35 |
| 3.1 Вибір типу пристосувань, | 35 |
| 3.2 Кінематичний розрахунок приводу..... | 40 |
| 3.2.1 Вибір електроприводу..... | 40 |
| 3.2.2 Розрахунок клинопасової передачі..... | 41 |

| | |
|--|----|
| 3.2.3 Розрахунок на міцність основних деталей конструкції..... | 42 |
| 3.2.4 Підбір підшипників в притискному механізмі..... | 44 |
| 3.2.5 Розрахунок гвинтів на зріз..... | 45 |
| 3.3 Вибір необхідних зусиль затискання..... | 46 |
| 3.4 Розрахунок зварних з'єднань на міцність..... | 46 |
| 3 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ..... | 49 |
| 4.1 Заходи для захисту від ураження електричним струмом | 49 |
| 4.2 Розрахунок штучного освітлення для спроектованого цеху | 53 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ | 57 |
| ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ..... | 58 |
| ДОДАТКИ..... | 61 |

ВСТУП

Механізація та автоматизація зварювання дозволяють через впровадження інновацій у металообробне виробництво збільшувати виробничу продуктивність, піднімати якість виробів, забезпечувати виконання необхідних робіт меншою кількістю працівників.

Найбільш простою є часткова механізація окермих операцій виробничого процесу. У зварювальному виробництві застосовуються спеціальні зварювальні установки, потокові механізовані та автоматизовані лінії, на яких механізованими способами здійснюються роботи із складання, зварювання та транспортування зварних виробів.

Найбільшою перевагою автоматичного зварювання є висока надійність процесу, що дозволяє досягати незмінно високого результату навіть за неідеальних умов. Автоматичне зварювання є найкращим рішенням у цій ситуації, оскільки фахівець при використанні автоматичної зварювальної системи виступає її оператором, а його навички у зварюванні не впливають на результат. Процеси при використанні автоматичного зварювання налаштовуються один раз і постійно повторюються, що скорочує час виготовлення та витрати на додаткові операції. Надійність процесу та забезпечення стабільної якості зварних швів знижує необхідність подальшої обробки виробів, тому виробничий цикл та витрати значно знижуються. Часто у виробництві використовуються механізовані недорогі рішення для автоматизації невеликої ділянки, наприклад, обертання труби або обичайки.

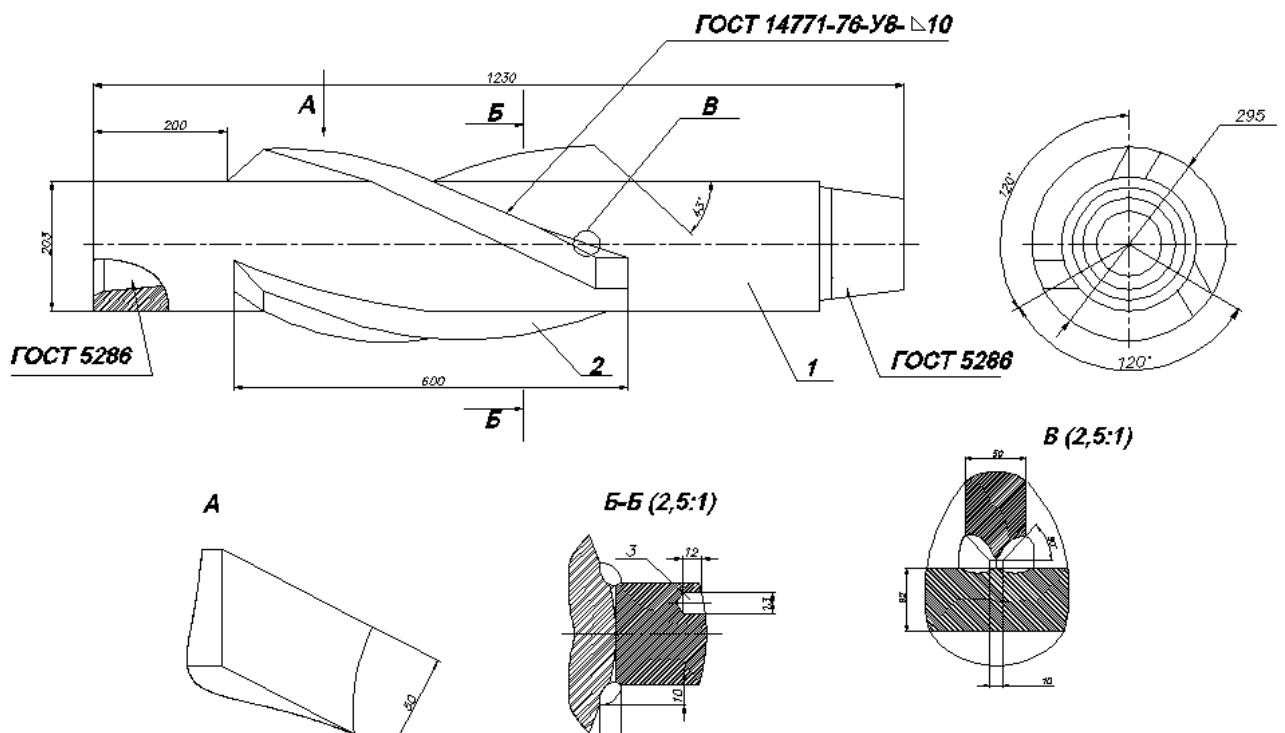
Серед переваг впровадження автоматичних установок зварювання є стабільно висока якість, безпека процесу, швидка окупність, мінімізація обробки виробів після зварювання, гарантоване дотримання технології зварювання, зниження виробничих витрат, збільшення продуктивності. Лише за допомогою ефективних автоматизованих процесів сучасні металообробні виробництва можуть бути конкурентними в майбутньому.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Зварним виробом є лопатковий центратор бурової колонки (рисунок 1.1). Виріб складається із корпусу 1 (рисунок 1.1) та трьох спіральних лопаток приварених до нього під кутом 120° .

Лопатковий спіральний центратор є опорно-центруючим пристроєм, що використовується як елемент центрування нижньої частини бурової колони, стабілізації чи зміни напрямку ствола свердловини при бурінні нафти та газу. Центратори із спіральними лопатками повністю перекривають поперечний переріз свердловини і утворюють безперервний круговий контакт із її стінкою. Такі центратори використовуються при бурінні свердловин у твердих породах чи породах середньої твердості. Пристрій встановлюється в колоні бурильних труб.



1 – корпус; 2 – лопатка

Рисунок 1.1 – Загальний вигляд лопаткового центратора

Дані центратори призначені для калібрування ствола свердловини по діаметру долота, покращення умов роботи долота, зменшення кривизни свердловини.

Основними технічними вимогами на виготовлення лопаткового центратора є:

- дотримання розмірів в межах допусків вказаних на кресленнях;
- дотримання правильності форми виробу згідно креслень;
- дотримання встановленої технології виготовлення виробу.

Матеріал виробу високолегована хромонікелева аустенітна сталь марки 12Х18Н10Т.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Сталь 12Х18Н10Т корозійностійка, жаростійка і жароміцна високолегована сталь. Дану сталь застосовують для створення конструкцій, які можуть працювати в середовищах досить агресивних, оскільки сталь стійка до корозії у звичайних умовах; деталей які помірнонавантажені в мовах роботи при п'ятсот - вісімсот градусів Цельсія у жорстких умовах корозійного окиснюючого середовища, а також деталей під навантаженням, які експлуатуються до десяти тисяч годин при температурах до шістсот граусів Цельсія.

Дана сталь набула широко застосування в хімічному, нафтовому та енергетичному машинобудуванні та ряді інших галузей промисловості.

Хімічний склад та механічні властивості сталі 12Х18Н10Т наведено в таблицях 1.1- 1.2.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 12Х18Н10Т, ГОСТ 5632-72 [1]

| Марка сталі | Вміст елементів, % | | | | | | | | |
|-------------|--------------------|-------|------|--------|--------|-----------|----------|-----|-----|
| | C | Si | Mn | P | S | Cr | Ni | Ti | Cu |
| 12Х18Н10Т | ≤0,12 | ≤ 0,8 | ≤2,0 | ≤0,035 | ≤ 0,02 | 17,0-19,0 | 9,0-11,0 | 0,8 | 0,3 |

Таблиця 1.2 – Механічні властивості для сталі 12Х18Н10Т, ГОСТ 25054-81 [1]

| Марка сталі | Стан постачання | Переріз, мм | σ_T , МПА | σ_B , МПА | δ_5 , % |
|-------------|--|-------------|------------------|------------------|----------------|
| | | | не більше | | |
| 12Х18Н10Т | Поковка, гартування 1050-1100 °С вода, або повітря | до 1000 | 196 | 510 | 35 |

Однією з важливих властивостей сталей є їх добра зварюваність та утворення рівномірних зварних конструкцій металу шва та основного металу.

Основними складностями при зварюванні даної групи сталей є [2, 3]:

- багатокomпонентне легування;
- попередження утворення в швах і біляшовній зоні гарячих тріщин;
- усадка аустенітних сталей та коефіцієнт їх лінійного розширення більший, ніж при зварюванні низьколегованих вуглецевих сталей. Тому зварні конструкції отримують значні внутрішні зварювальні напруження.

Визначальним фактором, який впливає на зварюваність легованих сталей є їх структура. Приблизне визначення характеру структури сталі проводять за діаграмою Шефлера (рис. 1.2) [4]. Для цього необхідно попередньо визначити еквівалентний вміст в сталі нікелю та хрому.

Еквівалентний вміст хрому та нікелю розраховують за формулами [4]:

$$Ni_{екв} = \% Ni + 30 \cdot \% C + 0.5 \cdot \% Mn; \quad (1.1)$$

$$Cr_{екв} = \% Cr + \% Mo + 1.5\% \cdot Si + 0.5\% \cdot Nb. \quad (1.2)$$

Проведемо розрахунок для визначення еквівалентного вмісту нікелю та хрому.

$$Ni_{екв} = 11 + 30 \cdot 0,12 + 0,5 \cdot 2,0 = 15,6 \%;$$

$$Cr_{екв} = 19 + 1,5 \cdot 0,8 + 0,5 = 20,7 \%.$$

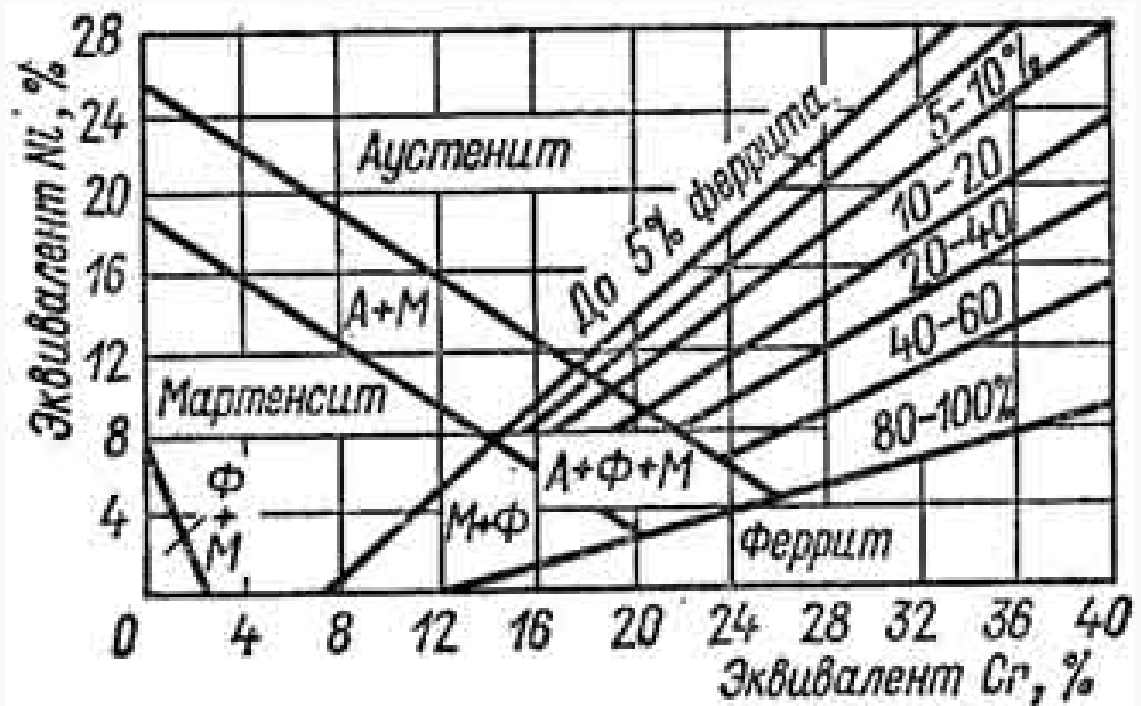


Рисунок 1 2 – Діаграма Шефлера

Підставивши отримані значення у діаграму Шефлера встановлюємо, що дана сталь має аустенітну структуру.

Достатній запас аустенітності унеможлиблює фазові перетворення в структурі сталі при її нагріванні та охолодженні під час зварювання. Можливе лише карбідне та інтерметалідне затвердіння [2]. Утворення холодних тріщин в шві та навколошовній зоні, можливо попередити попереднім підігріванням сталі до температури 250-550 °С.

Також слід зауважити, що у випадку роботи вузлів із аустенітних сталей в умовах відсутності активних середовищ та за температури не вище 500 °С аустенітні сталі можуть не піддаватися подальшому термічному обробленню [3].

1.3 Вимоги до матеріалу виробу та напівфабрикатів, які використовуються для виготовлення зварного виробу

Вибір марки сталі для виготовлення зварної конструкції повинен виконуватися з врахуванням [5]:

- 1) приналежності зварної конструкції до визначеного класу;
- 2) зварюваності сталі;
- 3) економії матеріалів.

Якісні характеристики та показники матеріалів мають бути у відповідності до наступних вимог:

а) всі вихідні матеріали повинні бути пройти сертифікацію від підприємства виготовлювача чи мати супровідні паспортні документи;

б) матеріали на вході без сертифікації не мають допускатися до роботи з ними без тестування на відповідність фізико-механічними властивостям;

в) матеріали для зварювання мають відповідати стандартам та контролюватися за хімічним складом та величиною вологості, оскільки такі відхилення можуть стати причиною невіривного браку;

г) матеріали для зварювання постачаються та складуються за окремими марками лише у сухому закритому складі;

д) усі заготовки металів повинні поставлятися без дефектів, що можуть знизити їх експлуатаційні властивості;

е) якщо матеріали мають певні виправні дефекти, їх потрібно видаляти шляхом шліфування або вирізання;

є) категорично не допустимо використовувати зварювальні електроди з оксидними плівками та масляними забрудненнями.

1.4 Вимоги до геометричної форми та розмірів виробу

На несучу здатність зварної конструкції, а також на її економічність суттєво впливають підготовлені зазори між кромками деталей, ступінь

очищення їх від бруду, іржі та плівок.

Розміри виробу створені під час проектних робіт мають бути збережені під час його виготовлення. Для вирішення даного завдання встановлюються певні обмеження та вимоги:

- під час технічної підготовки враховують виробничі можливості та корегують розробку;
- дотримуються усіх допусків та посадок під час виготовлення проміжних деталей, заготовок на етапах виготовлення та складання;
- дотримуються стандартних форм виготовлення зварювальних кромок та усіх допусків розмірів;
- дотримуються усіх технологічних рекомендацій щодо оброблення деталей до, під час та після зварювання з метою зменшення впливу термодформаційного впливу зварювання.

1.5 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Стан поверхні зварного шва має своєрідний вид для різних способів зварювання, а також для просторового положення, в якому виконується зварювання.

Тому до ЗЗ ставлять наступні вимоги:

- дотримання форми і розмірів швів у відповідності до технічних умов, вказаних на кресленнях;
- застосування сталей для зварювання із багатокомпонентним легуванням з метою забезпечення необхідних фізико-механічних показників, характеристик та властивостей для металу шва, а також корозійної стійкості, жароміцності та жаростійкості у відповідності із властивостями основного металу;
- проведення умов, що приводять до дрібнозернистості структури первинної кристалізації.

- обмеження вмісту в основному та зварювальних матеріалах сірки, фосфору, водню;
- зварювання на параметрах, які б зменшували величину внутрішніх напружень у швах та ЗТВ.

1.6 Вимоги до складання

Заготовки перед складанням проходять рихтування та правлення. Відхилення від площинності та прямолінійності не повинно перевищувати три міліметри на один метр. Поверхні які дотикаються під час складання повинні бути чистими.

Не допускаються до зварювання ті деталі, що мали термічне оброблення чи нанесення плівок та покриттів.

Збирання заготовок виробів під зварювання має проходити на розроблених спеціально складально-зварювальних пристосуваннях.

При проектуванні основних розмірів технологічної оснастки для зварювальних робіт важливо врахувати температурні деформування, що відбуваються при зварювальних операціях.

Під час складальних операцій контролюються допустимі зазори для кромок відповідно до стандартних вимог та вимог ОСТ 23.1.466-78.

Методи складання складальних одиниць лопаткового центратора для проведення зварювальних робіт мають давати зазначене на кресленнях та у документації спряження елементів, деталей та поверхонь та не запобігати переміщенню зварювальних пальників до створених стиків згідно техпроцесу.

Важливо дотриматися у відповідності до стандартів та креслень розмірів зварного з'єднання, у тому числі розмірів кромок та зазорів між деталями.

При проведенні прихоплювань на етапі монтажних та складальних робіт витримують ретельно місця та послідовності проведення точкового зварювання для фіксації деталей.

Усі кромки та сусідні поверхні під зварювання спочатку зачишаються шліфуванням полосами із відповідною шириною (більше 15 мм) так, щоб поверхня видавала металевий блиск. Кромки на всю довжину повинні зберігати прямолінійність та не мати глибоких рисок більше як півміліметра. Важливо забезпечити допустимі відхилення від паралельності спряжених деталей відповідно стандарту. При стягуванні деталей під необхідні розміри не повинно відбуватись зміцнення матеріалу. Закріплення кромок зварюваних елементів має бути виконане на спеціальному складальному устаткуванні.

Виконання кромок та підготовки зварювальних поверхонь проводяться механічним способом, наприклад кромкорізом, або через термічне різання з токарною, фрезерною чи абразивною обробкою. Глибина різання вказується у технічних умовах виробу в залежності від загартовуваності конкретної марки сталі.

1.7 Вимоги до якості зварювання виробу

Якість продукції згідно ГОСТ 15467-79 є сукупністю властивостей продукції, які визначають її здатність задовільнити необхідні вимоги відповідно призначення.

Під час технологічного проектування операцій головне зберегти високу якість та зменшити поперечні перерізи зварних швів та пришовних ділянок. Необхідні якісні характеристики можна отримати лише зберігаючи вільний доступ обладнання до місць зварювальних операцій. Отримані ЗЗ повинні володіти достатньою експлуатаційною міцністю та надійністю за умови навантаження та певного циклічних його змін у визначеному середовищі протягом терміну експлуатації. При цьому має зберігатися рівномірність металу шва та основного металу ЗЗ.

Допускається наявність у ЗЗ ділянок виправних дефектів, але їх величина не може бути більшою 15% від загальних довжин та розмірів ЗЗ.

У ЗЗ не мають бути виявлені дефекти, такі як:

- тріщини в зварних швах і в ЗТВ;
- пори на поверхні шва;
- пропали, подрізи, напливи і непроварення кореня шва.

1.8 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення виробу

Базовий техпроцес лопаткового центратора має рад недоліків. Зокрема:

- зварні з'єднання створюються ручним дуговим зварюванням неплавким електродом в середовищі захисного газу, що суттєво знижує продуктивність виробництва. Усунути даний недолік можна шляхом заміни ручного способу зварювання на автоматичний спосіб зварювання в середовищі захисних газів.

- в якості технологічної оснастки, використовують двостійкові центратори, які не мають можливості автоматичного обертання виробу навколо власної осі. Обертання заготовки центратора здійснюється в ручну, що суттєво ускладнює техпроцес виготовлення центратора, знижує рівень механізації та продуктивності виробництва.

- встановлення заготовки та виймання готового виробу утруднене, використовує значну кількість ручної праці, оскільки встановлення та надійне закріплення виробу здійснюється із двох кінців виробу.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Щоб надати рекомендації, щодо вибору технології зварювання деталей лопаткового центратора необхідно врахувати наступні фактори: техноекономічні вимоги до ЗЗ; зварюваність металу; задану продуктивність; можливість заміни ручної праці; безпечність і нешкідливість роботи; вартість обладнання і матеріалів.

Зварювальні роботи, що проводяться плавким електродом, становлять більше сімдесяти відсотків від усіх зварювальних робіт через високу ступінь універсальності та отримання необхідної якісних показників зварних швів. Для захисту зварювальної ванни використовують середовища розплавленого флюсу чи захисного газу (інертного чи активного). Через простоту виконання зварювання із газовим захистом набуло широкого поширення у промисловості.

Застосування різних видів способів зварювання визначається не лише їх можливістю створити якісне нероз'ємне зварне з'єднання, але і можливістю здійснити цей спосіб у автоматичному режимі. До способів напіваавтоматичного зварювання, де автоматизуються лише операції подачі присадного металу, його переміщення та подачі захисного середовища часткового відносять зварювання у захисному газі та під флюсом. Проте і дані способи мають різну ефективність та обмеження щодо застосування у конкретних умовах виробу. Застосування повністю автоматизованих способів зварювання вимагає ретельного проведення технологічної підготовки проекту виробу з метою уникнення складних важкодоступних місць для з'єднань, проведення зварювання в усіх просторових положеннях, врахування застосування спеціальної оснастки та пристосувань. Навіть із застосуванням робототехніки, зміна положення зварювальної ванни відіб'ється на властивостях металу шва.

Для проведення зварювання швів лопаткового центратора, можна застосувати зварювання неплавким, плавким електродами в середовищі інертних газів, а також під флюсом.

Оскільки, необхідно виконувати криволінійні шви невеликої протяжності, операції під флюсом є нераціональними. Крім того, неможливо візуально слідкувати за переміщенням кінця електроду.

Зварювання в середовищі аргону можливо проводити, як з використанням неплавкого так і з використанням плавкого електродів [6].

До переваг застосування способу зварювання неплавким електродом відносять:

- високу стійкість дуги незалежно від полярності струму;
- можливість отримання металу шва з частковим переплавом основного металу від 0 до 100%;
- регулювання хімічного складу металу зварного шва та геометричних параметрів зварного шва через зміну швидкості подачі і куту нахилу електроду, профілю, марки присадного дроту.

До недоліків способу можна віднести:

- низьку ефективність використання електричної енергії (коеф. корисної дії 0,40 - 0,55 %);
- додаткове початкове збудження дуги;
- висока швидкість охолодження ЗЗ.

Серед областей застосування зварювального способу неплавким електродом можна відмітити: зварювання тонких листів, зварювання різнорідних сталей, кольорових металів та їх сплавів; можливе отримання зварних з'єднань з достатньо високими властивостями при зварюванні різнорідних металів.

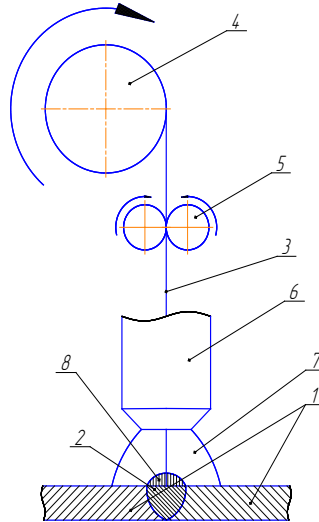
Застосування плавкого електродного дроту дозволяє підняти продуктивність зварювальних робіт, зменшити відходи електродів на недогарки, покращити захист ванни розплавленого металу, позбутися шлакової проблеми, збільшити кількість просторогих положень для

зварювання. Проте, серед основних недоліків слід зауважити розбризкування електродного металу, збільшення температури дуги та інтенсивності випромінювання, використання джерел лише постійного струму. Застосування захисних інертних газів значно підвищує стабільність дуги, знижує розбризкування та забезпечує невелике вигорання легувальних елементів, особливо при зварюванні легованих сталей. Велика концентрація теплоти зменшує зону термічного впливу.

Для зварювання лопаткового центратора можемо використати автоматизоване зварювання плавким електродом в аргоні. У такому випадку, зможемо уникнути надмірного перегрівання металу і отримати високу продуктивність зварювання. Серед додаткового переваг такого комбінованого способу отримаємо підвищення тепловкладу дуги у зону зварювання, зменшення структурних перетворень на ділянках термічного впливу, зменшення деформування та залишкових напружень, забезпечення необхідної продуктивності та якості зварюваної поверхні, покращення умов праці робітників.

При зварюванні плавким електродом у аргоні на зворотній полярності можна отримати процеси масоперенесення з крупнокрапельним, струменевим та імпульсно-струменевим перенесення крапель електродного металу. Можливість струменевого масоперенесення підвищує швидкість розплавлення електроду в півтора рази, значно зменшуючи при цьому бризкання металу. Такі підвищення ефективності відбуваються скачкоподібно при струмах вище критичного, наприклад для зварювання сталі X18H10T при діаметрі електродного дроту 2 мм, сила критичного струму починається із 280 А. Дуга при цьому горить стабільно та безперервно. Збільшення діаметру електроду приводить до збільшення критичних струмів переходу до струменевого процесу масоперенесення.

Схематичне зображення автоматизованого зварювання плавким присадним дротом в середовищі аргону показано на рисунку 2.1.



1- зварювані деталі; 2 - зварний шов; 3 - зварювальний дріт; 4 - котушка з електродним дротом; 5 - подаючі ролики; 6 - пальник; 7- захисний газ; 8 - зварювальна дуга

Рисунок 2.1 - Схема автоматичного зварювання плавким електродом в аргоні

Отже, для зварювання лопаткового центратора використовуємо спосіб автоматизованого зварювання плавким електродом в інертному газі (аргоні).

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Для зварювання лопаткового центратора основними зварювальними матеріалами є – зварювальний дріт та захисний газ.

При зварюванні хромонікелевих аустенітних сталей як захисні гази використовують аргон та вуглекислий газ, а також їхні суміші. Застосування інертних захисних газів добре стабілізує дугу. Крім того, значна відмінність у теплофізичних властивостей захисних газів змінює теплову ефективність дуги та умови введення теплоти в зварювані кромки, що тим самим значно розширює технологічні властивості дуги. Зварювання в аргоні дозволяє створювати зварний шов з однаковим зімічним складом, а отже і рівною міцністю як в основного металу. Хімічний склад для металу зварного шва

можна коректувати за рахунок зміни зварювального дроту та переплаву основного металу для утворення металу шва.

При зварюванні методом розплавлення електроду виникає можливість зміни характеру металургійного впливу за рахунок значної зміни складу захисної атмосфери, наприклад створюючи окисних умов в дузі шляхом застосування сумішей газів, які містять кисень, вуглекислий газ та ін.

Аргон є інертним газом, який з більшістю елементів не створює хімічних з'єднань. В металах є нерозчинним ні в рідкому, ні в твердому їх станах, що є доброю перевагою проти пороутворення у зварних з'єднаннях. Це неотруйний газ, проте у півтори рази важчий, ніж повітря. Аргон є найпоширенішим газом для створення основи захисного середовища для усіх матеріалів. Аргон отримують з повітря через вибіркоче випаровування та фрикційну перегонку.

Аргон випускають трьох марок з різним вмістом залишкових газів кисню та азоту. Хоча кисень і випалюють спалюванням водню в аргоні, проте у залишку є від 0,1 до 0,01 % азоту, кисню та вологи. Для зварювання нержавіючих сталей дозволяється використовувати аргон з вмістом кисню до 0,005%. Проте для зварювання вуглецевих сталей до захисної атмосфери вводять спеціально кисень для підвищення температури луги та додаткового спалювання розчиненого водню у металі шва.

Таблиця 2.1 - Склад газу аргон (ГОСТ 10157-79)

| Показник | Марка | | |
|---|--------|--------|--------|
| | вищий | перший | другий |
| Об'ємна частка Ar, %, не менше | 99,993 | 99,987 | 99,95 |
| Об'ємна частка O ₂ , %, не більше | 0,0007 | 0,002 | 0,005 |
| Об'ємна частка N ₂ , %, не більше | 0,005 | 0,01 | 0,04 |
| Масова концентрація парів H ₂ O, не більше | 0,007 | 0,01 | 0,03 |

В нашому випадку при зварюванні високолегованої сталі марки 12X18H10T, яка містить легкоокислювані елементи (титан), слід

використовувати лише аргон вищого сорту та вести процес зварювання з високою густиною струму.

Обираючи зварювальний присадний дріт враховують багатокомпонентний легуючий склад зварюваної сталі та роботу матеріалу у важких умовах при температурі до 600 °С. Тому зварювати такі сталі необхідно зварювальними дротами, які забезпечують присутність у металі шва 1-2% феритної фази (для зменшення гарячих тріщин). Тому в нашому випадку ми використовуємо аустеніто-феритний електродний дріт Св-01Х19Н9 із регламентованою кількістю δ -Fe.

Хімічний склад та механічні властивості металу зварювального дроту марки Св-01Х19Н9 наведений в таблицях 2.2 та 2.3.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад присадного матеріалу Св-01Х19Н9, %, ГОСТ 2246-70 [7]

| C | Si | Mn | Cr | Ni | S | P |
|-------|-------|-----|-----------|------|--------|--------|
| | | | не більше | | | |
| ≤0,03 | 0,5-1 | 1-2 | 18-20 | 8-10 | ≤0,015 | ≤0,025 |

Таблиця 2.3 – Механічні властивості присадного матеріалу Св-01Х19Н9, ГОСТ 2246-70 [7]

| Межа міцності, МПа | Межа пластичності, МПа | Відносне видовження, % | Ударна в'язкість KCV (20°C), Дж/см ² |
|--------------------|------------------------|------------------------|---|
| 645 | 450 | 36 | 170 |

2.3 Розрахунок параметрів режиму зварювання (ПРЗ)

Проведемо розрахунок основних ПРЗ лопаткового центратора для кутових швів типу Т2. Зварювання буде вестися швами в човник – з катетом 10 мм.

Схематичне зображення 33 Т2 згідно ГОСТ 14771-76 при зварюванні в човник показано на рисунку 2.3.

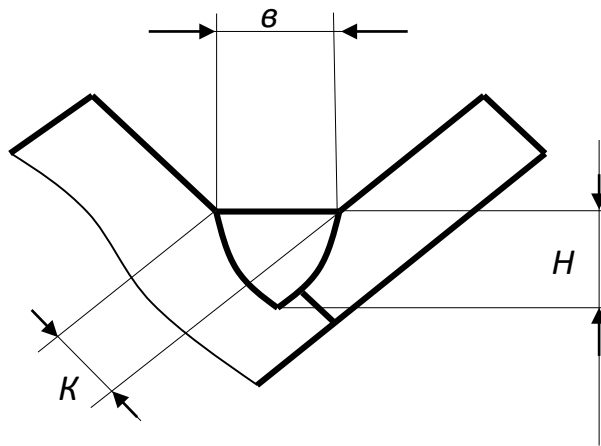


Рисунок 2.2 - Схема 33 У2 згідно ГОСТ 14771-76

Для розрахунку ПРЗ маємо в першу чергу забезпечити отримання заданого катету шва K , не допустити перегрівання основного металу з метою зменшення зони структурних перетворень. Зварювання у захисному газі ведуть лише на постійному струмі та використовують зворотну полярність [2].

Проводимо розрахунок ПРЗ [2, 8] так, щоб зварювання виконати за три проходи з площею металу наплавленого шару 18 мм^2

Площа у поперечному перерізі шва з катетом 10 мм рівна:

$$F_H = K^2/2, \quad [6, 7] \quad (2.1)$$

де K – катет шва, мм .

$$F_H = 10^2/2 = 50 \text{ мм}^2$$

Зварювання виконуємо в 3 проходи. Перший прохід повинен здійснити проварювання кореня та забезпечити катет 6 мм .

Визначимо площу поперечного перерізу наплавленого металу за один прохід за формулою (2.1):

$$F_H = 6^2/2 = 18 \text{ мм}^2$$

Висота наплавленого металу:

$$h_H = \sqrt{F_H}, \quad [6]; \quad (2.2)$$

$$h_H = \sqrt{18} \approx 4 \text{ мм}^2 .$$

Ширину шва визначаємо за формулою:

$$e = \sqrt{2K^2}, \quad (2.3)$$

$$e = \sqrt{2 \cdot 6^2} \approx 8,5 \text{ мм}.$$

Визначаємо загальну висоту шва:

$$H = e / \psi_{\text{пр}}, \quad [6] \quad (2.4)$$

$\psi_{\text{пр}}$ – коефіцієнт форми проплавлення; $\psi_{\text{пр}} = 0,8$ [8];

$$H = 8,5 / 0,8 = 10,5 \text{ мм}.$$

Глибина проплавлення основного металу :

$$h_0 = H - h_H, \quad [2] \quad (2.5)$$

$$h_0 = 10,5 - 4 = 6,5 \text{ мм}.$$

Визначаємо силу струму:

$$I_{\text{зв}} = (h_0 / K_{\text{п}}) \times 100, \quad [8] \quad (2.6)$$

де $K_{\text{п}}$ – коефіцієнт пропорційності, $K_{\text{п}} = 1,75$,

$$I_{\text{зв}} = (10,6 / 1,75) \times 100 = 370 \text{ А} .$$

Приймаємо силу струму 370 А.

Діаметр електродного дроту:

$$d_{\text{ел}} = 1,33 \sqrt{\frac{I_{\text{зв}}}{j}}, \quad [8] \quad (2.7)$$

де j – густина струму, А/мм²; приймаємо $j = 130$ А/мм² [2].

$$d_{\text{ел}} = 1,33 \sqrt{\frac{370}{130}} = 2,3 \text{ мм};$$

Діаметр електрода берем рівним 2,0 мм.

Напруга на дузі :

$$U_d = 20 + \frac{50 \times 10^3}{\sqrt{d_{\text{ел}}^{0.5}}} \cdot I_{36} \pm 1, \quad [6] \quad (2.8)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 370}{1000 \cdot \sqrt{2}} = 33 \text{ В} \pm 1.$$

Швидкість подачі електродного дроту :

$$V_{\text{п.е.}} = \frac{\alpha_n \cdot I_{36}}{\pi \cdot d_{\text{ел}}^2 \cdot j}, \quad [8] \quad (2.9)$$

де j – густина металу електродного дроту ($j = 7800 \text{ кг/м}^3$);

λ_n – коефіцієнт наплавлення металу, кг/Ахгод.

Приймаємо $\alpha_n = 12 \times 10^{-3} \text{ кг/А} \times \text{год}$ [9].

$$V_{\text{п.е.}} = \frac{3 \cdot 12 \times 10^{-3} \cdot 370}{3.14 \cdot 0.002^2 \cdot 7800} = 135 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{\text{п.е.}} = 135 \text{ м/год.}$

Швидкість зварювання :

$$V_{\text{зв}} = \frac{\alpha_n \cdot I_{36}}{F_n \cdot j}, \quad [2] \quad (2.10)$$

$$V_{\text{зв}} = \frac{12 \times 10^{-3} \cdot 370}{18 \times 10^{-6} \cdot 7800} = 31 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{\text{зв}} = 31 \text{ м/год.}$

Аналогічно проводимо розрахунок ПРЗ для наступних проходів з огляду на те що при кожному проході площа наплавленого металу становить 18 мм^3 .

Виліт електрода 10-15 мм. Витрати захисного газу $Q_r = 2,5 \times 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$ [10].

В таблиці 2.4 зведено розрахункові ПРЗ лопаткового центратора.

Таблиця 2.4 – Режими зварювання лопаткового центратора

| Сила струму $I_{зв}$ | Напруга на дузі $U_d, В$ | Діаметр дроту $d_e, мм$ | Швид. звар. $V_{зв}, м/год$ | Швидкість подачі дроту $V_{п. д.}, м/год$ | Витрати захисного газу $м^3/с$ |
|----------------------|--------------------------|-------------------------|-----------------------------|---|--------------------------------|
| 370 | 33 | 3.0 | 31 | 135 | $2,5 \times 10^{-4}$ |

2.4 Вибір і основного зварювального устаткування

Особливістю обладнання для автоматизованого процесу зварювання в інертному газі відрізняється вузлами та різними пристроями, призначеними для захисту від впливу повітря як розплавленого основного металу так і металу присадного дроту. На практиці це реалізується конструкцією пальника та організацією захисту високотемпературної зони зварювання.

Технологічний процес обраного способу зварювання у аргоні визначає і вимоги до джерела живлення [11], щодо дотримання струму, напруги, статичні та динамічні параметри ВАХ. Пряма полярність процесу зварювання дає крупнокрапельний режим та втрати металу на бризки, погіршує краплями металу поверхню шва та основного металу. Зворотня полярність дозволяє зменшити таке розбризкування та проводити зварювання на менших величинах струму. Оскільки у автоматичному процесі зварювання задіюється принцип саморегулювання дуги, то необхідно обирати джерело постійного струму із жорсткою чи зростаючою ВАХ.

При виготовленні лопаткового центратора використовуємо зварювальний автомати типу АДСП-2, обладнаний зварювальною головою АГП-2. Джерело живлення універсальний зварювальний випрямляч ВДУ-504.

Автомат АДСП-2 тракторного типу призначений для автоматичного зварювання кільцевих, поздовжніх швів на постійному струмі для сталей і сплавів. Автомат складається із самохідного візка на якому кріпиться

зварювальна головка типу АГП-2, пульт управління та апаратна шафа. Електрична схема дає можливість плавно переміщувати подачу зварювального дроту та швидкість переміщення. Плавне регулювання подачі дроту здійснюється шляхом зміни оборотів двигуна. Швидкість зварювання є не залежною від напруги дуги. Особливістю даного автомату є те що в тих випадках коли немає необхідності в переміщенні ходового візка є можливість окремого використання зварювальної головки в комплекті із шафою управління та мобільного пульта управління. Що в нашому випадку буде використано при комплектації стенду для зварювання лопаткового центратора.

Технічна характеристика автомату АДСП-2 та зварювальної головки АГП-2 наведено в таблиці 2.5 [12].

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика автомату АДСП-2 та зварювальної головки АГП-2

| Технічна характеристика | АДСП-2 | АГП-2 |
|---|-----------------|-----------------|
| Номінальна сила зварювального струму, А | 400 | 400 |
| Діаметр електродного дроту, мм | 1,0 ... 2,5 | 1,0 ... 2,5 |
| Швидкість подачі електродного дроту, м /год | 100-800 | 100-800 |
| Швидкість зварювання, м/год | 10-80 | 10-80 |
| Габаритні розміри, мм | 560×600× 480 | 300×600 ×440 |
| Маса подаючого пристрою, кг | 63 | 24 |

Обираємо відповідно до рекомендацій зварювальний випрямляч ВС – 450 (таблиця 2.6), що має жорстку зовнішню ВАХ та ступінчато-плавне регулювання напруги . До його складу входить трансформатор з нормальним магнітним розсіюванням та трифазний дросель насичення [13]. Робочі обмотки дроселя включені до випрямляча [14]. Потужність випрямляча обираємо, щоб зменшити енерговитрати.

Таблиця 2.6 – Технічна характеристика зварювального випрямляча ВС – 450 [15]

| Технічна характеристика | Показник |
|---|-------------|
| Номінальна сила зварювального струму, А | 450 |
| Номінальний режим роботи при ПВ, % | 65 |
| Номінальна робоча напруга, В | 38 |
| Межі регулювання сили зварювального струму, А | 30...450 |
| Первинна потужність, кВ · А | 20,5 |
| ККД, | 83 |
| Габаритні розміри (довжина × ширина × висота), мм | 610×685×915 |
| Маса, кг | 185 |

В якості допоміжного зварювального обладнання використовуємо складально-зварювальний стенд в комплект якого входить ділильна головка, яка приводиться в рух від електродвигуна через клинопасову передачу та трьохкулачкового патрона.

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

При контролі якості зварної конструкції потрібно вибрати такий метод, який би забезпечував техніко-економічну ефективність, зручність проведення робіт та забезпечував виявлення всіх можливих дефектів при зварюванні. Щоб обрати вид контролю враховуємо товщину зварного шва та основного металу, матеріал, доступність ділянки контролю, види та розміри можливих дефектів.

Зовнішній оглядовий контроль складеної до зварювання конструкції проводять щоб перевірити:

- відповідність деталей та підготовлених кромок;
- якість обробки зварюваних кромок;
- відсутність бруду, оксидів, масел та інших забруднень;

Розміщення прихоплювань та деталей приспосіблень.

Для контролю якості лопаткового центратора використовували візуально-оптичний метод контролю якості ручною лупою та ультразвукову дефектоскопію [16].

При візуально-оптичному методі якості перевіряли якість формування швів, відсутність дефектів, відхилення розмірів зварної конструкції. Для контролю якості використовують ультразвуковий дефектоскоп типу УД2-13.

Ультразвукову дефектоскопію можемо проводити з використанням ехо-імпульсного способу виявлення дефектів.

2.6 Технологічний процес виготовлення лопаткового центратора

Технологічний процес лопаткового центратора складається з заготівельних, складальних, зварювальних, опоряджувальних, допоміжних та контрольних операцій. Технологія виготовленні лопаткового центратора передбачає приварювання спіральних лопаток до корпусу центратора. Всього приварюється 3 лопатки кутовими двобічними швами з катетом 10 мм. Приварювання лопаток проводиться тавровим з'єднанням без розроблення кромки Б-переріз, рисунок 1.1. Розроблення кромки реалізується лише в нижній частині лопатки з метою повного проплавлення кореня шва від В рисунок 1.1.

Заготовки для виготовлення лопаткового центратора виготовляють із сортового прокату-круга та листової сталі.

Розмічування проводимо ручним безшаблонним методом, за проєкційними кресленнями на поверхні розмічування.

Різання заготовок здійснюють механічним способом з використанням токарних та розпилювальних верстатів. Механічний спосіб порізки прокату використовують з метою недопущення вигорання легуючого матеріалу та структурних перетворень в металі.

Механічне оброблення кромок проводять на кромкостругальних верстатах [5]. Це здійснюється для:

- забезпечення необхідної точності складання;
- оброблення фасок складної форми;
- підготовлення кромок катанки здійснюється на розпівочних машинах.

Очищення поверхні металу складається з слідуєчих операцій: видалення фарби, мастил та інших забруднень; кінцеве обезжирення; видалення окисних плівок; пасивування поверхні; промивання; сушіння. Мастило, фарбу та інші забруднення видаляють металевими щітками, протиранням тканиною. Кінцеве обезжирення проводять розчинниками. Перед складанням заготовки промивають і сушать.

Зібрана зварювана конструкція має мати відповідну жорсткість, щоб протистояти деформаціям у ході виконання операцій техпроцесу.

Складання вузлів центратора проводимо за кресленнями на одному скаладальному місці, у складально-зварювальному пристосуванні – стенді. Використання складально-зварювального стенду дозволить проводити операції виготовлення лопаткового центратора без додатного переміщування виробу, що підвищить точність розмірів.

Складальні операції проводимо в такій послідовності:

- а) встановлюємо корпус лопаткового центратора встановлюємо у складально-зварювальний стенд;
- б) фіксацію корпусу здійснюють за допомогою трьохкулачкового патрона;
- в) послідовне закріплення та прихвачування кожної спіральної лопатки.

Обертання корпусу центратора здійснюють з ділильною головкою;

Для якісного і продуктивного виконання зварювальної операції потрібно забезпечити:

- а) оптимальні зазори після складання стиків;
- б) забезпечення умов вільного доступу пальника до зони зварювання;

в) раціоналізація проведення операцій складання та зварювання у певній послідовності;

г) визначення положення зварюваних кромок в просторі і відносного переміщення зварювальних інструментів, [5].

Після складання деталей виконують прихоплення зварюваних вузлів виробу, якщо ж прихоплення виконують в місцях, де шви проектом не передбачені, то після зварювання виробу такі прихоплення потрібно видалити, а поверхні ретельно зачистити. [5]

Перед початком зварювання проводимо налагодження устаткування, подачу аргону, присадного дроту, встановлюємо ПРЖ. Після складання і прихоплювання, проводять зварювання катетом 10 мм.

Після виконання зварювання проводимо зачищення швів від слідів розбрикування із зварюваних поверхонь шляхом ручного шліфування.

При виготовленні лопаткового центратора виконуємо допоміжні налагоджувальні, перевантажувальні та транспортні роботи.

Візуальним оглядом з допомогою ручної лупи продивоюємося шви на присутність дефектів, правильність форми та геометрії, внутрішні дефекти в швах контролюємо ехо-імпульсним ультразвуковим методом..

2.7 Планування зварювальної дільниці

З метою проведення інновацій у механічному цеху на дільниці зварювання необхідно застосувати механізоване та автоматизоване обладнання. Раціональне розміщення устаткування в цеху дозволить зменшити затрати на транспортування деталей та пристосувань, зменшити обсяги ручної праці, підвищити продуктивність та ефективність робіт, забезпечити безпечні умови для працюючих.

Для раціонального розміщення устаткування приймають до уваги послідовність операцій технологічного процесу та компонування місць операцій. Зазвичай розрахунок проводять для паралельних проектів рішень

розміщення обладнання для пошуку кращого варіанту. Для крупносерійного типу виробництва лопаткового центратора можемо застосувати схему розміщення зварювального цеху із змішаними напрямом для виробничого потоку.

Робочі місця для зварювальних і складальних операцій розміщуємо рядами вздовж ряду з колонами з міжосьової відстанню 6 м. Для повздожнього напрямку виробничого потоку уздовж прогону на віддалі 2,5 м від ряду колон розміщуємо кранові рейки із шириною 1.524 м. У компоновальному плані, об'єднуємо осі колон, кранових рейок, підкранових балок із розбивними осями. Торцеві колони зміщуємо досередини цеху відносно головної осі на 0.5 м. Крайні колони зміщуємо досередини прогону цеху. Таке нульове компоновання дозволяє змонтувати мостовий кран в цеху з вантажопідйомністю 30 т.

Робочі місця для складальних і зварювальних операцій розміщуємо рядами по прогоні з дворядним розташуванням та проїздом між ними. Збоку робочих місць відводимо місця для складування. Джерела живлення розміщуємо між колонами, джерела живлення для декількох постів захищаємо сіткою вище 1 м. Ширину проходу приймаємо 1,5 м. Джерела живлення з одним постом встановлюємо на спеціальному містку між колонами в цеху.

Приймаємо наступні межі мінімуму відстані між обробними верстатами (складально-зварювальними стендами), частинами цехової будівлі та розташуванням робочих місць виконання операцій (мінімальна відстань 0,5 м):

- 1) відстань колона-верстат (стенд) до 2.6м;
- 2) відстань пристінна колона – перед верстатом (стендом) до 2.6м;
- 3) відстань колона прогону – перед верстату (стенду) до 2.2 м;
- 4) відстань пристінна колона – фронт верстату (стенду) від 1,2 до 2,4 м;
- 5) відстань колона прогону – фронт верстату (стенду) від 1.8 до 2,2 м;
- 6) відстань між передом і фронтом верстатів від 1.0 до 3.0 м;

- 7) відстань між тилом і боком верстату до 1.6;
- 8) відстань між тилом 2-ох верстатів до 1.6 м;
- 9) відстань між боками 2-ох верстатів до 3.0 м.
- 10) відстань між фронт. для 2-ох верстатів від 2,0 до 3,2 м.
- 11) відстань між фронтами місця обладнання і складання від 1.0 до 1.6 м.
- 12) відстань між 2-ома місцями складання від 1.0 до 1.4 м.
- 13) відстань між тилом місця обладнання і складання від 1.0 до 1.4 м.
- 14) відстань між боками обладнання і місцем складання від 1.0 до 1.6 м.

Перше значення береться для малих розмірів об'єктів компонування а наступне для більших.

Проводимо розрахунки для встановлення обладнання.

Ширина прогону (2.11):

$$B_{\text{пр}} = 2 \cdot (v_1 + v_m + v_2) + v_n, \quad (2.11)$$

де v_1 це відстань від тилу місця роботи до стін до 1.6м;

v_2 це відстань від місця роботи до місця складування до 1,6м;

v_m це ширина місця роботи (стендів) до 1,6м;

v_n це ширина головного проходу до 4 м.

$$B_{\text{пр}} = 2 \cdot (1 + 5,5 + 1) + 3 = 18 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину прогону за стандартизованиим рядом 18 м.

Розраховуємо довжину прогону кратною 6 чи 12:

$$L = l_c + l_1 + n \cdot l_2 + m \cdot l_3 + k \cdot l_4 + l_5, \quad (2.12)$$

де l_c це довжина складування металічних заготовок;

l_1 це відстань від місця складання та роботи до 1.6м;

n, k це к-сть складально-зварювальних робочих місць;

l_2, l_4 це довжини місця роботи $l = l_v + 2,4$ м;

m це к-сть переходів між складально-зварювальними місцями;

l_3 це відстань між між складально-зварювальними місцями, до 2.2м;

l_5 це відстань від тилу обладнання до колонної осі, від 1 до 1.6м.

$$L = 1,1 + 1 + 4 \cdot 4 + 4 \cdot 1,4 + 4 \cdot 4 + 1 = 42 \text{ м}$$

Приймаємо довжину прогону 42 м.

Розраховуємо висоту прогону цеху за розмірами готових виробів, устаткування чи кранів.

Ввисота прогону для крану мостового до головки кранової рейки дорівнює:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7. \quad (2.13)$$

$$H = 6 + 2 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 = 14\text{м.}$$

Отже, приймаємо висоту цеху вищою 14 м.

В результаті отримуємо геометричні розрахункові розміри компоновання устаткування в цеху для його креслення в масштабі. Креслення включають компоновання з сіткою колон, границями розміщення робочих місць та відділень, допоміжних кімнат у цеху, обладнання та їх специфікацію.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Вибір типу пристосувань

З метою зменшення трудомісткості зварювальних операцій у технологічному процесі використовується спеціальне складально-зварювальне устаткування. Це дозволяє скоротити робочий час на якісне виготовлення виробу.

Залежно від призначення операції технології зварювання можемо використовувати як складальні пристрої, так і складально-зварювальні пристосування. На складальних операціях використовуємо зварювання для прихоплювання деталей для їх фіксації. Такі операції виконуються слюсарями – монтажниками конструкцій. На складально-зварювальних операціях проводимо повноцінне зварювання частин виробу. Такі операції проводяться квалфікованими робітниками – зварювальниками. Вибір пристосувань залежить від виробничої програми, якості та точності складальних операцій з витримання необхідних зазорів, виробничих можливості розміщення складальних місць.

Проаналізувавши технологічний процес виготовлення центратора та відсутністю готового складально-зварювального обладнання, що відповідало б всім поставленим вимогам технологічного процесу зварювання, було вирішено сконструювати стенд для обертово-поступального переміщення та зварювання центратора лопаткового. Якщо технологічні операції складання та зварювання проводяться на одному робочому місці, якість виробу буде вищою, оскільки виріб не зазнає деформування внаслідок проміжних повторних установок та транспортування. Стенд для виготовлення центратора (рисунок 3.1) має у складі станину (1), пальник (2) зварювальну головку АГП-2, механізм подачі дроту (14), механізм регулювання (15), стійку (16), консоль (17), платформу (18), кронштейн (19), касету з зварювальним дротом (12),

електродвигун СЛЗ69М за ГОСТ 51137-98, клинопасову передачу (11), ділильну головку (6), муфту (23), ділильний диск (5) та ін.

Для повороту лопаткового центратора на задану величину кута необхідну для виконання зварювання використано ділильну головку. За допомогою ділильної головки можна ділити зварювану деталь по колу на заданий кут і здійснювати закріплення у вибраному положенні.

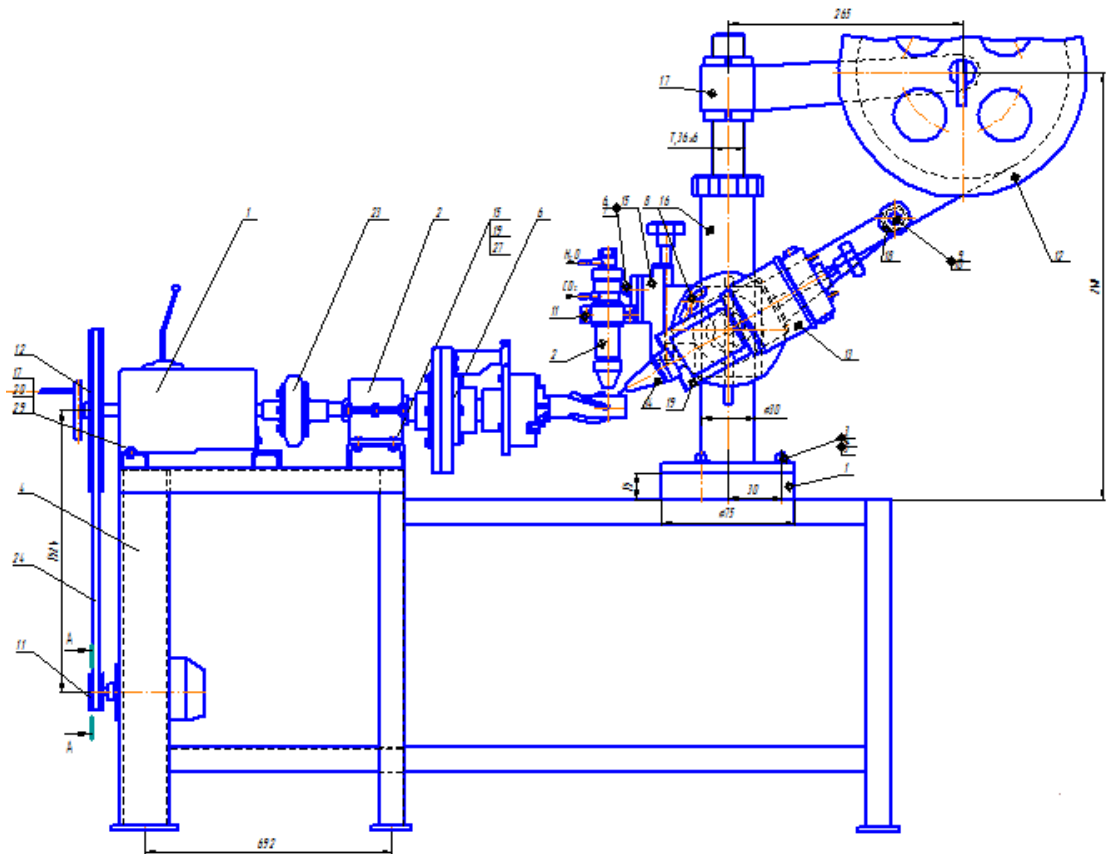


Рисунок 3.1 – Стенд для обертово-поступального переміщення та зварювання лопаткового центратора

В корпусі ділильної головки обертається шпиндель, на кінці якого надітий повідковий патрон 24. В шпинделі головки розміщено центр 16. З лівого боку шпинделя встановлений диск 5, на якому є прорізи. Для фіксації від провороту шпинделя використовується диск 5, диск встановлюється в необхідному положенні при допомозі стопорного важеля, на лівому кінці

якого є виступ, що щільно входить в прорізи диска 5. Для запобігання забруднення головки використовують захисний кожух.

Поздовжнє переміщення зварюваного центратора виконується обертовим рухом маховика, що приводить в рух гвинт, з кроком необхідним для зварювання.

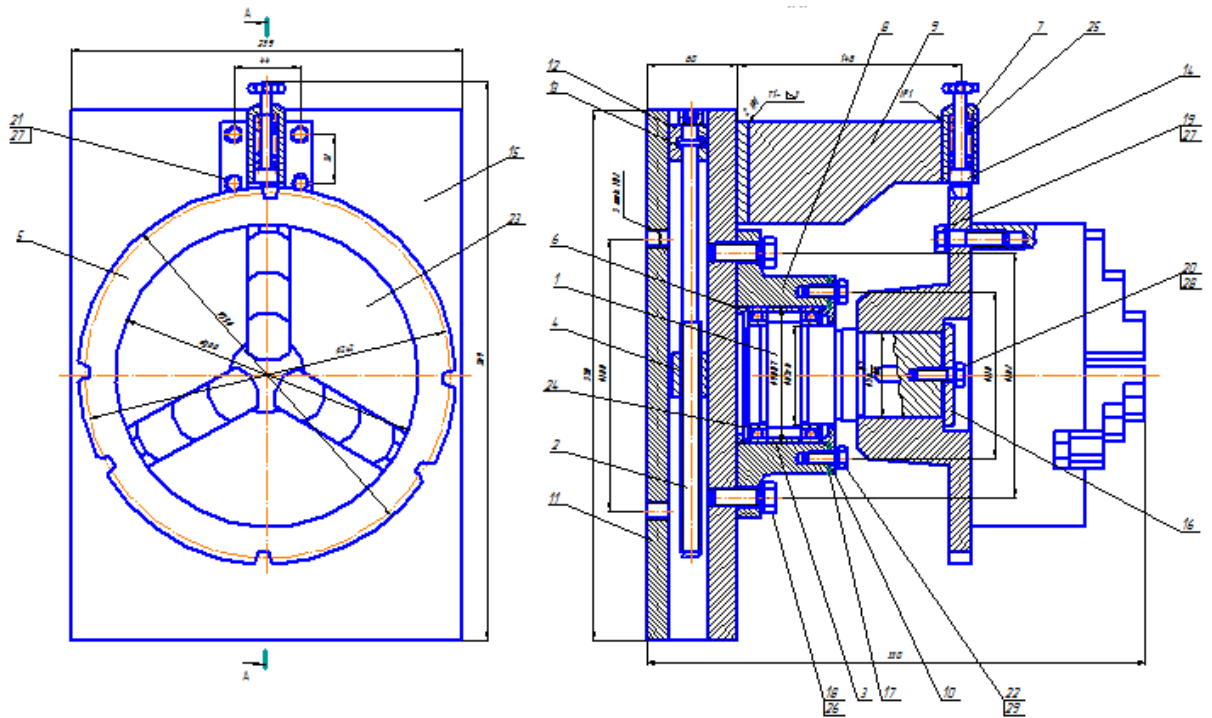


Рисунок 3.2 – Ділильна головка станку

Кожну з операцій переміщення виконують звичайно з однієї установки заготовки, застосовуючи стільки її поворотів, скільки необхідно для повної обробки. Кожен поворот заготовки називається поділом, а частина операції, відповідна повороту заготовки на кожний поділ, називається позицією. Ділильні головки універсального призначення випускають двох типів: з ділильним диском і без ділильного диска.

Колодка головки повертається навколо корпусу на будь-який кут по градусній шкалі колодки і закріплена в обраному положенні. Для відліку величини повороту шпинделя головки, тобто для поділу, служать ділильні диски. Лобовий ділильний диск насаджений на шпиндель головки, і кут повороту диска змінюється у відповідності із кутом повороту шпинделю.

На опорній поверхні основи ділильної головки закріплені дві встановлені паралельно шпинделю шпонки з базовою бічною поверхнею, призначені для установки головки в обертальне пристосування.

Шпиндель змонтований в корпусі на підшипниках кочення і ковзання. Кінці шпинделя розточені на відповідний для моделі головки конус Морзе. В одному кінці шпинделя встановлюється центр, в другому - оправка для диференціального розподілу. Спереду шпинделя міститься зовнішня різьба і центруючий поясок для установки і кріплення фланця з самоцентруючим патроном. На шпинделі встановлено лімб з отворами.

Ділильний диск встановлений на вал на підшипниках ковзання в кришці додаткового приводу. Кришка приводу зафіксована на корпусі і прикріплена гвинтами до основи.

До ділильного диску за допомогою пружини притиснутий обмежувач, що складається з 2-ох рухомих лінійок та одного затискаючого винта, які встановлюють кут сектора для обмеження на диску необхідної кількості отворів при простому діленні. Ділильний диск фіксується в потрібному положенні штифтом-стопором. Ділильна головка кріпиться гвинтами з гайками.

Люнет може входити в комплект приладдя до головки і є опорою для підтримки довгих деталей малого діаметру. У корпусі розташований гвинт з призматичною опорою, що переміщається з допомогою гайки. За допомогою стопорного гвинта опору можна закріплювати на необхідній висоті.

Перед роботою необхідно оглядати ділильну головку, очищати від забруднення всі частини що труться, змащувати їх маслом, перевіряти плавність обертання шпинделя від рукоятки. Раз на два дні необхідно змащувати вал приводу і півцентри. Один раз на місяць проводити зміну масла в корпусі і кришці приводу ділильної головки.

Після закінчення роботи ділильну головку слід ретельно очищати від стружки і охолоджуючої рідини, а її опорні та інші незахищені поверхні

покривати тонким шаром машинного масла. Після роботи ділильну головку необхідно приводити в горизонтальне положення. Якщо робота проводилася з патроном, по закінченні роботи його слід знімати, а кінець шпинделя протирати і змащувати. При роботі контролюють центрувальну частину, не допускають забоїни і подряпини.

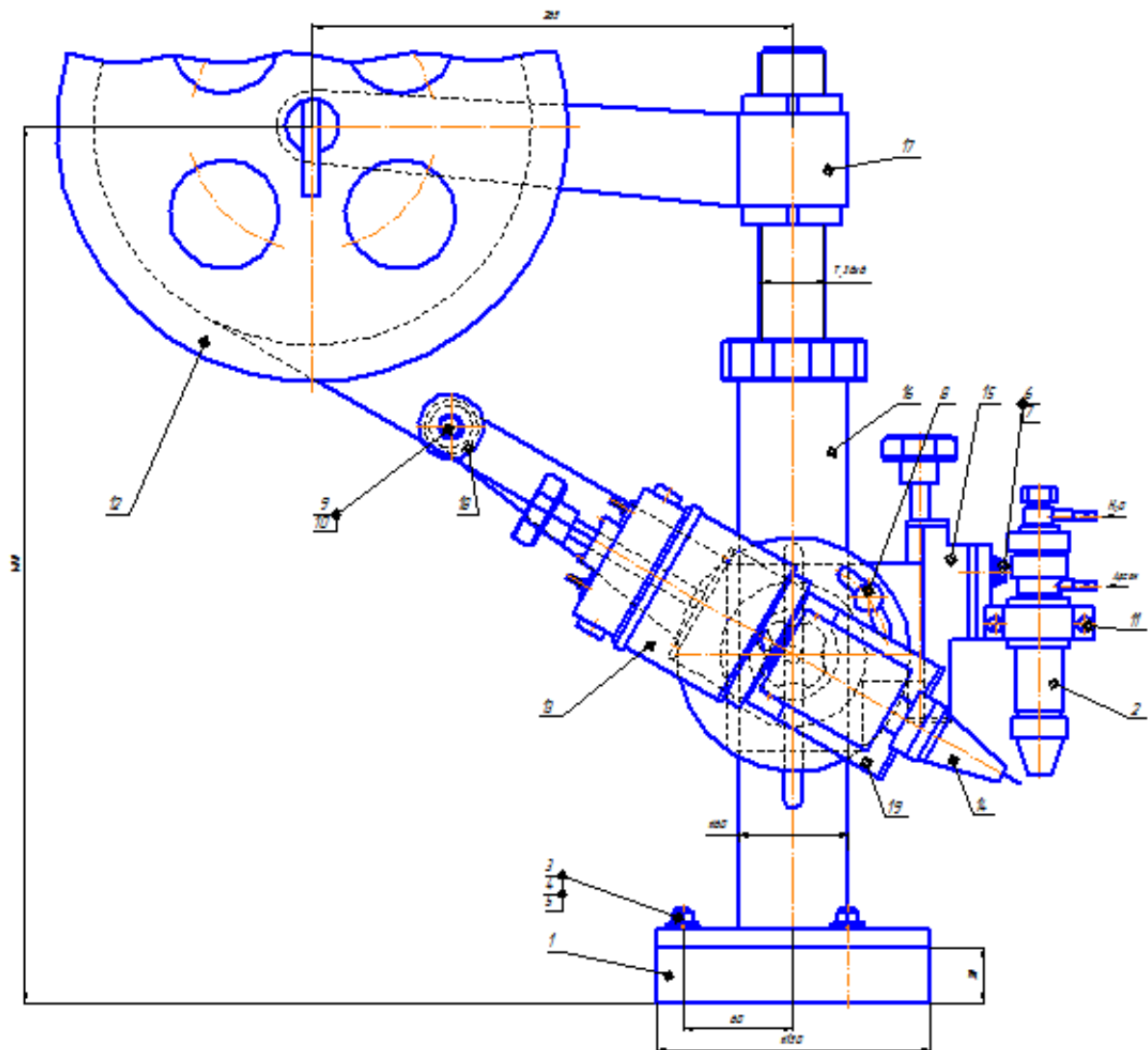


Рисунок 3.3 – Зварювальна головка АГП-2

Стенд для зварювання в аргоні лопатевого центратора складається з станини (1), зварювальної головки АГП-2 (2) рисунок 3.3, механізму подачі дроту (14), механізму регулювання (15), стійки (16), консолі (17),

платформи (18), кронштейна (19), касети з зварювальним дротом (12), електродвигуна СЛЗ69М за ГОСТ 51137-98.

Механізм регулювання стенду для зварювання центратора забезпечує необхідний кут нахилу пальника по відношенню до центратора, що забезпечує належне проплавлення зварного з'єднання. Механізм подачі дроту забезпечує швидкість подачі дроту, що відповідає швидкості його плавлення. Це в сукупності забезпечує ефективне виконання зварювання виробу.

3.2 Кінематичний розрахунок приводу

Кінематична схема приводу представлена на рисунку 3.4.

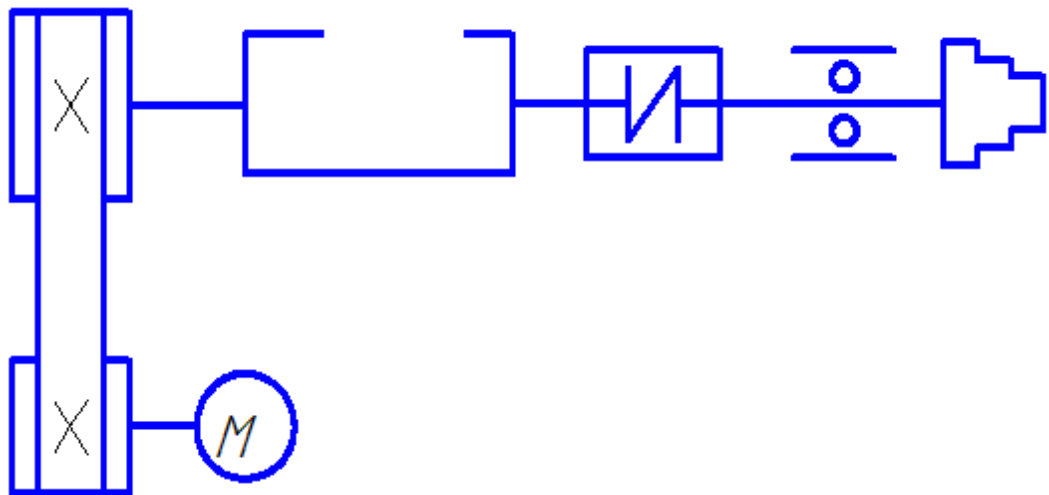


Рисунок 3.4 — Кінематична схема приводу

3.2.1 Вибір електроприводу

Використовуємо наступні технічні задані дані:

- необхідна середня кутова швидкість веденого валу коробки передач на третій передачі — $n_2 = 8,7$ с-1;
- передаточні числа коробки передач:
 $U_1 = 3,5$; $U_2 = 2,26$; $U_3 = 1,45$; $U_4 = 1$.
- орієнтовне значення передаточного числа пасової передачі $U_p = 6$.

Орієнтовна частота обертання валу електродвигуна:

$$n_3 = n_2 \cdot U_{заз} , \quad (3.1)$$

де $U_{заз}$ - загальне передаточне відношення приводу на третій передачі

$$U_{заз} = U_p \cdot U_3 \quad (3.2)$$

$$n_3 = 8,7 \cdot 1,45 \cdot 6 = 75,69 \text{ с}^{-1} = 723,15 \text{ об/хв.}$$

Вибираємо електродвигун АИРС80 В8, $P_3 = 0,6$ кВт, $n_3 = 690$ об/хв.

Це електродвигун з підвищеним ковзанням, призначений для електроприводу у механізмах неспеціального виду роботи, із живленням 380 В з режимами роботи S3-S6, ступ. захис. IP54, охолодж. IC0141, моменти співвідносяться на валах орієнтовно як $M_{пуск}$ до $M_{ном}$ рівне двом; $M_{макс}$ до $M_{ном}$ рівне 2,2; $M_{мин}$ до $M_{ном}$ рівне 1,6 з кліматичним призначенням У2-У3.

3.2.2 Розрахунок клинопасової передачі

Момент на валі електродвигуна $M=3$ Н*м.

Передаточне відношення без врахування ковзання:

$$i = \frac{d_2}{d_1} . \quad (3.3)$$

Вибираємо діаметр ведучого колеса $d_1 = 100$ мм.

Знаходимо діаметр веденого колеса d_2 , прийнявши відносне ковзання $\varepsilon = 0,015$:

$$d_2 = i \cdot d_1 \cdot (1 - \varepsilon) \quad (3.4)$$

$$d_2 = 6 \cdot 100 \cdot (1 - 0,015) = 591 \text{ мм.}$$

Визначаємо міжосьову відстань

$$a = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + h, \quad (3.5)$$

$$a = 0,55 \cdot (591 + 100) + 1144 = 1524 \text{ мм};$$

Приймаємо: $a = 1524$ мм,

Розрахункова довжина паса визначається за формулою:

$$L_p = 2a + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}. \quad (3.6)$$

$$L_p = 2 \cdot 1524 + \frac{3,14}{2}(100 + 591) + \frac{(591 - 100)^2}{4 \cdot 1524} = 4211 \text{ мм}.$$

Приймаємо стандартну довжину паса 4250 мм.

Перевіряємо міжосьову відстань з врахуванням стандартної довжини паса:

$$a = 0,25 \left[L_p - \pi \cdot d_{cp} + \sqrt{(L_p - \pi \cdot d_{cp})^2 - 8 \left(\frac{d_2 - d_1}{2} \right)^2} \right] \quad (3.7)$$

$$a = 0,25 \left[4250 - 3,14 \cdot 345,5 + \sqrt{(4250 - 3,14 \cdot 345,5)^2 - 8 \left(\frac{591 - 100}{2} \right)^2} \right] = 1563 \text{ мм}.$$

Для натягу паса передбачаємо механізм натягу.

3.2.3 Розрахунок на міцність основних деталей конструкції

Розрахунок валу на згин.

Розрахункова схема представлена на рисунку 3.5.

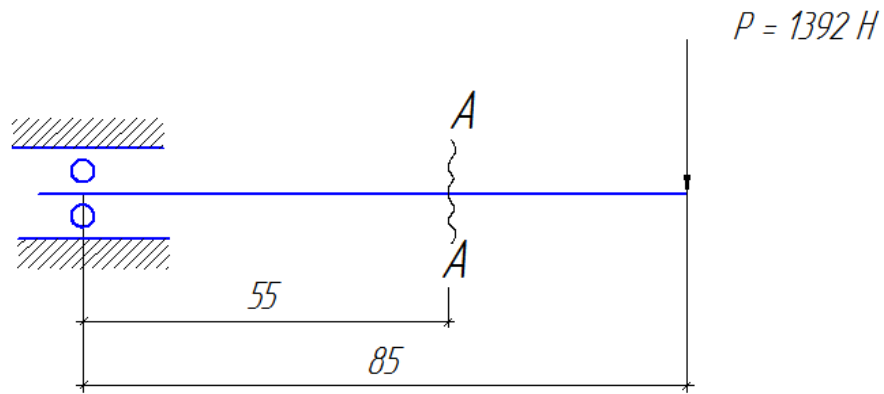


Рисунок 3.5 — Розрахункова схема валу

Вал діаметром 56 мм.

Допустиме напруження в перерізі А-А

$$[G_{\max}] \geq \frac{M_{\text{зг. max}}}{W}, \quad (3.8)$$

Для валу суцільного перерізу момент опору в небезпечному перерізі розраховується за формулою [17]:

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}, \quad (3.9)$$

де d – діаметр валу в небезпечному перерізі.

$$W = \frac{3,14 \cdot 0,056^3}{32} = 1,72 \cdot 10^{-5} \text{ м}^4.$$

Для матеріалу валу $[G_{\max}] = 147$ МПа, (Ст3).

$$M_{\text{зг max}} = 147 \cdot 10^6 \cdot 1,72 \cdot 10^{-5} = 2128,4 \text{ Нм.}$$

максимальне допустиме навантаження;

$$P_{\max} = \frac{M_{\text{зг max}}}{l}, \quad (3.10)$$

де l – плече, м

$$P_{\max} = \frac{2128,4}{0,03} = 70946, \text{ Н або } 7095 \text{ кг.}$$

Діюча сила P визначається з умови:

вага оброблюваної деталі 80кг;

вага патрону з ділителем – 15 кг (разом з кріпленням);

власна вага валу – 2,7 кг;

загальна вага – ≈ 100 кг;

При максимально допустимій вазі 7095 кг;

Вал має запас міцності $S = 5,06$; перевірка на згин виконується.

3.2.4 Підбір підшипників в притискному механізмі

При передачі навантаження, діють колові, радіальні та осьові сили. В опорах валів встановлюються підшипники для протидії усім таким навантаженням. Попередньо вибираємо як опори радіально-упорні конічні роликові підшипники легкої серії № 7207 і радіальний кульковий підшипник № 207 та радіально-упорні конічні роликові підшипники легкої серії №7514 (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 - Характеристики підшипників

| Умовне позначення підшипника | Розміри, мм | | | | | | Вантажопідйомність, кН | |
|------------------------------|-------------|-----|-------|----|-----|------|------------------------|-----------|
| | d | D | T | B | r | e | Динам., C | Стат., C0 |
| № 7207 | 35 | 72 | 18,25 | 17 | 2,0 | 0,37 | 35,2 | 25,6 |
| № 207 | 35 | 72 | - | 17 | 2,0 | - | 20,1 | 13,9 |
| № 7513 | 65 | 120 | 32,75 | 31 | 2,5 | 0,37 | 109 | 98,9 |

Зміщення реакції опор а радіально – упорних підшипників

можемо визначити для ведучого вала за наступною формулою:

$$A = \frac{3T}{4} + \frac{(d+D) \cdot e}{6} \quad (3.11)$$

Підставивши відповідні значення отримуємо:

$$A_1 = \frac{3 \cdot 18.25}{4} + \frac{(35 + 72) \cdot 0.37}{6} = 20.28 \text{ мм};$$

для веденого вала:

$$A_1 = \frac{T}{2} + \frac{(d + D) \cdot e}{6} \quad (3.12)$$

Підставивши відповідні значення отримуємо:

$$A_1 = \frac{32.75}{2} + \frac{(65 + 120) \cdot 0.37}{6} = 27.78 \text{ мм};$$

3.2.5 Розрахунок гвинтів на зріз

Матеріалом для виготовлення гвинтів є сталь 45.

Діаметр гвинта розраховується за формулою

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\tau_{CP}]}} \quad (3.13)$$

де P – сила, що діє в напрямку поперечному гвинту, Н;

$[\tau_{CP}]$ - допустиме напруження на зріз, МПа.

Для матеріалу гвинта $[\tau_{CP}] = 140$ МПа

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 1400}{3,14 \cdot 120 \cdot 10^6}} = 0,0102 \text{ м.}$$

З стандартного ряду діаметрів [17], приймаємо $d = 12$ мм. При обслуговуванні всі рухомі з'єднання змащують мастилом. Після всіх налаштувань перевіряють затяжку всіх різьбових з'єднань. В процесі експлуатації один раз в рік міняють мастило в коробці передач.

3.3 Вибір необхідних зусиль затискання

Розрахунок зусиль затискання досить трудомісткий. Зусилля затискання призначене, щоб обмежити переміщення, які внаслідок термодформаційного циклу зварювання необхідні деформують раму під час зварювальних операцій та наступних охолоджень, для фіксації частин виробу на операціях складання для дотримання оптимальних зазорів у зварюваному виробі.

При складанні рамних конструкцій необхідно притискачі конструктивних деталей виробу. Сили для притискання мають зберігати контакт та заданий зазор чи відсутність зазорів між встановлюваними деталями і витримування деталей від можливого зсуву під час основних операцій. Обираємо сили притискання у межах 2-10 кН [5]. Враховуючи маси складальних одиниць приймаємо силу притиску 3 кН.

3.4 Розрахунок зварних з'єднань на міцність

При виготовленні лопаткового центратора, використовується велика кількість ЗЗ із напustковими швами. Розглянемо несучу здатність напustкового шва. В таких швах виникають: нормальні напруження σ на вертикальній площині шва і дотичні τ на горизонтальній (рисунок 3.6).

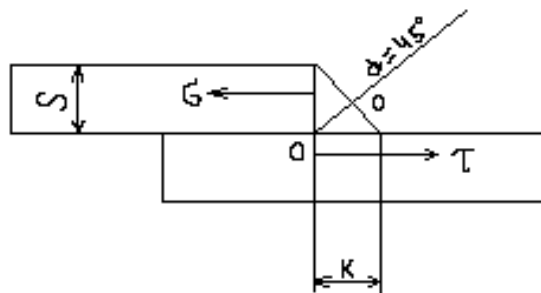


Рисунок 3.6 – Схематичне зображення напustкового шва

Розрахунок міцності лобових швів виконується на зріз. При статичному навантаженні слабким є найменший переріз, який співпадає з бісектрисою 0-0. По цій площині перевіряють міцність шва. Напруження не повинно перевищувати допустиме.

Проведемо розрахунок одного із напусткових швів. При виготовленні виробу для його надійного закріплення використовуються постійний упор, який приварюється напустковими швами до складально-зварювального оснащення.

Зусилля навантаження на упор $P=400$ кг. Товщина пластини кронштейна 3 мм, ширина 30 мм, катет 3 мм. Матеріал ВСт3сп. $\sigma_B=370-480$ МПа, $\sigma_{02}=245$ МПа, $[\sigma'_p]=160$ МПа.

Розрахунок на міцність зварних з'єднань будемо проводити на зріз за формулою [17]:

$$\tau = \frac{P}{F} \leq [\tau']; \quad (3.14)$$

де P – зусилля на розтяг, Н; F – площа поперечного перерізу шва, м².

Визначимо дотичне напруження в з'єднанні при умові що

$$[\tau'] = 0.6 \cdot [\sigma'], \quad (3.15)$$

$$[\tau'] = (0.6 \div 0.65) \cdot [\sigma'_p] = 0.6 \cdot 160 = 96 \text{ МПа.}$$

$$\tau' = \frac{0.008}{2 \cdot 0.7 \cdot 0.003 \cdot 0.03} = 63 \text{ МПа.}$$

Умова $\tau' \leq [\tau]$ виконується. Визначимо максимальне несуче навантаження шва [17]:

$$P = 2[\tau'] \cdot \beta \cdot K \cdot l,$$

де β – коефіцієнт, який залежить від способу зварювання; l – довжина шва; K – катет шва.

$$P = 2 \cdot 96 \cdot 0.7 \cdot 0.003 \cdot 0.03 = 0.012 \text{ МН.}$$

Отже, умова міцності виконується, упор витримає несуче навантаження.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом

Основними вимогами безпеки, що ставляться до конструкції машин та механізмів, є безпека для здоров'я та життя людей, надійність та зручність експлуатації.

Загальні вимоги до безпеки промислових виробництв регламентуються ДСТУ 3273-95. Вони передбачають: усунення безпосереднього контакту працівників з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією та відходами виробництва, котрі спричиняють небезпечну дію.

Основними нормативними документами в галузі електробезпеки є наступні “Правила улаштування електроустановок”, “Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок”, “Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів”, „Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила”, “Правила експлуатації електрозахисних засобів”, “Порядок проведення опосвідчення електроустановок споживачів”, “Порядок проведення експертизи електроустановок споживачів”, [24].

Оскільки при виготовленні центратора застосовується дугове зварювання, тому основні заходи з техніки безпеки пов'язані з можливістю ураження оператора електричним струмом, опіків від розплавлених частин металу, наявності рухомих частин приводу лінії і забруднення атмосфери.

При дуговому зварюванні ураження струмом високої напруги можливе, коли машина незаземлена, чи при пробії трансформатора, при перемиканні напруги без вимкнення трансформатора від мережі. У зварювальних трансформаторах передбачаються системи блокування, що запобігають ураженню струмом високої напруги, наприклад закрито доступ до перемикача при не вимкненому первинному колі; дверцята шаф, пультів, станин з відкритими струмоведучими частинами, що перебувають під напругою, мають блокування, що забезпечує зняття напруги при їх відкриванні.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є [23]:

- забезпечення недоступності струмопровідних частин для випадкового дотику, уникнення контакту людини з струмоведучими частинами, які знаходяться під напругою;
- застосування електроенергії з безпечними величинами напруги;
- усунення небезпеки ураження людей струмом у разі можливої появи напруги на частинах конструкцій електроустаткування;
- застосування індивідуальних захисних засобів від ураження електричним струмом.

Уникнення випадкового контакту людини з струмоведучими частинами електрообладнання забезпечується ізоляцією струмоведучих частин. Стан ізоляції характеризується її електричною міцністю, діелектричними втратами та електричним опором. Ізоляція запобігає протіканню струмів через неї завдяки великому опору.

Недоступність струмопровідних частин для випадкового дотику досягається ізоляцією їх струмонепровідними матеріалами. Провідники електричного струму повинні мати робочу ізоляцію. Передбачено застосування в деяких випадках додаткової, підсиленої чи лінійної ізоляції. Високий опір ізоляції створює безпечні умови експлуатації, запобігає виникненню пожеж від електричної дуги, знижує витрати електроенергії від витікання струму через ізоляцію, поліпшує умови роботи електроустановок і стан їх безпеки.

Недоступність розташування струмопровідних частин досягається розміщенням їх на висоті, під підлогою чи приховано в стінах. Незахищені струмопровідні частини, до яких можливий дотик людей, надійно огороджують у всіх випадках, якщо напруга перевищує: 65 В – в приміщеннях без підвищеної небезпеки; 42 В – в приміщеннях з підвищеною небезпекою; 12 В – в приміщеннях особливо небезпечних. У випадку напруги понад 250 В огороджують не тільки незахищені, але й ізольовані струмопровідні частини.

Застосування малих напруг – дуже ефективний захист від ураження електричним струмом. Для живлення кіл управління технологічним обладнанням, встановленим в особливо небезпечних приміщеннях і

приміщеннях з підвищеною небезпекою; кіл управління пересувного устаткування і для живлення ручного інструменту використовують напругу не вище 42 В. На шафах і пультах управління обладнанням розміщують штепсельні розетки з напругою не вище 12 В для включення переносних світильників, які використовуються під час періодичних оглядів наявних в них важкодоступних місць, [23].

Захисне заземлення, занулення і відключення – основні заходи захисту людей від ураження електричним струмом у разі появи напруги на частинах конструкцій електроустаткування. Для уникнення небезпеки ураження електричним струмом при появі напруги на корпусах та інших частинах електрообладнання необхідно застосовувати захисне заземлення.

Захисне заземлення - це навмисне електричне з'єднання з землею або з її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, котрі можуть опинитись під напругою. Призначення захисного заземлення – усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто при замиканні на корпус.

Захисному заземленню підлягають металеві не струмоведучі частини обладнання, котрі через несправність ізоляції можуть опинитися під напругою і до котрих можливий дотик людей [18, с.89].

Занулення – свідоме електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих струмонепровідних частин, які можуть виявитися під напругою.

Мета занулення – перетворити витік струму на корпус в однофазне коротке замикання між фазовим і нульовим заземленням, коли пошкоджене устаткування автоматично вимикається від мережі, яка його живить. Для захисту від струмів короткого замикання можуть використовуватися плавкі запобіжники чи автоматичні вимикачі з часом спрацьовування відповідно 5,7 і 1,2 с, [22].

Зануленню підлягають ті ж машини і апарати, що і заземленню. Із облаштуванням заземлення повинна забезпечуватися безперервність нульового

захисного проводу від корпусу кожного електрообладнання до нейтралі джерела живлення.

В електричних мережах з нульовим проводом електроустаткування можна занулювати, заземлювати чи одночасно занулювати і заземлювати. На підприємствах не допускається одне електроустаткування тільки занулювати, інше тільки заземлювати.

Заземлення чи занулення пересувних (переносних) машин і апаратів здійснюється за допомогою спеціального провідника електричного кабелю. В кабелях, які живлять переносні електроприймачі однофазного струму (касові апарати, електронні ваги тощо), крім фазного і нульового робочого провідника, наявний заземлюючий чи нульовий захисний провідник.

Із заземленням чи зануленням машин і апаратів один кінець захисного провідника, що знаходиться в кабелі, під'єднують до металевого корпусу струмоприймача, другий – до найдовшого контакту штепсельної вилки, який має умовний знак заземлення. Відповідний захисний контакт розетки під'єднують до кола заземлення чи занулення.

Таким чином, через штепсельний роз'єм вмикаються металеві конструкції елементів машин і механізмів у наявний на підприємстві пристрій заземлення чи занулення.

Захисне вимкнення – швидкодійний захист, що забезпечує автоматичне відключення електроустаткування, коли в ньому виникає небезпека ураження струмом. Така небезпека може виникнути у випадку: замикання фази на корпус електроустаткування, пониження опору ізоляції фаз відносно землі, появи в мережі більш високої напруги, торкання людини до струмопровідних частин.

У цих випадках у мережі змінюються деякі електричні параметри (напруга, струм, опір), що може бути імпульсом, який викликає спрацьовування захисту – відключення пристрою. З появою напруги на корпусі електроустаткування спрацьовує електромагнітне реле, яке втягує сердечник, звільняючи шток вимикача. Останній під дією пружини вимикає устаткування від мережі.

Для запобігання потрапляння людей під напругу через помилкові дії здійснюється блокування через використання спеціальних пристроїв. Цей надійний засіб захисту від проникнення в небезпечну зону, де розташовано небезпечне обладнання. Завдяки застосуванню блокувань відбувається автоматичне вимикання напруги в усіх елементах обладнання. Сигналізація безпеки попереджує людей про небезпеку. Маркування застосовують для розпізнання призначення та належності частин обладнання.

4.2 Розрахунок штучного освітлення для спроектованого цеху

Зварювальникам доводиться виконувати операції, що розрізняються по точності зорової роботи: розмітку, складання, читання креслень, зварювання, контроль зварних з'єднань та ін. Наявність джерел підвищеної яскравості викликає необхідність частотої преадаптації зору: кожного разу при переході від допоміжних операцій, що виконуються без щитка, до зварювання, що виконується обов'язково з щитком.

Створення високих рівнів освітленості місць зварювання (близько десятків тисяч люкс) з тим, щоб усі операції можна було виконувати з щитком, економічно не вигідно і практично складно. Рівні освітлюваності зварювальних робіт встановлені відповідно до діючих нормативних документів для люмінесцентних ламп 150 лк, а для ламп розжарювання 50 лк з урахуванням наявності у полі зору самосвітних елементів, [22].

Характер технологічних операцій в складально-зварювальних цехах (робота на нефіксованих місцях) визначає доцільність створення системи загального освітлення локалізованого або рівномірного загального з використанням переносних світильників місцевого освітлення. З урахуванням можливості використання газорозрядних джерел світла доцільно підвищити рівні освітленості при електрозварювальних роботах до 500 лк при загальному і місцевому освітленні і до 300 лк при одному загальному освітленні.

Під кранами мають бути підвішені додаткові світильники, які компенсують затемнення робочих місць. При зварюванні усередині місткостей

слід використовувати світильники спрямованої дії, які розташовані зовні, або ручні переносні світильники, що мають захисну сітку (трансформатор має бути встановлений зовні, його вторинна обмотка заземлена; не допускається застосування автотрансформаторів).

Світильники, вікна і світлові ліхтарі необхідно очищати в міру забруднення (не рідше за один раз в три місяці).

Забарвлення стін доцільно виконувати спеціальними фарбами, що мають високий коефіцієнт віддзеркалення для видимої частини спектру і низький коефіцієнт - для ультрафіолетових променів [19, 24].

Для роботи по виготовленню зварного з'єднання труби з плоским фланцем при рівномірному розміщенні світильників загального освітлення і горизонтальної поверхні основним є, так званий, метод коефіцієнту використання світлового потоку.

Розрахунок проводиться за формулою [20, с. 85]:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot Z \cdot K_3}{N \cdot \eta}, \quad (7.1)$$

де Φ – світловий потік, потрібний для забезпечення заданої освітленості, ЛМ;

E_n – нормова освітленість, лк;

S – площа приміщення, м²;

$Z(1,15)$ – коефіцієнт, що враховує відношення середньої освітленості;

K_3 – коефіцієнт запасу, що приймається в залежності від забрудненості повітря в приміщенні за таблицею [20, с. 91] в СНиП II-4-79 ($K_3=1,5$);

N – кількість ламп;

η - коефіцієнт використання світлового потоку; коефіцієнт використання світлового потоку η визначається за світлотехнічними таблицями. Для цього потрібно знайти індекс приміщення i та приблизно оцінити коефіцієнт відбивання поверхонь приміщення: I_c – стелі; $I_{ст}$ – стін; I_p – робочої поверхні.

Індекс приміщення i знаходимо за формулою [20, с. 90]:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (7.2)$$

де S – площа ділянки цеху, м^2 ;

h – розрахункова висота (відстань від світильника до робочої поверхні), м;

A і B – довжина і ширина приміщення, м; ($S=80 \text{ м}^2$; $h=3,4 \text{ м}$; $A=4$; $B=20 \text{ м}$)

$$i = \frac{80}{3,4 \cdot (8 + 10)} = 1,3$$

За таблицею знаходимо відповідні значення I :

$I_c=70 \%$; $I_{cm}=50 \%$; $I_p=30 \%$.

$$\Phi = \frac{300 \cdot 80 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{0,65} = 63692,3 \text{ лм.}$$

Необхідну кількість ламп визначаємо за формулою [20, с. 89]:

$$N = \frac{\Phi}{2 \cdot E_l}, \quad (7.3)$$

де E_l – світловий потік лампи;

$$N = \frac{63692,3}{2 \cdot 2105} = 15 \text{ шт.}$$

Приймаємо 16 штук.

Для освітлення автомата використовуємо лампи ЛД-40-4, які мають наступні технічні характеристики [20, с. 91]:

- світловий потік – $E_{\text{л}}=2105$ ЛМ;
- довжина лампи – $L=1,213$ м;
- потужність – $P=40$ Вт;
- діаметр лампи – $d=0,04$.

Також використовуємо двохламповий світильник без перфорації з решіткою типу ЛДГ, що має такі характеристики:

- довжина – $1,3$ м;
- ширина – $0,27$ м.

Світильники розташовуємо в 2 ряди по вісім штук в кожному ряду. Відстань між рядами світильників розраховуємо за формулою:

$$L = \frac{8 - 2 \cdot 1,3}{2} = 2,7 \text{ м};$$

$$L = \frac{10 - 8 \cdot 0,27}{8} = 0,98.$$

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

В даній роботі запропоновано вдосконалення технологічного процесу та зварювальних пристосувань для виготовлення лопаткового центратора бурової колони.

Для реалізації технологічного процесу зварювання корпусу та лопаток центратора запропоновано замінити спосіб зварювання неплавким вольфрамовим електродом на автоматичне зварювання плавким електродом аргоні, а також провести заміну двостійкових центраторів, які не мають можливості автоматичного обертання виробу навколо власної осі ділильною головкою із механізмом автоматичного переміщення навколо своєї осі. У відповідності до технічних вимог способу зварювання підібрано зварювальне обладнання, розраховано режими зварювання, розроблено автоматизований стенд для обертково-поступального переміщення та зварювання на базі зварювального автомату типу АДСП-2, обладнаного зварювальною головкою АГП-2, проведено розрахунок основних деталей конструкції даного стенд, розроблено компонування складально-зварювальної дільниці.

В результаті запропонованої модернізації не відбувається надмірного перегрівання металу, зменшується ступінь деформування та залишкових напружень, забезпечується висока продуктивність через проведення зварювання на режимах струменевого масоперенесення, покращується якість зварюваної поверхні через зменшення розбризкування, значно зменшується ручна праця, зменшується рівень кваліфікації обслуговуючого персоналу, створюються безпечні умови праці робітників.

У роботі приведено заходи, щодо захисту від ураження електричним струмом, та розраховано штучне освітлення для складально-зварювальної дільниці, що дозволило підвищити безпеку праці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Марочник сталей и сплавов [Текст] / Под ред. Зубченко А.С. – М.: Машиностроение, 2003. – 784 с.
2. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением [Текст] : учеб. / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 1977.– 432 с.
3. Справочник. Сварка и свариваемые материалы. В 3-х т. [Текст] / Под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Металлургия, 1991. – 528 с.
4. Патон Б.Е. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением [Текст] / Под ред. Б.Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1974. – 768 с.
5. Кривов Г.О. Виробництво зварних конструкцій [Текст]: підручник для студентів вищих навчальних закладів / Г.О. Кривов, К.О Зворикін. – К.: КВІЦ, 2012. – 896 с.
6. Кононенко В.Я. Сварка в среде защитных газов плавляющимся и неплавляющимся электродом [Текст] / В.Я. Кононенко. – К.: ТОВ “Ника принт”, 2007. – 266 с.
7. Костін О.М. Зварювальні матеріали [Текст]: навчальний посібник. / О.М. Костін О.М. – Миколаїв: НУК, 2004. – 225 с.
8. Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением [Текст]: учеб. / С.И. Думов. – Л.: Машиностроение, 1987. – 640 с.
9. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання: ДСТУ 3159-95. – Чинний від 01.07.1996.. - К.: Держстандарт України, 1995. – 36 с.
10. Биковский О.Г. Довідник зварника [Текст]: довідник / О.Г. Биковський, І.В. Піньковський. - К.: Техніка, 2002. – 336 с.
11. Александров О.Г. Джерела живлення для дугового зварювання та наплавлення [Текст]: навчальний посібник / О.Г. Александров, Д.А. Антонюк, Капустян О.Є. – Львів: Новий світ – 2000, 2013. – 224 с.

12. Никифоров Г.Д. Технология и оборудование сварки плавлением [Текст]: учеб. / под. общей редакцией д.т.н., проф. Г.Д. Никифорова. – М.: Машиностроение, 1986. – 319 с.
13. Александров О.Г. Будова та експлуатація устаткування для зварювання плавленням [Текст]: навчальний посібник / О.Г. Александров, І.І. Заруба, І.В. Пінковський. – К.: Техніка, 1998. – 174 с.
14. Александров О.Г. Проектування та експлуатація обладнання для дугового зварювання [Текст]: навчальний посібник / О.Г. Александров, Д.А. Антонюк. – Львів: Новий світ – 2000, 2011. – 312 с.
15. Александров А.Г. Эксплуатация сварочного оборудования [Текст]: учебн. / И.И. Заруба, Н.В. Пинковский, А.Г. Александров. – К.: Будівельник, 1990. – 224с.
16. Волченко В.Н. Контроль качества сварных конструкций [Текст]: учебн. / В.Н.Волченко. – М.: Машиностроение, 1986. – 152 с.
17. Николаев Г.А. Сварные конструкции расчет и проектирование [Текст]: ученик / Г.А. Николаев, В.А. Винокуров. – М.: Высшая школа, 1990 – 446 с.
18. Охрана труда / [Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев и др.]; Под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова. - М.: Машиностроение, 1983. -432 с.
19. Левченко О.Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві/ Левченко О.Г.; -К.: Основа, 2004. -98 с.
20. Охорона праці. Лабораторний практикум / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець. - К.: Основа, 1998. - 224 с.
21. Стищенко Т.Є., Пронюк Г.В., Сердюк Н.М., Хондак І.І. «Безпека життєдіяльності»: навч. посібник / Т.Є Стищенко, Г.В. Пронюк, Н.М. Сердюк, І.І. Хондак. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 336 с.
22. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
23. Жидецький В.Ц., Джигірей В.С. Основи охорони праці. – Львів:”Афіша”, 2000.-350 с.

24. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів, <
<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06#n22> >

ДОДАТКИ