

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ «ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ
ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО
ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ»

Відділення транспорту та інженерної механіки

Циклова комісія зварювальних технологій

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

фахового молодшого бакалавра

на тему: Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення
ємкості для зберігання нафти

Виконав: студент II курсу, групи ПМ-422ск
Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Володимир ПЕНЬКОВСЬКИЙ

Керівник

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ТЕРНОПІЛЬСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА
ПУЛЮЯ»

Відділення _____ транспорту та інженерної механіки
Циклова комісія _____ зварювальних технологій
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ фаховий молодший бакалавр
Галузь знань _____ 13 Механічна інженерія
Спеціальність _____ 131 Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
_____ Марія ДРАНІВСЬКА

«__» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

ПЕНЬКОВСЬКОМУ Володимиру Петровичу

Тема роботи _____ Проект _____ вдосконалення _____ технологічного _____ процесу
_____ виготовлення ємкості для зберігання нафти

Керівник роботи _____ ПІДГУРСЬКИЙ Микола Іванович
(прізвище, ім'я, по батькові)

затверджений наказом від _____ 17. 04. 2024 року № 4/9-185

Термін подання студентом роботи _____ 20.06.2024р.

Вихідні дані до роботи _____ креслення виробу, базовий технологічний процес
_____ виготовлення виробу

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції)

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварного виробу
(конструкції) та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного

виробу (конструкції)

2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварного виробу (конструкції) і витрат матеріалів та електроенергії

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні виробу чи конструкції

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

4.6 Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Розроблення заходів, які зменшують небезпеку вибухів і пожеж на дільницях підприємства.

5.2 Види, вимоги та характеристика систем вентиляції для зварювальної дільниці

5.3 Обґрунтування вимог охорони праці та пожежної безпеки щодо вдосконалення технологічного процесу виготовлення ємкості для зберігання нафти

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення ємкості для зберігання нафти – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення ємкості для зберігання нафти – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення позиціонера роликового PR 200 – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення крана мостового – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|----------------------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Організаційно-економічний розділ | Оксана РЕДЬКВА, викладач | (підпис) (дата) | (підпис) (дата) |
| Охорона праці | Любов КИЦКАЙ, викладач | (підпис) (дата) | (підпис) (дата) |

Дата видачі завдання 20.05.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|--------------------------------|----------|
| 1 | Аналітичний розділ | 23.05.2024 | |
| 2 | Технологічний розділ | 27.05.2024 | |
| 3 | Конструкторський розділ | 05.06.2024 | |
| 4 | Організаційно-економічний розділ | 10.06.2024 | |
| 5 | Охорона праці | 13.06.2024 | |
| 6 | Графічна частина | 17.06.2024 | |
| 7 | Перевірка на плагіат | 19.06.2024 | |

Студент

(підпис)

Володимир ПЕНЬКОВСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення ємкості для зберігання нафти є вдосконалення вже наявного заводського варіанту зі зміною способу зварювання, обладнання, матеріалів та інших виробничих операцій. В загальному технологія виготовлення конструкції представлена заготівельними, складальними, зварювальними, опоряджувальними, допоміжними та контрольними операціями. Виконання економічних розрахунків дозволяє оцінити можливість доцільності застосування даного технологічного процесу у виробництві. Дотримання вимог техніки безпеки та охорони праці займають важливе місце у технологічних процесах виготовлення конструкцій, оскільки від цього безпосередньо залежить здоров'я працівників підприємства.

ANNOTATION

Welding processes have an important part in the manufacture technology of metal constructions. Complication of metal constructions can be of different levels. The feature of technological process are the improvement of factory process of oil storage tanks manufacturing. The main improvements are change welding process, equipment, materials and others operations of manufacture. The technological process of constructions manufacturing are present of technological operations, such as procurement, assembling, welding, equipment, additional and control. The economic calculations allow estimating the possibility of practical applying the technological process. The safety equipment and fire protection is consider in this report yet.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| | с. |
| ВСТУП | 6 |
| 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ | 8 |
| 1.1 Опис конструкції зварного виробу | 8 |
| 1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу | 9 |
| 1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу | 9 |
| 1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції | 11 |
| 1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів | 11 |
| 1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів | 12 |
| 1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу | 12 |
| 1.3.4 Вимоги до складання | 13 |
| 1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції | 13 |
| 1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи | 14 |
| 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ | 16 |
| 2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання | 16 |
| 2.2 Вибір зварювальних матеріалів | 18 |
| 2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання | 19 |
| 2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування | 24 |
| 2.5 Вибір методу контролю якості виробу | 26 |
| 2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції | 29 |
| 2.6.1 Заготівельні операції | 29 |
| 2.6.2 Складальні операції | 31 |
| 2.6.3 Складально-зварювальні операції | 32 |

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|---------------------|---------------|-------------|---|---|-------------|----------------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | | | |
| | | | | | | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | <i>Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення ємкості для зберігання нафти Пояснювальна записка</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Пеньковський</i> | | | | | | |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Підгурський</i> | | | | | 4 | 76 |
| <i>Реценз.</i> | | | | | | ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Залуцька</i> | | | | | | |
| <i>Затв.</i> | | <i>Дранівська</i> | | | | | | |

| | | |
|-------|---|----|
| 2.6.4 | Опоряджувальні операції | 32 |
| 2.6.5 | Допоміжні операції | 33 |
| 2.6.6 | Контроль якості | 33 |
| 2.7 | Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії | 34 |
| 3 | КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ | 37 |
| 3.1 | Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції | 37 |
| 3.2 | Опис роботи зварювального пристосування | 39 |
| 4 | ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ | 42 |
| 4.1 | Розрахунок кількості обладнання | 42 |
| 4.2 | Розрахунок кількості працівників | 47 |
| 4.3 | Визначення витрат і вартості основних матеріалів | 51 |
| 4.4 | Розрахунок фонду оплати праці | 52 |
| 4.5 | Калькуляція собівартості виробу | 58 |
| 4.6 | Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності | 59 |
| 4.7 | Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу | 60 |
| 5 | ОХОРОНА ПРАЦІ | 63 |
| 5.1 | Розроблення заходів, які зменшують небезпеку виникнення вибухів і пожеж на ділянках підприємства | 63 |
| 5.2 | Види, вимоги та характеристика систем вентиляції для зварювальної ділянки | 66 |
| 5.3 | Обґрунтування вимог охорони праці та пожежної безпеки щодо вдосконалення ТП виготовлення ємкості для нафти | 71 |
| | ВИСНОВКИ | 73 |
| | ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ | 74 |
| | ДОДАТКИ | 76 |

ВСТУП

Перші способи зварювання виникли ще на початку нашої цивілізації – з початком використання і обробки металів. Давніми джерелами металу були випадково знайдені частинки самородних металів – золота, міді, метеоритного заліза. За допомогою кування їх перетворювали на листочки., пластинки, наконечники. Кування з невеликим підігріванням дозволяло з'єднувати дрібні частинки у більш великі, які ставали придатними для виготовлення виробів найпростішої форми.

Пізніше почали використовувати процеси плавлення металу із руд і за допомогою литва виготовляти більш великі і доволі досконалі вироби із міді та бронзи.

З освоєнням ливарного виробництва появилось ливарне зварювання за так званим способом проміжного литва – з'єднувальні деталі заформовувались і місце зварювання заливалось розплавленим металом. В подальшому були створені особливо легкоплавкі сплави для заповнення з'єднувальних швів поряд з цим видом зварювання з'явилося паяння, яка займає важливе місце на сьогоднішній день.

Важливим етапом стало винайдення способу виплавлення заліза із металевих руд, що спровокувало широке використання способів ковальського зварювання та паяння. Особливо потрібно відмітити відкриття електричного дугового зварювання, що є важливим способом з'єднання металів і на сьогоднішній день.

Роль зварювання в промисловості та в народному господарстві країни досить значна. Зварювання широко використовується на транспорті, в агропромисловому комплексі, на всіх виробництвах, які займаються виготовленням металевих виробів – від маленьких деталей, які обробляються за допомогою мікроскопів, до гігантських зварних конструкцій, корпусів морських суден, трубопроводів протяжністю в сотні кілометрів і ін. Наскільки можна спостерігати, процеси зварювання збережуть важливе промислове

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 6 |

значення і в майбутньому. Використання його неперервно розширюється, охоплюючи нові області. Зварюванням вже з'єднують не тільки метали, але і багато неметалевих матеріалів. Зварювання знаходить широке використання в просторах космосу і глибинах світового океану, освоєння багатств якого являється важливим завданням для населення нашої планети.

Розвиток зварювального виробництва, впровадження прогресивних способів зварювання підвищують вимоги щодо рівня підготовки зварників. Підвищення теоретичних знань і практичних навичок у роботі, засвоєння нових методів і прийомів зварювання при сучасному рівні виробництва є одним із основних завдань освоєння й впровадження у виробництво досягнень науки і техніки в галузі зварювання [1, с. 3, 4].

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 7 |

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Ємкість є металевою конструкцією, яка призначена для зберігання нафти, тому вона є відповідальною і її технологія виготовлення повинна відповідати всім нормативам із дотриманням необхідної герметичності та міцності всіх зварних швів, що є однією з основних вимог, які пред'являються до даного роду конструкцій.

Ємкість для зберігання нафти, що показана на рисунку 1.1 складається із таких конструктивних елементів: обичайки 1, днищ 2, опор 3, патрубків $\varnothing 230$ – 4, $\varnothing 130$ – 5, $\varnothing 170$ – 6, люк $\varnothing 600$ 7, кронштейн підйомний 8.

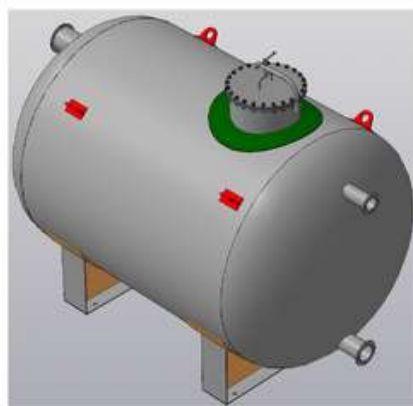
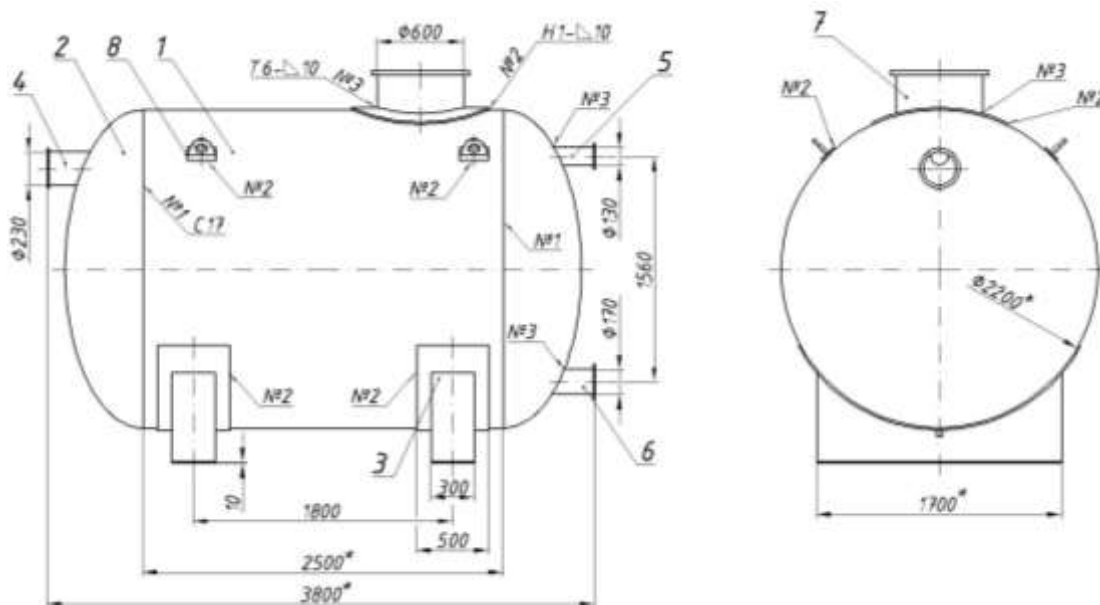


Рисунок 1.1 – Ємкість для зберігання нафти

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 8 |

Довжина ємкості становить 3,8 м при зовнішньому діаметрі 2,2 м.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Технічними вимогами, які пред'являються до виготовлення ємкості є забезпечення правильної геометрії конструкції, яка в основному залежить від підготовчих операцій, а саме від складання і способу отримання заготовок; забезпечення розмірів згідно кресленика; висока технологічність конструкції, яка досліджувалась на етапі проектування; забезпечення потрібної міцності і надійності, як основи в процесі експлуатації, все це можливо при відсутності дефектів в процесі виготовлення.

Тому враховуючи ці вимоги необхідно слідкувати за кожною операцією, яка виконується в технологічному процесі виробництва ємкості для зберігання нафти. Що стосується операції зварювання, то потрібно правильно налагодити обладнання (параметри режиму), а також слідкувати за формуванням зварних швів при виконанні даного процесу. Вибір матеріалів також має вирішальне значення і від якого залежить безпосередньо якість конструкції.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Ємкість працює в зовнішньому середовищі повітря та зазнає шкідливих впливів зсередини, оскільки це агресивне середовище, тому для її виготовлення необхідно використовувати леговану марку сталі.

В якості основного матеріалу використовується конструкційна низьколегована сталь марки 09Г2С, яка володіє підвищеною міцністю і стійкістю до старіння, корозійною стійкістю в навколишньому середовищі, не руйнується при від'ємних температурах.

Хімічний склад сталі 09Г2С приведений в таблиці 1.1, а механічні властивості в таблиці 1.2.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 9 |

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 09Г2С у % [2]

| C | Si | Mn | Cr | Cu | Ni | P | S |
|------|-----------|---------|-----------|------|------|-------|-------|
| | | | не більше | | | | |
| 0,12 | 0,6 - 0,8 | 1,3-1,7 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,035 | 0,040 |

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 09Г2С [2]

| Переріз, мм | σ_T , МПа | σ_B , МПа | δ_5 , % |
|-------------|------------------|------------------|----------------|
| До 10 | не менше | | |
| | 345 | 490 | 21 |

Важливою умовою протікання безперешкодного процесу зварювання є зварюваність, яка оцінюється за еквівалентом вуглецю і пояснює можливість матеріалу підлягати зварюванню та формувати зварні з'єднання при прийнятій технології виконання даного процесу. Тобто властивості зварного шва та основного металу повинні бути ідентичними.

Зварюваність низьколегованої сталі 09Г2С оцінюємо за еквівалентом вуглецю, який розраховуємо за формулою [3,с.127]:

$$C_{екв} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{10} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Cu}{15} + \frac{V}{14} + 5B, \quad (1.1)$$

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

$$C_e = 0,12 + \frac{1,7}{6} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,513 \quad \%$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 10 |

Еквівалент вуглецю більший 0,45, отже зварюваність даної сталі задовільна, тому для отримання якісних швів потрібно виконувати попереднє підігрівання, це робиться з метою унеможливлення виникнення холодних тріщин після закінчення зварювального процесу.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Матеріали і напівфабрикати для виготовлення ємкості для зберігання нафти повинні мати відповідність стандартам і технічним умовам. Тобто повинна бути забезпечена їх відповідність механічним властивостям і хімічному складові.

Що стосується якості, то всі матеріали, які необхідні для виготовлення конструкції повинні мати відповідні сертифікати, які надає підприємство, що їх доставляє. Якщо ці сертифікати відсутні, то потрібно попередньо перевірити їх характеристики у спеціалізованій лабораторії.

При виборі матеріалів для виготовлення ємкостей повинні враховуватися: розрахунковий тиск, температура стінок, хімічний склад, характер середовища, технологічні особливості і необхідна корозійна стійкість матеріалів.

На сталевих листах не допускається наявність вигинів, заусениць, тріщин та інших дефектів, які призводять до зниження експлуатаційної надійності.

Тому якість і властивості матеріалів та напівфабрикатів мають відповідати вимогам стандартів і технічних умов. Матеріали і напівфабрикати повинні бути сертифікованими заводами-виробниками, або сторонніми організаціями, якщо виробник не надає такого документу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 11 |

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Вимоги до шорсткості мають велике значення, тому що ця характеристика впливає на властивості виробу, а також на зовнішній вигляд. Даний показник вказує допустимі відхилення (мікронерівності), які присутні на поверхні виробу відносно горизонталі. Значення шорсткості для ємкості складає $R_a=12,5$.

Правильна геометрія конструкції – це важливий показник, який безпосередньо впливає на її якість. Коли ця геометрія порушена, то конструкція вважається бракованою, якщо це можливо виправити не порушуючи технологію, тоді цей дефект справляють, але ці маніпуляції потребують додатково, як матеріальних, так і трудових ресурсів. Розміри конструкції повинні відповідати кресленням, якщо присутні деякі відхилення, то в межах допусків. Конструкція в якій порушені розміри також вважається бракованою, оскільки це ємкість для зберігання нафти, а порушена її геометричність форми може викликати навіть аварійну ситуацію.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Виготовлення ємкості для зберігання нафти відбувається за допомогою зварювання, тому розміщення зварних швів і послідовність їх виконання повинна бути згідно прийнятої технології, в якій передбачено:

- виконання зварювання по встановлених вимогах;
- при необхідності нагрівання виробу потрібно забезпечити вільне встановлення нагрівачів;
- контроль якості зварних з'єднань та конструкції в цілому;
- ремонтпридатність конструкції.

Міцність зварних з'єднань і основного металу повинні бути однаковими, так як їх розбіжність може призвести до послаблення міцності конструкції. Тому для випробування встановлюються мінімально допустимі значення

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 12 |

міцності, пластичності, ударної в'язкості. Конструктивні елементи зварних швів повинні відповідати стандартам, у випадку наявності нестандартних швів на виробі, розробник повинен вказати їх конструктивні елементи на кресленні. Важливим елементом є маркування зварних швів, це дає змогу визначити роботу зварника, якщо виявлена деяка їх невідповідність до конструкторської документації.

1.3.4 Вимоги до складання

Процес складання має великий вплив на якість зварних з'єднань. Невідповідність цієї операції вимогам спричиняє появу великої кількості дефектів.

Деталі, які зазнали термічного гартування, цементації або окисдування не підлягають процесу зварювання.

Для правильного складання із забезпеченням необхідних зазорів використовуються спеціальні складально-зварювальні пристосування, які забезпечуються закріплення і фіксацію заготовок для наступної операції зварювання, а ще крім того протидіють виникненню деформацій зберігаючи правильну геометрію конструкції.

Виконання прихоплень повинно виконуватись у кількості та послідовності до технологічного процесу. Їх довжина повинна становити не більше 25 мм при перерізі 0,35 – 0,75 мм.

В процесі складання треба забезпечити паралельність кромки та постійність величини зазору між ними в межах, в межах допусків.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Розроблення технологічного процесу складання і зварювання ємкості для зберігання нафти повинно виконуватись при забезпеченні високої якості конструкції із мінімальною зоною термічного впливу. Якість зварного

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 13 |

з'єднання залежить від умов виконання та від положення при зварюванні. При нижньому положенні зварного шва забезпечується його найвища якість.

Необхідна якість зварювання забезпечується враховуючи такі умови:

- використання відповідних матеріалів для зварювальних робіт;
- відсутність дефектів;
- забезпечення правильності і потрібної точності складання;
- контролювати якість зварювання спеціальним методом контролю.

Присутність тріщини, непроварів і пор в зоні термічного впливу та в зварному шві не допускається.

1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи

Для виготовлення ємкості для зберігання нафти потрібно виконати операції правлення, розмічування та різання металопрокату на заготовки потрібного розміру. Тому виготовлення обичайок ємкості відбувається на валкоформуваньних вальцях, а днища отримують за допомогою спеціальних пресів.

Операції прихоплення складових частин ємкості виконують із застосуванням напівавтоматичного зварювання в CO₂. Зварювання ємкості для зберігання нафти виконується однопрохідним напівавтоматичним зварюванням під шаром флюсу.

Технологічний процес виготовлення ємкості для зберігання нафти має ряд недоліків:

- напівавтоматичне зварювання під флюсом виконується за один прохід при ручному переміщенні пальника;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 14 |

- переміщення виконується вручну, тому потрібні висококваліфіковані зварники;

- після зварювання постає необхідність зачищення зварних швів від шлаку, що потребує використання праці слюсарів;

- в технологічній оснастці використовуються механічні притискачі.

Отже даний технологічний процес характеризується підвищеною трудомісткістю.

Необхідність збільшення виробництва ємкостей, а саме програми їх випуску приводить до необхідності застосування механізації, яка проявляється в заміні технологічної зварювальної оснастки та устаткування на більш продуктивне. Отже ці рекомендації слугують основою для вдосконалення існуючого технологічного процесу виготовлення конструкції.

Тому вдосконалення існуючого технологічного процесу стосується заміни способу зварювання з напівавтоматичного на автоматичний спосіб під флюсом, а також оновити зварювальне обладнання на більш технологічне сучасніше.

Такі рекомендації дозволять підвищити рівень механізації та автоматизації технологічного процесу виготовлення ємкості для зберігання нафти, що в свою чергу збільшить продуктивність, зменшить трудомісткість виконуваних робіт і в цілому позитивно відіб'ється на собівартості та якості виробу.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 15 |

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Вибираючи спосіб зварювання необхідно враховувати марку і товщину матеріалу, особливості та програму випуску конструкцій, а також вимоги, які пред'являються до якості зварних з'єднань.

Для виготовлення ємкості можливе використання таких способів зварювання: ручне дугове покритими електродами, напіваавтоматичне і автоматичне в захисних газах та автоматичне зварювання під флюсом.

Ручне дугове зварювання покритими електродами широко використовується завдяки своїй простоті. Але враховуючи серійність випуску продукції і механізуючи технологічний процес виготовлення цей спосіб малопридатний. Тому що він не забезпечує високої продуктивності зварювання, його основне використання – це дрібносерійне виробництво, ремонтні роботи та коли неможливе використання будь-якого іншого способу зварювання.

Напіваавтоматичне та автоматичне зварювання в захисних газах мають багато переваг порівняно з іншими способами. Це можливість зварювання в різних просторових положеннях, як довгих, так і коротких швів, висока продуктивність процесу. Що стосується недоліків даного способу, то це підвищене розбрикування електродного металу під час виконання зварювання, а також використання додаткового обладнання в залежності від виду газу і газових сумішей.

При зварюванні довгих швів широко використовується процес автоматичного зварювання під флюсом. Незважаючи на високовартісне обладнання та неможливість виконання процесу у вертикальному і стельовому положеннях цей спосіб використовується завдяки стабільності режимів зварювання та забезпечення формування високою якістю зварних швів.

Автоматичне зварювання має свої переваги:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 16 |

- а) найбільша продуктивність процесу;
- б) оператор автомату працює на відстані, а не в безпосередній близькості до дуги;
- в) економія матеріалів;
- г) глибоке проплавлення основного металу за один прохід.

Найбільшим недоліком автоматичного зварювання під флюсом є неможливість виконання зварних швів в різних положеннях, а тільки в нижньому.

Проаналізувавши описані вище способи, для зварювання ємкості використовуємо автоматичне зварювання під флюсом, тому що технологія дозволяє, так як є можливість зварювати шви у нижньому положенні за рахунок використання спеціалізованого складального технологічного устаткування. Схема процесу зварювання під флюсом представлена на рисунку 2.1.

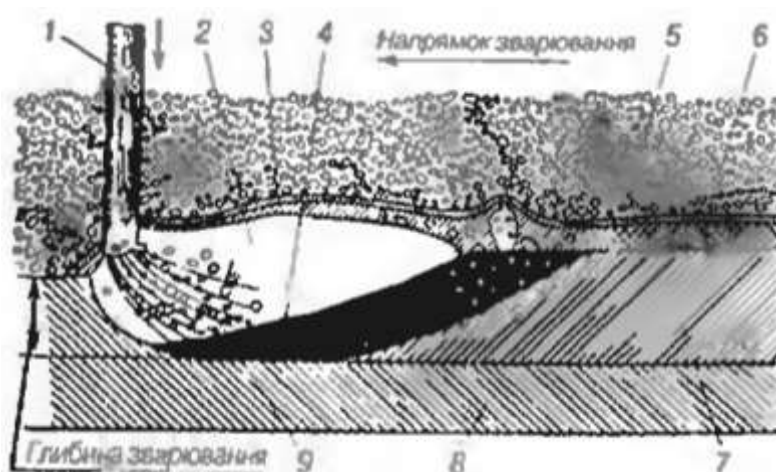


Рисунок 2.1 - Зварювання під флюсом – горіння дуги [1, с. 189]

- 1 – електродний дріт; 2 – порожнина; 3 – рідкий шлак; 4 – рідкий метал;
- 5 – флюс; 6 – шлакова кірка; 7 – зварний шов; 8 – основний метал; 9 - дуга

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Ємкість для зберігання нафти виготовляється зі сталі марки 09Г2С.

Основна умова, яка ставиться до вибору зварювальних матеріалів – це забезпечення бездефектних зварних швів, що володіють властивостями, які необхідні в процесі експлуатації конструкції.

В даному випадку для виготовлення виробу використовується низьколегована сталь, тому для запобігання виникненню пор у зварних швах використовують кремніємарганцеві присадні матеріали, це забезпечить малу забрудненість металу шва оксидними включеннями, які суттєво впливають на структуру металу, знижуючи його міцність.

Тому для зварювання ємкості використовуємо металевий зварювальний дріт суцільного перерізу марки Св-08Г2С. Цей дріт використовують для зварювання у всіх просторових положеннях, а зварний шов добре формується за рахунок розкислення кремнієм і марганцем володіє високою міцністю і пластичністю.

Хімічний склад дроту Св-08Г2С приведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Хімічний склад дроту Св-08Г2С [4, с. 76]

| Вміст елементів, % | | | | | | |
|--------------------|---------------|---------|-----------|------|-------|------|
| С | Si | Mn | Cr | Ni | S | P |
| | | | не більше | | | |
| 0,05- 0,11 | 0,70- 0,95 | 1,8-2,1 | 0,20 | 0,25 | 0,025 | 0,03 |

Для зварювання під флюсом металу 09Г2С зварювальним дротом марки Св-08Г2С рекомендується застосовувати флюс АН-348А та ОСЦ-45.

Так як ємкість для зберігання нафти є відповідальною конструкцією, тому що в ній зберігаються вибухонебезпечні речовини, то для захисту

розплавленого металу використовуємо флюс марки ОСЦ-45, оскільки він менше реагує на відхилення хімічного складу, як основного, так і електродного металу. Використання комбінації дроту Св-08Г2С з флюсом ОСЦ-45 в процесі зварювання дозволяє отримувати метал зварного з'єднання з механічними властивостями, що відповідає основному матеріалу.

Хімічний склад флюсу ОСЦ-45 приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад флюсу ОСЦ-45 [4, с.108]

| Вміст елементів, % | | | | | | | | |
|--------------------|-------|-----|-----|--------------------------------|------------------|--------------------------------|------|------|
| SiO ₂ | MnO | CaO | MgO | Al ₂ O ₃ | CaF ₂ | Fe ₂ O ₃ | S | P |
| 38-44 | 34-41 | 6,5 | 2,5 | 5,0 | 6-9 | 2,0 | 0,15 | 0,15 |

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Правильні параметри режиму зварювання забезпечують необхідну глибину проплавлення основного металу з утворенням зварних з'єднань, що мають певні технологічні властивості.

Розрахунок буде виконуватися для стикового з'єднання типу С17, яке зображено на рисунку 2.2.

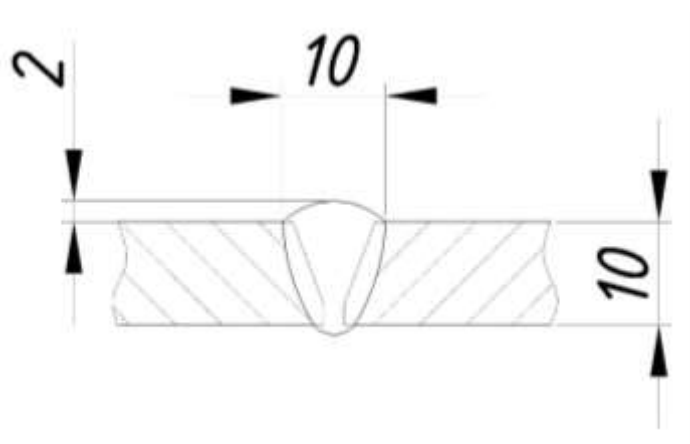


Рисунок 2.2 – Стикове з'єднання С17 з розробленням кромки

Сила зварювального струму визначається за формулою:

$$I_{зв} = \frac{h}{k} \cdot 100, \quad [5, \text{с.192}] \quad (2.1)$$

де h – глибина проплавлення, мм, при повному проплавленні ця величина становить 10 мм;

k – коефіцієнт пропорційності, величина якого залежить від умов проведення зварювання (рід струму, полярність), мм/100А.

Величина цього коефіцієнту для електродного дроту діаметром 2,0 мм, $k=2,45$ мм/100А [5, с.193].

$$I_{зв} = \frac{10}{2,45} \cdot 100 = 408,16 \sim 410 \text{ А.}$$

Зварювальний струм матиме значення 410 А.

Діаметр електродного дроту визначається за формулою:

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{I_{зв}}{j}} \quad [5, \text{с.193}] \quad (2.2)$$

де $I_{зв}$ – сила зварювального струму, А;

j – густина струму, А/мм², для діаметра дроту 2,0 мм – $j=60-150$ А/мм² [4, с.196];

$$d_e = 1,13 \sqrt{\frac{410}{130}} = 2,0 \text{ мм.}$$

Діаметр електродного дроту становитиме 2,0 мм.

Напруга на дузі визначається за формулою:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 20 |

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{d_e^{0,5}} \cdot I_{зв} \pm 1, \quad [5, \text{с.194}] \quad (2.3)$$

де $I_{зв}$ – струм зварювальний, A ;

d_e – діаметр електродного дроту, $мм$;

$$U_{\partial} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{2,0^{0,5}} \cdot 410 \pm 1 = 34,5 \text{ В.}$$

Напруга на дузі становитиме 35 В.

Визначаємо площу наплавленого металу в поперечному перерізі шва, яка рівна сумі площ підсилення і величини зазору в поперечному перерізі шва.

Площа підсилення в поперечному перерізі шва визначається за формулою:

$$F_1 = 0,75 \cdot l \cdot q, \quad (2.4)$$

де l – ширина зазору шва, $м$;

q – величина підсилення шва, $м$;

$$F_1 = 0,75 \cdot 2 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 3,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Площа наплавленого металу в зазорі поперечного перерізу шва визначається за формулою:

$$F_2 = h_{ш} \cdot l + h_p \cdot \text{tg} \alpha \cdot h_p, \quad (2.5)$$

де $h_{ш}$ – висота шва, $м$;

l – ширина зазору шва, $м$;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 21 |

h_p – висота розроблення, м;

α – кут розроблення;

$$F_2 = 10 \cdot 2 + 2 \cdot \operatorname{tg} 120 \cdot 2 = 20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Тоді площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва буде рівна:

$$F = F_1 + F_2, \quad (2.6)$$

де F_1 – площа поперечного перерізу підсилення шва, м^2 ;

F_2 – площа наплавленого металу в поперечному перерізі шва, м^2 ;

$$F = 3,0 \cdot 10^{-6} + 20,0 \cdot 10^{-6} = 23,0 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2.$$

Коефіцієнт наплавлення визначається за формулою:

$$\alpha_n = A + B \cdot \frac{I_{зв}}{d_{ел}}, \quad [4, \text{с.246}] \quad (2.7)$$

де A – коефіцієнт пропорційності, при постійному струмі, $A=2,3$;

B – коефіцієнт пропорційності при постійному струмі, $B=0,065$;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, А;

$d_{ел}$ – діаметр зварювального дроту, мм;

$$\alpha_n = 2,3 + 0,065 \cdot \frac{410}{2,0} = 15,6 \frac{\text{г} \cdot \text{А}}{\text{год}}$$

Швидкість подачі електродного дроту в зону зварювання визначається за формулою:

$$V_{н.д.} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \gamma}, \quad [4, \text{с.246}] \quad (2.8)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 22 |

де α_n – коефіцієнт наплавлення, $г \cdot A / год$;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, A ;

π – геометрична константа, $\pi=3,14$;

$d_{ел}$ – діаметр електродного дроту, $мм$;

γ – густина наплавленого металу, $кг/м^3$. Густина сталі рівна $7800 кг/м^3$;

$$V_{п.д.} = \frac{4 \cdot 15,6 \cdot 410}{3,14 \cdot 2,0^2 \cdot 7,8} = 261,15 \approx 261 \text{ м/год.}$$

Швидкість зварювання визначається за формулою:

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \gamma \cdot 100}, \quad [4, \text{с.250}] \quad (2.9)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, $г \cdot A / год$;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, A ;

F_n – площа поперечного перерізу наплавленого металу, $м^2$;

γ – густина наплавленого металу, $кг/м^3$;

$$V_{зв} = \frac{15,6 \cdot 10^{-3} \cdot 410}{23,0 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 100} = 15,4 \approx 15 \text{ м/год.}$$

Розраховані параметри режиму зварювання записуємо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Параметри режиму автоматичного зварювання під флюсом стикового шва С17 ємкості для зберігання нафти

| Діаметр електродного дроту, $мм$ | Сила зварювального струму, A | Напруга на дузі, B | Швидкість зварювання, $м/год$ | Швидкість подачі дроту, $м/год$ |
|----------------------------------|--------------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| 2,0 | 410 | 35 | 15 | 261 |

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Зварювання ємкості для зберігання нафти здійснюється автоматичним способом, тому потрібно врахувати, що існуючі механізовані установки дозволяють зварювати товщини від 4 до 20 мм.

Спосіб зварювання під флюсом використовує автоматичні системи, які забезпечують постійну швидкість подачі дроту корегуючи її функцією саморегулювання дуги. Це говорить про те, що при великому значенні сили струму і малому діаметрі зварювального дроту встановлюється самостійно потрібний зварювальний струм, який зрівноважує швидкості подачі і плавлення дроту. Якщо дуга збільшується миттєво, то сила струму зварювання зменшується і відповідно швидкість плавлення дроту зменшується також. При можливому відхиленні дуги, коли довжина її зменшується, то відбувається все навпаки – зварювальний струм збільшується доти, поки не відбудеться його врегулювання з довжиною дуги, як на початковому етапі.

В нашому випадку, для зварювання зовнішніх кільцевих і повздовжніх швів ємкості використовується портална установка, що обладнана автоматом для зварювання під флюсом А-1416, який буде використовуватись в процесі зварювання всіх зовнішніх швів обичайок [7].

Технічна характеристика автомата А-1416 приведена в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 - Технічна характеристика автомату для зварювання під флюсом А-1416 [6, с.290]

| Параметри | Значення |
|--|----------|
| Напруга мережі живлення, В | 380 |
| Номінальний зварювальний струм, А | 500/1000 |
| Діаметр електродного дроту, мм | 2...5 |
| Швидкість подачі електродного дроту, м/год | 47-509 |

Продовження таблиці 2.4

| | |
|---|----------|
| Швидкість зварювання, м/год | 10-120 |
| Вертикальний хід зварювальної головки, мм | 250 |
| Габаритні розміри, мм: | |
| висота | 1860 |
| ширина | 860 |
| довжина | 960 |
| Маса, кг | 295 |
| Регулювання кута нахилу електрода, град | ± 25 |

Для живлення автомата А-1416 (рис. 2.3), який використовується для зварювання зовнішніх кільцевих швів, приймаємо універсальний випрямляч КІУ-501 (рис. 2.4).

Технічна характеристика випрямляча КІУ-501 приведена в таблиці 2.5.



Рисунок 2.3 – Загальний вигляд зварювального автомату А-1416 [7]

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика випрямляча КІУ-501 [6, с.256]

| Параметри | Значення |
|---|----------|
| Номінальний зварювальний струм, А | 500 |
| Номінальний режим роботи, ТВ % | 60 |
| Номінальна робоча напруга, В | 48 |
| Напруга холостого ходу, В | 85 |
| Діапазон регулювання сили зварювального струму, А | 50-500 |
| Первинна потужність, кВ·А | 40 |
| Габаритні розміри, мм: | |
| висота | 860 |
| ширина | 600 |
| довжина | 790 |
| Маса, кг | 260 |

При виконанні даного технологічного процесу на першому етапі зварювальних робіт проводять прихоплювання кромки напівавтоматичним зварюванням в середовищі захисного газу.



Рисунок 2.4 – Зварювальний випрямляч КІУ-501 [8]

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Для отримання необхідної інформації, а саме поводження виробу в умовах експлуатації забезпечується контролем якості. Є багато різновидів

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 26 |

виконання контролю даного виробу, все залежить від його конфігурації та забезпечення ним потрібних властивостей, які обумовлюють переваги його використання в тих чи інших робочих умовах.

Виявлення зовнішніх дефектів можливе за рахунок використання візуально-оптичного методу контролю. Він виконується неозброєним оком та з використанням оптичних інструментів, наприклад збільшувальної лупи. Контроль якості виконується ретельно і кваліфіковано, а всі наявні дефекти фіксуються для подальшого в'яснення причини їх утворення.

Своєчасне усунення зовнішніх дефектів виявлених візуальним методом контролю дозволяє регулювати якість виробів, при визначенні причини їх утворення, що в свою чергу зменшує кількість використання наступних неруйнівних методів контролю якості.

Внутрішні дефекти зварних швів, такі як тріщини, пори, різні сторонні вклучення, виявляються при застосуванні радіаційного та ультразвукового методів контролю, також можна застосувати магнітний контроль. Недоліком магнітного контролю є те, що ним контролюють тільки феромагнітні матеріали, також виникають деякі складності при контролі великогабаритних виробів, тому що потрібно використовувати електромагніт великої потужності.

Радіаційні методи контролю використовують іонізуюче випромінювання в формі рентгенівського променя і гама-випромінювання. Виявлення дефектів цими методами проявляються у втраті частини енергії випромінювання при проходженні через нещільності контрольованого матеріалу. Результати контролю отримують на спеціальному знімку, оглядаючи його можна помітити присутність світлих і темних ділянок, також спостерігається зміна кольору ділянки шва, це говорить на про зміну густини матеріалу, а також вказує на можливу присутність дефекту. Перевагами радіаційних методів контролю є об'єктивна інформацію про залягання дефекту, без виконання додаткових розрахунків. Однак є також вагомий

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 27 |

недолік радіаційного контролю – це шкідливий вплив радіації на організм людини.

Широке впровадження для контролю якості зварних швів має ультразвукова дефектоскопія. Цей контроль можливий двома методами.

Перший метод. Виявлення дефектів фіксується при зменшенні амплітуди сигналу, як при імпульсному, так і неперервному режимах. Сюди відносяться методи тіньовий і дзеркально-тіньовий. При тіньовому контролі необхідний двосторонній доступ до зварного шва, на відміну від дзеркально-тіньового, де випромінювач і приймач коливань можуть знаходитись на одній поверхні, що дає змогу визначати кореневі дефекти в закритих стикових швах.

Другий метод. Використання ехо-імпульсного ультразвукового методу контролю, який полягає у реєстрації опору відбитий акустичної хвилі. За величиною послаблення і судять про присутність дефекту в тому чи іншому місці. Цим методом контролюють всі зварні шви при товщині основного металу до 1000 мм. Контроль шва здійснюється при однобічному доступі за допомогою перетворювача для створення коливань та приймача для отримання і підсилення акустичного сигналу, вони, як правило виконані в одному корпусі.

У випадку, коли виріб представляє собою оболонкову конструкцію, то його перевіряють на герметичність з метою виявлення місць протікання – теч.

Перевірка герметичності ємкості складається з таких операцій:

- встановлення виробу для випробування;
- герметизують отвори та під'єднують труби для підведення випробувального середовища;
- заповнюють виріб водою;
- встановлюють випробувальний контрольний тиск води, який на 50% більший нормальний робочий;
- витримка виробу протягом встановленого часу;
- знімають тиск і випускають рідину.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 28 |

Якщо виріб пройшов перевірку, то його відправляють на наступні технологічні операції, або склад. Коли є наявність пропускання води, то герметичність конструкції порушена. Коли дозволено технологією, то дефектне місце вирізають і повторно зварюють, а якщо не дозволено – то дефектна конструкція стає браком, який вважається відходом виробництва.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Виготовлення ємкості для зберігання нафти супроводжується використанням всіх необхідних операцій технологічного процесу виготовлення. Дані операції підрозділяються на складальні, зварювальні, заготівельні, контрольні та ін.

2.6.1 Заготівельні операції

Виготовлення заготовок, з яких складається ємкість, відбувається з використанням операцій технологічного процесу, таких як:

- а) очищення;
- б) розмічування;
- в) різання – розроблення кромки;
- г) вальцювання;
- д) штампування.

Очищення листового металопрокату проводиться на зачисному верстаті Metallcraft BEG 250S, загальний вид якого представлений на рис. 2.5. Зачищенню піддаються тільки забруднені листи, або частково забруднені.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 29 |



Рисунок 2.5 –Зачисний верстат Metallcraft BEG 250S [9]

Розмічування листів згідно розмірів відбувається на спеціальній дільниці, де це робиться ручним, напівмеханізованим чи механізованим методом із застосуванням рулетки, циркуля, лінійки і маркера. Завданням розмічування є відтворення відповідних розмірів з креслення на готовій заготовці з досить високою точністю, адже неправильне розмічування приведе до утворення не виправних дефектів.

Операції різання і розроблення кромки споріднені, тому що виконуються на одному і тому ж устаткуванні, а саме на установці плазмового різання, яка живиться від інверторного джерела ERGUS Plasma 707 DP (див. рис. 2.6).



Рисунок 2.6 – Інверторний плазморіз ERGUS Plasma 707 DP [10]

Вальцювання виконується з метою формування обичайок із листового металопрокату, для цього використовується асиметричний вальцьовий верстат Zenitech W11F (рис. 2.7).

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 30 |



Рисунок 2.7 – Загальний вигляд асиметричного вальцювого верстату Zenitech W11F [11]

Штампунням забезпечують утворення напівсферичної поверхні днища, дану операцію, як правило проводять з металевими листами на гідравлічному пресі Yangli WC67Y 80/2500 (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – Загальний вигляд гідравлічного пресу Yangli WC67Y 80/2500 [12]

2.6.2 Складальні операції

Складальні операції виконуються у відповідній послідовності з дотриманням співвісності кромки та постійності зазорів, які вказуються в технічних умовах на виготовлення відповідних конструкцій. Важливою умовою є правильне взаємне встановлення деталей, які формують цілісність конструкції, тому необхідне використання спеціальних складальних пристосувань. В даних пристосуваннях забезпечується центрування, фіксація і затискання заготовок, які в подальшому сформують майбутню конструкцію ємкості.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 31 |

2.6.3 Складально-зварювальні операції

До даного роду операцій відноситься виконання прихоплень в процесі складання і подальше зварювання раніше прихоплених стиків. Основними вимогами, які ставляться при виконанні складально-зварювальних робіт є правильне встановлення виробу у пристосуванні з дотриманням потрібних зазорів і співвісності кромок стиків з'єднаних деталей.

Наступним етапом при виконанні даних операцій є виконання зварювальних робіт із формуванням бездефектних зварних з'єднань деталей між собою забезпечуючи при цьому їх міцність і герметичність.

Першочергово зварюються зовнішні повздовжні шви обичайок. Такі шви виконуються зварювальним автоматом під флюсом з використанням зварювальної установки. Наступними виконуються зовнішні кільцеві шви також на зварювальній установці автоматом для зварювання під флюсом.

Наступними операціями буде приварювання до сформованої посудини опор, патрубків, кронштейнів та люка.

2.6.4 Опоряджувальні операції

До опоряджувальних операцій відносяться процеси зачищення зварних швів та лицевих поверхонь конструкції від надлишків шлаку та крапель електродного металу. Тому для виконання цих робіт використовуються, як ручні так і механічні методи зачищення.

Ручними інструментами для виконання зачищення є металеві щітки, а також молотки для оббивання надлишків нерозплавленого флюсу. Для механічного очищення використовуються кутові шліфувальні машини із зачисними дисками. Після зачищення проводять контроль з'єднань на наявність внутрішніх і зовнішніх дефектів. На рис. 2.9 представлений загальний вигляд шліфувальної машинки Makita 9558HNG.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 32 |



Рисунок 2.9 –Кутова шліфувальна машина Makita 9558HNG [13]

2.6.5 Допоміжні операції

До налагоджувальних операцій відносяться такі роботи:

- налагодження технологічного обладнання та інструментів;
- різні вантажні роботи, без яких виконання технологічного процесу було б неможливим;
- транспортування обладнання і матеріалів;
- роботи з приймання- видавання інструменту, матеріалів.

Перед початком зварювання потрібно налаштувати обладнання, а саме: засипати флюс, встановити початковий виліт зварювального дроту, перевірити заземлення та цілісність ізоляції на кабелях живлення.

Різні навантажувальні і транспортні операції стосуються встановлення деталей у пристосуваннях, доставка їх з одного цеху на інший, транспортування обладнання і виготовлених конструкцій.

2.6.6 Контроль якості

На кожному етапі виготовлення конструкції відбуваються контрольні операції, які стосуються перевірки:

- матеріалів зварювальних і ін. без яких неможливе виготовлення конструкції;
- поопераційний контроль складання, зварювання, виконання заготівельних, опоряджувальних і допоміжних робіт;
- контроль готової продукції.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 33 |

Контролювання готової продукції проходить в два етапи:

I етап. Візуально-оптичний контроль, який дозволяє виявити зовнішні дефекти зварних швів і біляшовних зон.

II етап. Випробування конструкції виробу на герметичність, це дає змогу виявити порушення нещільності матеріалу, наявності протікань – теч, а також деяких внутрішніх дефектів.

Для проведення цих етапів контролю використовується збільшувальне скло марки Triplet 20x і компресорна установка 4 ВУ 1-5/9 (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 – Загальний вигляд компресорної установки 4 ВУ 1-5/9 [14]

В особливих випадках можливе використання ультразвукової дефектоскопії для контролю якості зварних з'єднань.

2.7 Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії

За допомогою питомих показників встановлюються норми витрат матеріалів на один зварний виріб. Нормуванням зварювального процесу є розрахунок матеріалів, що використовуються на один метр шва.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 34 |

Визначення витрат при зварюванні ємкості для зберігання нафти виконують для стикових з'єднань за ДСТУ 3159-95 [15].

Витрати зварювального дроту для виконання зовнішніх швів визначаються за формулою:

$$H_b = M \cdot k_b, \quad (2.10)$$

де M – маса наплавленого металу, кг;

k_b – коефіцієнт витрат матеріалу, що враховує технологічні втрати і відходи зварювальних матеріалів, $k_b=1,10$.

Маса наплавленого металу визначається за формулою:

$$M = F \cdot \rho \cdot L, \quad (2.11)$$

де F_n – площа поперечного перерізу наплавленого металу шва, m^2 ;

ρ – густина наплавленого металу, $кг/м^3$;

L – довжина всіх швів виробу, $м$.

Згідно креслень довжина всіх швів становить, $L=20,8 м$.

$$M = 23,0 \cdot 10^{-6} \cdot 7800 \cdot 20,8 = 3,73 \text{ кг};$$

$$H_b = 3,73 \cdot 1,1 = 4,1 \text{ кг}.$$

Витрата флюсу ОСЦ-45 для зварювання швів визначається за формулою:

$$Q_\phi = H_b \cdot K_\phi, \quad (2.12)$$

де H_b – витрати зварювального дроту на зварювання шва, кг;

K_ϕ – коефіцієнт який враховує відношення маси витраченого дроту до маси витраченого флюсу, $K_\phi=1,7$;

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 35 |

$$Q_{\phi} = 4,5 \cdot 1,7 = 6,98 \text{ кг.}$$

Витрати електроенергії для кожного зварного шва визначаються за формулою:

$$Q_e = \frac{U_{\delta}}{\alpha_n \cdot n \cdot R_u}, \quad (2.13)$$

де R_u – коефіцієнт роботи дуги, $R_u=0,2$;

n – коефіцієнт пропорційності, $n=0,75$;

U_{δ} – напруга на дузі;

α_n – коефіцієнт наплавлення;

$$Q_e = \frac{35}{15,6 \cdot 0,75 \cdot 0,2} = 14,96 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Час зварювання для кожного шва визначається за формулою:

$$t_o = \frac{H_b}{I_{зв} \cdot \alpha_n}, \quad (2.14)$$

$$t_o = \frac{4,1 \cdot 10^3}{410 \cdot 15,6} = 0,64 \text{ год} \approx 38 \text{ хв.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 36 |

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Тип складального обладнання вибирається в залежності від конфігурації конструкції, її складових частин, області застосування і технічних умов на виготовлення.

Складальне обладнання класифікується на наступні групи:

1. Складальні кондуктори – це пристосування, які складаються із плоскою чи просторової рами або плити, на яких монтуються установчі та затискні елементи. В кондукторах виконується складання і зварювання виробу, тому вони повинні мати жорстку і міцну основу, яка б витримувала навантаження, що виникають в процесі зварювання виробів. Кондуктори бувають поворотними і неповоротними.

2. Складальні стенди та установки призначені для виготовлення великогабаритних виробів, як правило їхня основа нерухома на якій розміщені установчі і затискні елементи та комплектуються спеціальними переносними або пересувними пристосуваннями, такими як порталами, котучими балками та ін.

3. Складально-розкладальні пристосування для зварювального виробництва, що складаються із окремих взаємозамінних стандартних елементів, що багаторазово використовуються для складання різноманітних виробів широкої номенклатури в одиничному і дрібносерійному виробництві. Характерною особливістю деталей цих пристосувань є наявність Т-подібних і шпонкових пазів, за допомогою яких забезпечується жорстке закріплення деталей в різних співвідношеннях в залежності від форми і розмірів складальних виробів.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 37 |

4. Переносні складальні пристосування (стяжки, струбцини, розпірки та ін.) – це універсальні пристосування, які використовуються для складання різноманітних виробів в різних типах виробництва. В основному їх використовують при одиничному виробництві, на монтажі і в будівництві. В цих випадках переносні пристосування використовують в більшій частині самостійно, без будь-якого іншого складального обладнання. В серійному виробництві переносні знаходять широке застосування в основному для великих виробів і спільно з пересувним та стаціонарним обладнанням являються доповненням до складальних стендів і кондукторів [16, с. 51-52].

Важливим при виконанні складання є фіксування та надійне закріплення деталей конструкції в проектному положенні, для цього слід використовувати затискні-притискні елементи.

Затискні (закріплюючі) елементи до яких відносяться притискачі і затискачі, призначені для закріплення деталей зварюваного виробу в процесі складання і зварювання після їх встановлення у пристосування.

Притискачі та затискачі повинні забезпечувати:

- правильне прикладання і напрямок притискного зусилля для закріплення деталей без зсувів відносно установчих баз;
- надійне закріплення деталей протягом впродовж всього процесу складання і зварювання;
- швидкодію спрацювання;
- можливість зручного встановлення деталей у пристосуванні;
- зручність виконання зварювання, а також можливість знімання виробу з пристосування після виконання даного процесу;
- зручний підхід до них для легкого приведення їх в робоче положення;
- безпечність в роботі [16 с. 59-60].

Зварювання ємкості для зберігання нафти проводиться в декілька етапів, з використанням різного устаткування.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 38 |

На першому етапі використовується складальне пристосування – де проходить складання і зварювання обичайки – ємкості. Так, як технологічно дане з'єднання слід проводити однобічним зварюванням із підготовкою кромок автоматичним способом зварювання під флюсом.

При складанні кільцевих стиків обичайок виникає необхідність в усуненні депланації кромок та забезпечення співвісності заготовок, а під час зварювання кільцевих швів повинно бути надійне підтискування зварювальної підкладки до кромок. У складально-зварювальній оснастці для складання циліндричних обичайок та підтискування зварювальних підкладок часто застосовують розтискні кільця [17 с. 60].

На другому етапі проводиться стикування днищ з циліндричною частиною – ємкості та подальше зварювання за допомогою пристосувань, які використовуються на другому етапі.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Для того щоб виготовити ємкість спочатку проводиться розмічування і різання листів із застосуванням плазмового різачка. Суть принципу роботи цього обладнання полягає в тому, що між робочим інструментом – різачком та листовою деталлю збуджується дуга, оскільки вона обмежена в своїх перерізах, то це супроводжує утворення плазми, яка характеризується високими температурами різання металу, а отже і високою якістю утвореного різку. Як результат в місцях розрізання не має заусениць, викривлень та інших дефектів, які б погіршили якість отримуваних заготовок.

Для формування деталі – обичайки ємкості використовуються вальцювальні верстати. Листи пропускають через вальці, які заздалегідь розміщені між собою таким чином, щоб формувати циліндричну оболонку діаметром 2200 мм.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 39 |

Однією з перших зварювальних операцій на даному етапі є прихоплювання кромок стиків при складанні. Першим проводять складання циліндричної обичайки на спеціальному складальному пристосуванні в якому забезпечують збереження необхідного зазору і паралельність кромок, що дуже важливо при наступних етапах формування виробу.

Наступним етапом є виконання зварювальних операцій із застосуванням потужного підвісного автомату А-1416, що комплектується джерелом живлення – випрямлячем КІУ-501 з максимально робочим зварювальним струмом 500 А.

Стикування обичайки із днищами виконується також із застосуванням спеціального пристосування. Особливістю даного пристосування є те, що величина зазору встановлюється заздалегідь і зберігається однаковою протягом зварювання декількох таких стиків. Правильність складання забезпечується за рахунок центрування ємкості за допомогою спеціальних інструментів та пристосувань.

Як правило зварювання прямолінійних швів відбувається при нерухомому виробі, а формування шва відбувається при переміщенні пальника вздовж лінії стика з виконанням основних робочих рухів. Також всі допоміжні та коректувальні переміщення виконуються зварювальником, це пояснюється через велику складність рівномірного переміщення виробу.

Забезпечення плавного переміщення виробу зі швидкістю зварювання досягається використанням роликів позиціонерів. Виріб встановлюється на роликкоопори, які забезпечують обертання виробу із зварювальною швидкістю, тому в пристосуванні, одна роликкоопора є привідною, що під'єднана до силового приводу, а інша – ведена. Для того, щоб швидкість обертання була плавною, опори мають прорезинені поверхні, що дозволяє уникати проковзувань. Оскільки це впливає на якість утворюваних зварних швів, яка напряму залежить від потрібної швидкості зварювання, тобто обертання. Загальний вигляд роликів позиціонера PR 200 показаний на рисунку 3.1.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 40 |

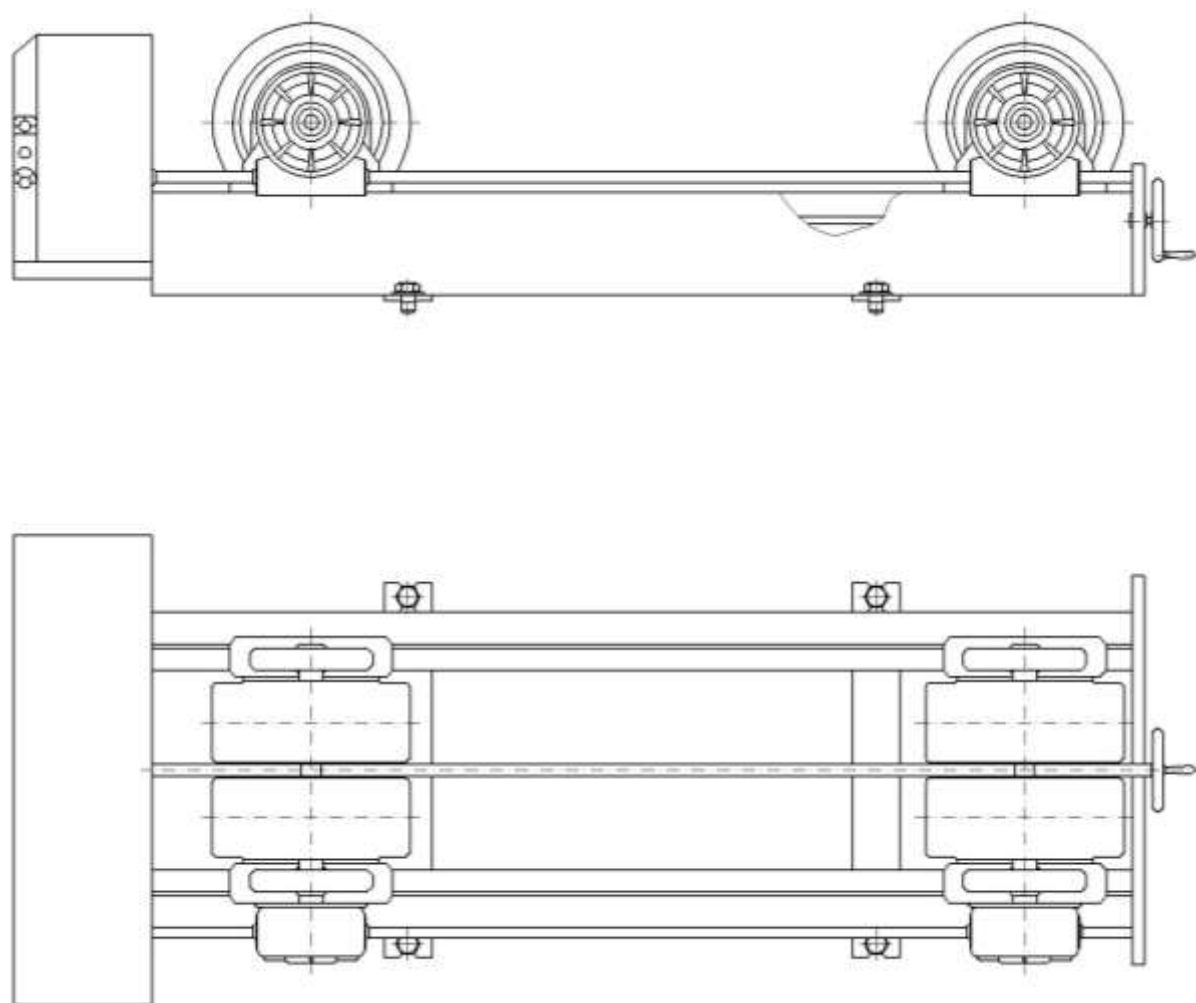


Рисунок 3.1 – Позиціонер роликовий PR 200

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 41 |

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

Всі вихідні дані, необхідні для розрахунку наведені в таблицях 4.1 і 4.2.

Таблиця 4.1 - Характеристика ємкості для зберігання нафти

| Показник | Одиниці виміру | Кількісна чи вартісна оцінка | |
|--|----------------|------------------------------|---------------|
| | | фактичні дані | проектні дані |
| Габарити виробу | мм | ø2200x3800 | |
| Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб: | | | |
| листовий прокат 09Г2С | кг | 2768 | |
| зварювальний дріт Св-08Г2С | кг | 4,4 | |
| флюс ОСЦ-45 | кг | 7,38 | |
| Розміри поворотних відходів на виріб | кг | 42 | |
| Ціна придбання матеріалу за кг: | | | |
| листовий прокат: | | | |
| сталь 09Г2С | грн | 75,00 | 74,25 |
| зварювальний дріт Св-08Г2С | грн | 123,37 | 119,31 |
| флюс ОСЦ-45 | грн | 57,39 | 56,99 |
| Ціна реалізації поворотних відходів | грн | 210 | |

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення емкості для зберігання нафти

| Зміст операції | Варианти | Устаткування | | Інструменти | | Розряд роботи | Штучні норми часу |
|--------------------------|---------------|--|--------|---|--------------------------|---------------|-------------------|
| | | Назва | Ціна | Назва | Ціна | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Очищення | $\frac{3}{П}$ | Зачисний верстат Metallcraft BEG 250S | 100000 | щітка | 80 | III | 4,1 |
| Розмічування | $\frac{3}{П}$ | | | рулетка циркуль лінійка маркер | 212 560 149 125 | IV | 5,6 |
| Різання | $\frac{3}{П}$ | Інвер. плазморіз ERGUS Plasma 707 DP | 86000 | | | IV | $\frac{6,5}{5,8}$ |
| Вальцювання | $\frac{3}{П}$ | Асиметричний вальцювальний верстат Zenitech W11F | 705000 | | | IV | 2,2 |
| Штампування | $\frac{3}{П}$ | Прес гідравлічний Yangli WC67Y 80/2500 | 470000 | молоток | 190 | IV | 2,0 |
| Складання | $\frac{3}{П}$ | Роликовий позиціонер PR 200 | 425000 | молоток рулетка | 190 212 | IV | $\frac{6,9}{5,9}$ |
| Зварювання | $\frac{3}{П}$ | Автомат А-1416 Випрямляч КІУ-501 | 420000 | | | IV | $\frac{5,1}{4,0}$ |
| Зачищення швів від шлаку | $\frac{3}{П}$ | Кутова шліф. машина Makita 9558HNG | 3000 | зачисн. диск молоток щітка | 74 190 80 | III | 4,8 |
| Контроль якості | $\frac{3}{П}$ | Устан. компресорна | 120000 | збільш. скло | 180 | VI | 3,9 |
| Транспортні операції | $\frac{3}{П}$ | Мостовий кран | 935000 | | | IV | 2,4 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 43 |

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 37;

по проекту 34,2;

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 2,4;

по проекту 2,4.

Загальна штучна норма часу: по заводу 39,4;

по проекту 36,6.

Для виготовлення ємкості для зберігання нафти застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [18, с.9]:

$$\Phi_{yc} = D_{роб} \cdot S \cdot g \cdot (1 - K_p), \quad (4.1)$$

де $D_{роб}$ ~ кількість робочих днів в році, $D_{роб} = 253$ дні;

S - кількість робочих змін в добу;

g - тривалість зміни, год;

K_p - нормативний коефіцієнт простою устаткування в ремонті, обумовлений конструктивними та виробничими характеристиками, $K_p = 0,03...0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,052) \approx 1920 \text{ год.}$$

Потреба в устаткуванні (робочих місцях) розраховується по кожній операції технологічного процесу або по сумі трудомісткості операцій, що виконуються на однотипному устаткуванні.

Розрахунок проводять за формулою [18, с.10]:

$$n = \frac{T_{ум} \cdot B_{пр}}{\Phi_{yc} \cdot K_{вн}}, \quad (4.2)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| | | | | | | 44 |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де $T_{шт}$ - штучний час на операції, що виконуються на однотипному устаткуванні, нормованих в машино-год. (таблиця 4.2);

$K_{вн}$ – коефіцієнт виконання, $K_{вн}=2,1$.

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 2300 шт.$

Кількість робочих місць для виконання очищувальних операцій при виготовленні ємкості:

$$n = \frac{4,1 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 2,34 \approx 2 шт.$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування становить:

$$n = \frac{5,6 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 3,2 \approx 3 шт.$$

Кількість робочих місць для вирізання заготовок:

- заводський варіант:

$$n = \frac{6,5 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 3,7 \approx 4 шт.,$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,8 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 3,31 \approx 3 шт.$$

Кількість робочих місць для вальцювання становить:

$$n = \frac{2,2 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 1,26 \approx 1 шт.$$

Кількість робочих місць для штампування становить:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 45 |

$$n = \frac{2,0 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 1,14 \approx 1 \text{ шт.}$$

Для складання необхідно:

- заводський варіант:

$$n = \frac{6,9 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 3,94 \approx 4 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{5,9 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 3,37 \approx 3 \text{ шт.}$$

Для виконання зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{5,1 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 2,91 \approx 3 \text{ шт.},$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{4,0 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 2,28 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

$$n = \frac{4,8 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 2,74 \approx 3 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для контролю якості виробу:

$$n = \frac{3,9 \cdot 2300}{1920 \cdot 2,1} = 2,23 \approx 2 \text{ шт.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 46 |

Кількість засобів конвеєрного типу (мостових, козлових, порталних кранів) визначається за формулою [18, с.12]:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^m B_{mp} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_n \cdot K_{кр}}, \quad (4.3)$$

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню на протязі року, 2300 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

$N_{кр}$ - кількість кранових операцій на один i -тий об'єкт;

$t_{кр}$ - тривалість одної операції, год;

Φ_n - номінальний річний фонд часу, год., приймається для однозмінної роботи рівним 2100 год;

$K_{кр}$ - коефіцієнт використання номінального фонду часу крана, приймається

$K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{2300 \cdot 4 \cdot 0,20}{2100 \cdot 0,65} = 1,35 \approx 1шт.$$

Приймаємо один мостовий кран для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

4.2 Розрахунок кількості працівників

Розрахунок кількості основних працівників проводиться диференційовано для кожної професії. Хід розрахунку залежить від форми організації виробничого процесу. Для технологічної форми організації кількість основних робітників визначається за формулою [18, с.13]:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 47 |

$$r_{oi} = \frac{B \cdot \sum_1^y T_{um}^i}{\Phi_{ef} \cdot K_{вн}}, \quad (4.4)$$

де r_{oi} - кількість основних працівників i -тої професії, чол;

$\sum_1^y T_{um}^i$ - штучна норма часу по i -тим операціям, год;

B - об'єм випуску продукції на рік, приймаємо $B_{пр} = 2300$ шт;

Φ_{ef} - ефективний річний фонд часу роботи одного робітника, приймається 1850 год;

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається $K_{вн} = 2,1 \dots 2,2$.

Необхідна кількість очищувальників:

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 4,1}{1850 \cdot 2,2} = 2,32 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічальників:

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 5,6}{1850 \cdot 2,2} = 3,16 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 6,5}{1850 \cdot 2,2} = 3,67 \approx 4 \text{ чол,}$$

- проектний варіант:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 48 |

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 5,8}{1850 \cdot 2,2} = 3,28 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість вальцювальників:

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 2,2}{1850 \cdot 2,2} = 1,24 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість штампувальників:

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 2,0}{1850 \cdot 2,2} = 1,13 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 6,9}{1850 \cdot 2,2} = 3,9 \approx 4 \text{ чол,}$$

- проектний варіант:

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 5,9}{1850 \cdot 2,2} = 3,33 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників для виконання зварювання всіх швів:

- заводський варіант:

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 5,1}{1850 \cdot 2,2} = 2,88 \approx 3 \text{ чол,}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 49 |

- проектний варіант:

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 4,0}{1850 \cdot 2,2} = 2,26 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 4,8}{1850 \cdot 2,2} = 2,71 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів:

$$r_{oi} = \frac{2300 \cdot 3,9}{1850 \cdot 2,2} = 2,2 \approx 2 \text{ чол.}$$

Виходячи з кількості транспортних засобів приймаємо необхідну кількість транспортувальників $r_{oi} = 1$ чол.

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

| Категорія працівників | Кількість | | Середній розряд | |
|-----------------------|-----------|---|-----------------|-----|
| | З | П | З | П |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Основні робітники: | | | | |
| очищувальники | 2 | 2 | III | III |
| розмічувальники | 3 | 3 | IV | IV |
| різальники | 4 | 3 | IV | IV |
| вальцювальники | 1 | 1 | IV | IV |
| штампувальники | 1 | 1 | IV | IV |
| зварювальники | 3 | 2 | IV | IV |
| складальники | 4 | 3 | IV | IV |

Продовження таблиці 4.3

| | | | | |
|----------------------|----|----|-----|-----|
| зачищувальники | 3 | 3 | III | III |
| контролери | 2 | 2 | VI | VI |
| транспортувальники | 1 | 1 | IV | IV |
| Допоміжні робітники: | | | | |
| налагоджувальники | 1 | 1 | IV | IV |
| ремонтники | 1 | 1 | IV | IV |
| електрики | 1 | 1 | IV | IV |
| ІТР: | | | | |
| майстер ділянки | 1 | 1 | | |
| МОП: прибиральники | 1 | 1 | — | — |
| Разом | 29 | 26 | — | — |

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

Вихідними даними для розрахунків є норми затрат матеріальних ресурсів на виріб та розмір поворотних відходів, ціни придбання матеріалів з врахуванням транспортно-заготівельних витрат (5...8% від преїскурантної ціни) та ціни реалізації відходів, обсяг випуску продукції.

Результати розрахунків подано у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Зведена відомість витрат на матеріальні ресурси

| В-нт | Назва матеріалів ресурсів | Од. вим. | Ціна придб. за од. вим., грн/кг | | Затрати в натуральних одиницях, грн | | | |
|------|----------------------------|----------|---------------------------------|--------|-------------------------------------|-----------|-------------|-------------|
| | | | | | на один виріб | | на програму | |
| З/П | Сталь 09Г2С | кг | 75 | 74,25 | 207600 | 205524 | 477480000 | 472705200 |
| З/П | Зварювальний дріт Св-08Г2С | кг | 123,37 | 119,31 | 542,83 | 524,96 | 1248504,4 | 1207417,2 |
| З/П | Флюс ОСЦ-45 | кг | 57,39 | 56,99 | 423,54 | 420,59 | 974137,86 | 967348,26 |
| Р-ом | | | | | 208566,37 | 206469,55 | 479702642,3 | 474879965,5 |

Продовження таблиці 4.4

| В- нт | Транспортно-заготівельні витрати | | | Загальна сума, грн | | | | Вартість поворотних відходів, грн | | | |
|----------|----------------------------------|----------------------|-------|--------------------|----------|-------------|-------------|-----------------------------------|-----|----------------|--------|
| | %ц. куп. | в грн. на один кг | | на один виріб | | на програму | | на один виріб | | на програму | |
| З/П | 5 | 3,75 | 3,71 | 10380 | 10276,2 | 23874000 | 23635260 | 210 | 210 | 483000 | 483000 |
| З/П | 5 | 6,17 | 5,97 | 27,14 | 26,25 | 62425,22 | 60370,86 | | | | |
| З/П | 5 | 2,87 | 2,85 | 21,18 | 21,03 | 48706,89 | 48367,41 | | | | |
| Р- ом | | 12,79 | 12,53 | 10428,32 | 10323,48 | 23985132,11 | 23743998,27 | 210 | 210 | 483000 | 483000 |

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

Приймаємо, що всі основні робітники оплачуються по відрядній системі оплати праці, допоміжні - по погодинній, ІТР та МОП - по штатно-окладній системі. Розрахунки проводяться по двох напрямках: на один виріб (для обчислення калькуляції собівартості виробу) та на програму (для визначення об'ємних економічних характеристик). В калькуляцію собівартості виробу безпосередньо включаються затрати по оплаті праці основних (виробничих) робітників.

Основна заробітна плата основних робітників визначається за формулою [18, с.18]:

$$Z_{oo} = \sum_1^y C_{pi} \cdot T_{um}, \quad (4.5)$$

де y - кількість технологічних операцій;

C_{pi} - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для відрядної оплати праці, грн.

Приймаємо заводські тарифні ставки для машинобудування (з врахуванням відповідних коефіцієнтів збільшення) [18, с.18].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 52 |

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [18, с.18]:

$$Z_{oo} = Z_{oo} (D_1 + D_2), \quad (4.6)$$

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

Премії та надбавки основним робітникам визначаються за формулою [18, с.18]:

$$Z_{no} = Z_{oo} \cdot P, \quad (4.7)$$

де P - розмір премій та надбавок, грн, $P = 40 \%$.

Для визначення річного фонду оплати праці основних робітників результати розрахунків за формулами (4.5), (4.6) та (4.7) множаться на кількість виробів (B).

Затрати по оплаті праці очищувальників:

$$Z_{oo} = 4,2 \cdot 26 \cdot 4,1 = 447,72 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 447,72 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,7 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 447,72 \cdot 0,4 = 179,09 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

$$Z_{oo} = 3,2 \cdot 25,5 \cdot 5,6 = 456,96 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 456,96 \cdot (0,2 + 0,15) = 159,94 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 456,96 \cdot 0,4 = 182,78 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 2,9 \cdot 26,5 \cdot 6,5 = 499,53 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 499,53 \cdot (0,2 + 0,15) = 174,83 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 499,53 \cdot 0,4 = 199,81 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 2,9 \cdot 26,5 \cdot 5,8 = 445,73 \text{ грн};$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 53 |

$$З_{до} = 445,73 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,01 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 445,73 \cdot 0,4 = 178,29 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці вальцювальників:

$$З_{оо} = 7,7 \cdot 26,5 \cdot 2,2 = 448,91 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 448,91 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,12 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 448,91 \cdot 0,4 = 179,56 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці штампувальників:

$$З_{оо} = 8,2 \cdot 27,5 \cdot 2 = 451 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 451 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,85 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 451 \cdot 0,4 = 180,4 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 3,1 \cdot 28 \cdot 6,9 = 598,92 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 598,92 \cdot (0,2 + 0,15) = 209,62 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 598,92 \cdot 0,4 = 239,57 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 3,1 \cdot 28 \cdot 5,9 = 512,12 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 512,12 \cdot (0,2 + 0,15) = 179,24 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 512,12 \cdot 0,4 = 204,85 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 4,5 \cdot 29,5 \cdot 5,1 = 677,03 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 677,03 \cdot (0,2 + 0,15) = 236,96 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 677,03 \cdot 0,4 = 270,81 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 4,5 \cdot 29,5 \cdot 4 = 531 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 531 \cdot (0,2 + 0,15) = 185,85 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 531 \cdot 0,4 = 212,4 \text{ грн.}$$

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|-------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | 54 |

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

$$Z_{oo} = 3,6 \cdot 26 \cdot 4,8 = 449,28 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 449,28 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,25 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 449,28 \cdot 0,4 = 179,71 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 4,4 \cdot 30,5 \cdot 3,9 = 523,38 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 523,38 \cdot (0,2 + 0,15) = 183,18 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 523,38 \cdot 0,4 = 209,35 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{oo} = 7,4 \cdot 29 \cdot 2,4 = 515,04 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 515,04 \cdot (0,2 + 0,15) = 180,26 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 515,04 \cdot 0,4 = 206,02 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [18, с.19]:

$$Z_{од} = r_{д} \cdot C_{р} \cdot \Phi_{еф}, \quad (4.8)$$

де $Z_{од}$ - основна заробітна плата допоміжних робітників, грн;

$r_{д}$ - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

$C_{р}$ - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для погодинної оплати праці, грн.

Додаткова заробітна плата ($Z_{од}$) та премії і надбавки ($Z_{нд}$) допоміжних робітників розраховується так само, як для основних робітників (формули 4.6, 4.7).

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 30,5 \cdot 1850 = 56425 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 56425 \cdot 0,35 = 19748,8 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 56425 \cdot 0,4 = 22570 \text{ грн}.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 55 |

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 30,5 \cdot 1850 = 56425 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 56425 \cdot 0,35 = 19748,8 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 56425 \cdot 0,4 = 22570 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 30,5 \cdot 1850 = 56425 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 56425 \cdot 0,35 = 19748,8 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 56425 \cdot 0,4 = 22570 \text{ грн}.$$

Для інженерно-технічних робітників, службовців та молодшого обслуговуючого персоналу, розрахунок проводять на річну програму по місячному посадовому окладу одного працівника для кожної категорії працюючих за формулою [18, с.19]:

$$Z_{он} = r_n \cdot O_m \cdot 12, \quad (4.9)$$

де $Z_{он}$ - основна заробітна плата певних категорій працівників, грн;

r_n - чисельність працівників відповідної категорії;

O_m - місячний посадовий оклад одного працівника, грн;

12 - кількість місяців у році.

Додаткова заробітна плата ($Z_{он}$) та премії і надбавки ($Z_{пн}$) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8200 \cdot 12 = 98400 \text{ грн};$$

$$Z_{дп} = 98400 \cdot 0,35 = 34440 \text{ грн};$$

$$Z_{пп} = 98400 \cdot 0,4 = 39360 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8000 \cdot 12 = 96000 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 96000 \cdot 0,35 = 33600 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 96000 \cdot 0,4 = 38400 \text{ грн}.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 56 |

Результати розрахунків затрат по оплаті праці основних, допоміжних, інженерно-технічних робітників та молодшого обслуговуючого персоналу приведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Зведена відомість річного фонду оплати праці

| Категорії робітників | Основна зар. плата, грн | | Додаткова зар. плата, грн | | | |
|-----------------------------|-------------------------|------------|---------------------------|------------|--------------|------------|
| | | | за шкідливість | | інші доплати | |
| | З | П | З | П | З | П |
| 1 | 2 | | 3 | | 4 | |
| Основні робітники: | | | | | | |
| очищувальники | 226546,32 | | 79291,21 | | 90618,53 | |
| розмічувальники | 346832,64 | | 121391,42 | | 138733,06 | |
| різальники | 505519,3 | 338309,07 | 176931,76 | 118408,18 | 202207,72 | 135323,63 |
| вальцювальники | 113574,23 | | 39750,98 | | 45429,69 | |
| штампувальники | 114103 | | 39936,05 | | 45641,2 | |
| складальники | 606107,04 | 388699,08 | 212137,46 | 136044,68 | 242442,82 | 155479,63 |
| зварювальники | 513861,98 | 268686 | 179851,69 | 94040,1 | 205544,79 | 107474,4 |
| зачищувальники | 341003,52 | | 119351,23 | | 136401,41 | |
| контролери | 264830,28 | | 92690,6 | | 105932,11 | |
| транспортувальники | 130305,12 | | 45606,79 | | 52122,05 | |
| Допоміжні робітники: | | | | | | |
| налагоджувальники | 56425 | | 19748,75 | | 22570 | |
| ремонтники | 56425 | | 19748,75 | | 22570 | |
| електрики | 56425 | | 19748,75 | | 22570 | |
| ІТР | 98400 | | 34440 | | 39360 | |
| МОП | 96000 | | 33600 | | 38400 | |
| Разом | 3526358,43 | 2896564,26 | 1234225,45 | 1013797,49 | 1756034,62 | 1504116,95 |

4.5 Калькуляція собівартості виробу

В розрахунках по визначенню порівняльної економічності варіантів використовується калькуляційний розріз затрат, при якому всі затрати на виробництво групуються відносно до калькуляційних одиниць.

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

| Статті калькуляції | Сума затрат, грн | |
|---|------------------|-----------|
| | З | П |
| 1 | 2 | 3 |
| Основні матеріали: | 208566,37 | 206469,55 |
| сталь 09Г2С | 207600 | 205524 |
| зварювальний дріт Св-08Г2С | 542,83 | 524,96 |
| флюс ОСЦ-45 | 423,54 | 420,59 |
| Поворотні відходи | 210 | |
| Паливо та енергія на технологічні цілі | 306 | 305,85 |
| Основна заробітна плата основних робітників | 1375,08 | 1101,26 |
| Додаткова заробітна плата основних робітників | 481,28 | 385,44 |
| Премії та надбавки основних робітників | 550,03 | 440,5 |
| Відрахування на соціальне страхування | 33,69 | 26,98 |
| Відрахування на медичне страхування | 60,16 | 48,18 |
| Витрати на утримання та експлуатацію устаткування | 198,71 | 198,71 |
| Цехові (дільничні) витрати | 228,21 | 228,21 |
| Всього цехова собівартість | 211589,43 | 208994,68 |

4.6 Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

| Види капітальних затрат | Кількість натуральних одиниць | | Вартість одиниці, грн | | Затрати на перевезення та монтаж, грн | |
|-------------------------|-------------------------------|---|-----------------------|--------|---------------------------------------|-------|
| | З | П | З | П | З | П |
| Будівлі та споруди | | | | | - | - |
| Устаткування: | | | | | | |
| очищувальне | 2 | 2 | 100000 | 100000 | 5000 | 5000 |
| різальне | 4 | 3 | 86000 | 86000 | 4300 | 4300 |
| вальцювальне | 1 | 1 | 705000 | 705000 | 35250 | 35250 |
| штампувальне | 1 | 1 | 470000 | 470000 | 23500 | 23500 |
| складальне | 4 | 3 | 425000 | 425000 | 21250 | 21250 |
| зварювальне | 3 | 2 | 420000 | 420000 | 21000 | 21000 |
| слюсарне | 3 | 3 | 3000 | 3000 | 150 | 150 |
| контрольне | 2 | 2 | 120000 | 120000 | 6000 | 6000 |
| транспортне | 1 | 1 | 935000 | 935000 | 46750 | 46750 |
| Інструменти: | | | | | | |
| молоток | 9 | 8 | 190 | 190 | 9,5 | 9,5 |
| щітка | 5 | 5 | 80 | 80 | 4 | 4 |
| лінійка | 9 | 8 | 149 | 149 | 7,45 | 7,45 |
| рулетка | 9 | 8 | 212 | 212 | 10,6 | 10,6 |
| циркуль | 3 | 3 | 560 | 560 | 28 | 28 |
| зачисний диск | 5 | 5 | 74 | 74 | 3,7 | 3,7 |
| маркер | 9 | 8 | 125 | 125 | 6,25 | 6,25 |
| збільшувальне скло | 2 | 2 | 180 | 180 | 9 | 9 |
| Разом | | | | | | |

Продовження таблиці 4.7

| Види капітальних затрат | Загальна вартість, грн | | Норма амортиз. відрахув., % | Річна сума амортизаційних відрахувань, грн | |
|-------------------------|------------------------|------------|-----------------------------|--|------------|
| | З | П | | З | П |
| Будівлі та споруди | 41000000 | 40985000 | 5 | 2050000 | 2049250 |
| Устаткування: | | | | | |
| очищувальне | 205000 | 205000 | 8,5 | 17425 | 17425 |
| різальне | 348300 | 262300 | 8,5 | 29605,5 | 22295,5 |
| вальцювальне | 740250 | 740250 | 8,5 | 62921,25 | 62921,25 |
| штампувальне | 493500 | 493500 | 8,5 | 41947,5 | 41947,5 |
| складальне | 1721250 | 1296250 | 23,5 | 404493,75 | 304619 |
| зварювальне | 1281000 | 861000 | 19,5 | 249795 | 167895 |
| слюсарне | 9150 | 9150 | 8,5 | 777,75 | 777,75 |
| контрольне | 246000 | 246000 | 15,5 | 38130 | 38130 |
| транспортне | 981750 | 981750 | 19,5 | 191441 | 191441 |
| Інструменти: | | | | | |
| молоток | 1719,5 | 1529,5 | 18 | 309,51 | 275,31 |
| щітка | 404 | 404 | | 72,72 | 72,72 |
| лінійка | 1348,45 | 1199,45 | | 242,72 | 215,9 |
| рулетка | 1918,6 | 1706,6 | | 345,35 | 307,19 |
| циркуль | 1708 | 1708 | | 307,44 | 307,44 |
| зачисний диск | 373,7 | 373,7 | | 67,27 | 67,27 |
| маркер | 1131,25 | 1006,25 | | 203,63 | 181,13 |
| збільшувальне скло | 369 | 369 | | 66,42 | 66,42 |
| Разом | 47035172,5 | 46088496,5 | | | 3088152,05 |

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [18, с.27]:

$$E_{\phi} = ((C_{nz} + E_n \cdot \Phi_{mz}) - (C_{nn} + E_n \cdot \Phi_{mn})) \cdot B, \quad (4.10)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 60 |

де $C_{пз}$ - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{пз}= 243958,46$ грн);

$C_{пп}$ - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{пп}= 240450,67$ грн);

$\Phi_{мз}$ - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{мз}= 211589,43$ грн/шт);

$\Phi_{пп}$ - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{пп}= 208994,68$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((243958,46 + 0,15 \cdot 211589,43) - (240450,67 + 0,15 \cdot 208994,68)) \cdot 2300 = 8963105,75 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [18,с.28]:

$$T_{ок} = \frac{\Phi_{осз} - \Phi_{осп}}{E_{ур}}, \quad (4.11)$$

де $\Phi_{осп}$ - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{осп}= 523878061$ грн);

$\Phi_{осз}$ - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{осз}= 530602709$ грн);

$E_{ур}$ - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [18, с.28]:

$$E_{ур} = B \cdot (C_{пз} - C_{пп}), \quad (4.12)$$

$$E_{ур} = 2300 \cdot (243958,46 - 240450,67) = 8067917 \text{ грн;}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 61 |

$$T_{\text{ок}} = \frac{530602709 - 523878061}{8067917} = 0,83 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

| Показники | Одиниця вимірювання | Величина | |
|---|---------------------|-----------|------------|
| | | З | П |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Річна програма випуску продукції | шт. | 2300 | 2300 |
| Кількість технологічного устаткування | шт. | 18 | 16 |
| Собівартість товарної продукції | грн | 243958,46 | 240450,67 |
| Чисельність промислово-виробничого персоналу: | | | |
| - всього | чол. | 29 | 26 |
| - основних робітників | чол. | 24 | 21 |
| Фондомісткість продукції | грн/шт | 211589,43 | 208994,68 |
| Умовна річна економія | грн | - | 8067917 |
| Річний економічний ефект | грн | - | 8963105,75 |
| Термін окупності капітальних вкладень | роки | - | 0,83 |
| Місячна заробітна плата основних робітників: | | | |
| - очищувальники | грн | 16453,71 | 16453,71 |
| - розмічувальники | грн | 16793,28 | 16793,28 |
| - різальники | грн | 18357,54 | 16380,58 |
| - вальцювальники | грн | 16497,44 | 16497,44 |
| - штампувальники | грн | 16574,25 | 16574,25 |
| - складальники | грн | 22010,31 | 18820,41 |
| - зварювальники | грн | 24880,67 | 19514,25 |
| - зачищувальники | грн | 16511,04 | 16511,04 |
| - контролери | грн | 19234,22 | 19234,22 |
| - транспортувальники | грн | 18927,72 | 18927,72 |

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Розроблення заходів, які зменшують небезпеку виникнення вибухів і пожеж на ділянках підприємства

Проведення будь-яких типів зварювальних робіт або плазмового різання є потенційно небезпечним процесом так як можуть раптово формуватися вогнища загоряння або задимлення. Саме тому відповідальні особи повинні забезпечити весь комплекс заходів з пожежної безпеки при зварювальних роботах.

Найпоширенішими причинами виникнення пожежі на об'єкті під час проведення зварювальних робіт є:

- 1) краплі гарячого шлаку або металу, що потрапили на суху траву, деревину, папір, ганчір'я та інші горючі і легкозаймісті матеріали;
- 2) неправильне поводження зі зварювальним апаратом або газовим пальником, порушення правил їх експлуатації;
- 3) знаходження горючих речовин в безпосередній близькості від робочого місця зварника.

Можливість виникнення загоряння набагато вище при проведенні робіт на будівельних об'єктах, в закритих кімнатах, не пристосованих для такого типу технологічних операцій. У підвальних приміщеннях або приміщеннях закритого типу слід залишати вікна, двері або люки у відкритому стані, включати вентиляцію або монтувати тимчасову систему видалення повітря. Крім того, необхідно очистити територію навколо місця зварювання радіусом не менше ніж 5 метрів.

Для запобігання виникнення пожежі необхідно дотримуватися таких правил безпеки:

- зварювальні кабелі повинні знаходитися не менше ніж в 50 сантиметрах від трубопроводів і газових балонів;
- місця здійснення зварювальних робіт повинні бути обладнаними

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 63 |

первинними засобами пожежогасіння;

- для захисту від бризок розплавленого металу слід використовувати спеціальні екрани;

- зварювальник повинен мати спеціальний захисний одяг з вогнестійким покриттям, який здатен витримувати нетривалий за часом вплив електричної дуги;

- категорично забороняється використання кисневого рукава замість ацетиленового;

- застосування зріджених газів для зварювальних робіт в колодязях і цокольних поверхах заборонено;

- використання відкритого полум'я для підігріву обладнання заборонено.

Помітний осередок загоряння може сформуватися не відразу, а тільки через деякий проміжок часу - необхідно уважно оглянути місце проведення робіт і упевнитися у відсутності характерного запаху гару і диму.

Особа, яка призначена відповідальною за протипожежну безпеку на об'єкті проведення зварювальних робіт, повинна до їх початку перевірити наявність первинних засобів гасіння. До таких засобів відносяться:

- ящик з піском і дві лопати;
- відра з водою;
- вогнегасник.

Вогнегасники є найбільш ефективним засобом, за допомогою яких можна погасити вогнище загоряння на ранньому етапі його формування. За типом порошкової суміші вони діляться на вуглекислотні і порошкові [19].

Порошковий вогнегасник використовує мінеральну порошкоподібну суміш, яка витісняється з балона газовим зарядом під тиском. Вони є найбільш поширеними моделями на ринку завдяки відносно невисокій ціні, а також універсальністю застосування – з їх допомогою можна боротися із загоряннями класів А, В, С і Е, а також використовувати для електрообладнання під напругою до 1000 В. Гасячий ефект досягається за

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 64 |

рахунок запобігання надходження кисню з місця загоряння. Загальний вигляд порошкового вогнегасника показано на рисунку 5.1.

Вуглекислотний вогнегасник використовує зріджений діоксид вуглецю, який, вириваючись з сопла, переходить в газоподібну форму і розширюється в об'ємі, що призводить до різкого зниження його температури. Вуглекислий газ швидко і ефективно охолоджує палаючу поверхню, а також витісняє кисень з вогнища пожежі. На відміну від порошкових моделей вуглекислотні не забруднюють внутрішнього простору при використанні – приміщення досить провітрити для видалення надлишків газу. Загальний вигляд вуглекислого вогнегасника вказано на рисунку 5.2.



Рисунок 5.1 – Загальний вигляд порошкового вогнегасника



Рисунок 5.2 – Загальний вигляд вуглекислотного вогнегасника

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 65 |

Заходи (міроприємства), які зменшують небезпеку виникнення вибухів і пожеж на зварювальній дільниці:

- 1) спеціальне навчання працівників, інструктажі та перевірка знань з питань пожежної і вибухової безпеки;
- 2) щорічне, щоквартальне, щомісячне проходження інструктажів з пожежо- і вибухобезпеки робітниками;
- 3) облаштування підприємства, цеху, дільниці, робочого місця відповідно до вимог безпеки;
- 4) наявність засобів, матеріалів та інструментів у відведених місцях дільниці в разі виникнення аварійної ситуації;
- 5) світлова, звукова сигналізація в разі виникнення аварійної ситуації, яка необхідна для сповіщення робочого персоналу;
- 6) суворе виконання всіх вимог техніки безпеки, які безпосередньо відносяться до працівників того чи іншого робочого місця зварювальної дільниці.

На основі статистичних даних можна зробити висновок, що через порушення правил пожежної безпеки під час проведення різних вогневих робіт (електрогазозварювання, різання металу, паяльні роботи, тощо) трапляється від 10 до 12 % виробничих пожеж. Для попередження пожеж, вибухів на промислових підприємствах, дільницях доцільно розробляти заходи з охорони праці, пожежної безпеки.

5.2 Види, вимоги та характеристика систем вентиляції для зварювальної дільниці

Вентиляція – процес повітрообміну у виробничих приміщеннях, який забезпечує нормовані значення параметрів мікроклімату та чистоту повітря.

Системи вентиляції можна умовно класифікувати за такими основними ознаками [20, с.59]:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 66 |

- спосіб організації повітрообміну (природна, механічна та змішана (застосовується і природна, і механічна вентиляція));
- спосіб подачі та видалення повітря (припливна, витяжна та припливно-витяжна);
- призначення (загальнообмінна та місцева);
- тривалість дії (робоча, аварійна).

Природна вентиляція. При природній вентиляції повітрообмін здійснюється під дією природних сил – різниці густини теплого повітря всередині приміщення, більш холодного зовнішнього та сили вітру.

Природна вентиляція буває неорганізованою, якщо здійснюється через відчинені вікна, двері або нещільності у зовнішніх огорожувальних конструкціях (інфільтрація), та організованою і регульованою (аерація) [20, с.59].

Перевагами природної системи вентиляції є простота конструктивного виконання та експлуатації, а також її економічність у зв'язку з відсутністю витрат енергії на переміщення великих об'ємів повітря. До недоліків природної вентиляції можна віднести залежність ефективності вентиляції від температури та швидкості зовнішнього повітря, неможливість очищення і регулювання параметрів (температура, відносна вологість) припливного та забрудненого повітря, що надходить в атмосферу [20, с.61].

Механічна вентиляція. Механічна вентиляція – комплекс вентиляторів і повітроводів, що забезпечує постійний повітрообмін у приміщенні незалежно від зовнішніх метеорологічних умов. У разі необхідності він включає пристрої для обробки повітря, яке надходить у приміщення (підігрівання, охолодження, зволоження чи осушення) та забрудненого повітря (очищення), яке викидається назовні.

При механічній вентиляції організований рух повітря виникає за рахунок різниці тисків (напорів), що створюється вентиляторами. Вона застосовується у вентиляційних системах із значними аеродинамічними

опорами, які виникають у випадках складної обробки та розподілу повітря. Механічна вентиляція може бути припливною чи витяжною, припливно-витяжною, а також загальнообмінною та місцевою [20, с.62].

Припливна система вентиляції, забирає зовнішнє повітря вентилятором через фільтр для очищення від пилу, через калорифер для підігріву повітря чи через кондиціонер, яке потім подається у приміщення, де створюється надлишковий тиск. Забруднене повітря виходить назовні через двері, вікна, ліхтарі та щілини або інші приміщення неочищеним. Припливні системи застосовуються для вентиляції приміщень, в яких не допускається попадання забрудненого повітря зовні чи суміжних приміщень. Припливні системи вентиляції також компенсують повітря, що витягується місцевими відсмоктувачами та витрачається на технологічні потреби: вогневі процеси, компресорні установки, пневмотранспорт тощо [20, с.62].

Витяжна система вентиляції, через мережу повітроводів видаляє за допомогою вентилятора забруднене повітря, яке перед викидом в атмосферу очищається. При цьому в приміщенні створюється знижений тиск, внаслідок чого повітря підсмоктується зовні через вікна, двері, нещільності конструкції або із суміжних приміщень. Витяжні системи доцільно застосовувати [20, с.63]:

- у випадках, коли шкідливі виділення речовин даного приміщення не повинні поширюватися на інші;
- для приміщень із короткочасним перебуванням людей та при невеликих кількостях витяжного повітря.

Припливно-витяжна система вентиляції складається з двох окремих систем – припливної та витяжної, які одночасно подають у приміщення чисте повітря та витягують із нього забруднене. Припливно-витяжні системи є найбільш поширеними у промисловості, тому що вони більш повно задовольняють умовам створення нормованих параметрів повітря у робочій зоні виробничих приміщень [20, с.63].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 68 |

Можливе влаштування *змішаної системи* при одночасній дії механічної та природної вентиляції [20, с.64].

Загальнообмінна вентиляція призначена для заміни забрудненого повітря на чисте в усьому об'ємі приміщення. Вона застосовується в тому випадку, коли шкідливі виділення речовини надходять безпосередньо у повітря приміщення та коли робочі місця розташовуються по усьому приміщенню. Види загальнообмінної вентиляції – природна, механічна і змішана [20, с.64].

Місцева вентиляція. При значних об'ємах виробничих приміщень, невеликій кількості працюючих та наявності постійних робочих місць технічно обґрунтовано та економічно доцільно створювати необхідні метеорологічні умови та чистоту повітря безпосередньо на робочих місцях місцевими способами вентиляції – витяжною (локалізована) чи припливною (душування) та ін. [20, с.65].

Комбінована система вентиляції є поєднання елементів місцевої та загальнообмінної вентиляції. Локалізована система забирає шкідливі речовини із місцевих відсмоктувачів. Проте частина шкідливих речовин, що внаслідок різних причин не потрапила в місцеві відсмоктувачі, надходить у приміщення та витягується загальнообмінною вентиляцією [20, с.76].

Аварійна вентиляція. У деяких виробничих приміщеннях можливе раптове надходження в повітря великої кількості шкідливих або вибухонебезпечних газів і парів (наприклад, ацетилену, природного газу та інших, парів бензину тощо).

Для швидкої заміни повітря у приміщенні на випадок аварії передбачають систему аварійної вентиляції, яка повинна вмикатися автоматично при досягненні допустимої концентрації межі шкідливих або небезпечних виділень. Звичайно її влаштовують за допомогою осьових вентиляторів [20, с.77].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 69 |

Кондиціювання повітря. Найбільш досконалою системою механічної вентиляції є кондиціювання повітря, яке застосовується для штучного створення оптимальних параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях або на робочих місцях. Необхідність наявності оптимальних параметрів мікроклімату (температури, відносної вологості та швидкості руху повітря) обумовлено санітарно-гігієнічними або технологічними вимогами виробництва. Створення та підтримання постійних чи змінюваних за заданою програмою визначених параметрів повітряного середовища проводиться автоматично незалежно від зміни зовнішніх метеорологічних умов та всередині приміщення (при частковій рециркуляції повітря) і здійснюється в спеціальних установках – кондиціонерах [20, с.76].

При проектуванні вентиляції необхідно дотримуватися таких вимог [20, с.59]:

- 1) вентиляція повинна забезпечувати необхідну чистоту повітря та параметри мікроклімату виробничого приміщення;
- 2) загальнообмінна вентиляція повинна забезпечувати ефективний баланс між об'ємами повітря, що надходять в приміщення та видаляються з нього;
- 3) система вентиляції не повинна створювати додаткових шкідливих і небезпечних факторів (переохолодження, перегрів, шум, вібрація, пожежовибухонебезпека);
- 4) вентиляційне обладнання не повинно заважати рухові внутрішньоцехового транспорту, знижувати продуктивність праці, впливати на якість зварювання;
- 5) вентиляція повинна забезпечувати економічність та надійність при експлуатації.

Тому враховуючи обсяги виконання зварювальних робіт на дільниці, вибирається найбільш доцільний тип вентиляційної системи, яка здатна

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 70 |

забезпечити необхідний рівень мікроклімату у приміщенні, а також попередити професійні захворювання, отруєння працівників.

5.3 Обґрунтування вимог охорони праці та пожежної безпеки щодо вдосконалення технологічного процесу виготовлення ємкості для зберігання нафти

Ємкість для зберігання нафти виготовляється способом автоматичного зварювання під флюсом, тому в роботі доцільно розглянути основні питання вимог охорони праці під час зварювальних робіт.

Зварювання під флюсом – прогресивний процес не тільки за технічними, а й за гігієнічними характеристиками. При цьому процесі зварювальна дуга закрита шаром флюсу, внаслідок чого усувається шкідливий вплив випромінювання дуги, відсутні іскри та бризки розплавленого металу, рівень шуму дуги незначний і сама головна перевага – рівень виділень зварювальних аерозолів (ЗА) на 1 – 2 порядки нижчий, ніж при зварюванні покритими електродами і в захисних газах [20, с.40].

Джерелами утворення ЗА є, переважно, сам флюс, а також електродний дріт. Разом з тим шар флюсу виконує роль фільтра, при проходженні через який основний потік ЗА осаджується і лише незначна частина розсіюється в навколишню атмосферу.

Рівень виділень ЗА визначається потужністю зварювальної дуги, тобто залежить від діаметру зварювального дроту, що використовується, і, відповідно, режиму зварювання.

Хімічний склад ЗА визначається складом флюсу та електродного дроту. Обов'язковими компонентами ЗА, що утворюється при зварюванні під флюсом, є сполуки марганцю (9 – 12 %), кремнію (3 – 9 %), заліза (30 – 70 %), а також розчинні і нерозчинні фториди. Крім того, при зварюванні під флюсом в повітря надходять фтористий водень та тетрафтористий кремній, а також незначна кількість оксидів азоту і монооксиду вуглецю [20, с.40].

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 71 |

При зварюванні під плавленими флюсами концентрація ЗА і пилю флюсу в зоні дихання зварника може досягати 3...50 мг/м³, а при використанні керамічних флюсів – 50...170 мг/м³. При застосуванні керамічних флюсів концентрація розчинних фторидів в повітрі така ж сама, як і при зварюванні під плавленими флюсами, а вміст монооксиду вуглецю досягає (для флюсів К-2п, К-5) 400...500 мг/м³. Причиною цього є наявність в керамічних флюсах карбонатів кальцію та магнію, які розкладаючись, призводять до утворення великих кількостей діоксиду і монооксиду вуглецю. Крім того, технологія виготовлення керамічних флюсів дозволяє вводити в них легуючі сплави (феромарганець, ферохром тощо), що призводить до підвищеного вмісту в ЗА токсичних сполук марганцю, хрому та інших [20, с.40].

При зварюванні легованих сталей під флюсами у складі ЗА може бути присутній нікель, шестивалентний та трьохвалентний хром. Причому при використанні керамічних флюсів концентрація шестивалентного хрому вища, ніж при зварюванні під плавленими флюсами. Це пояснюється наявністю в керамічних флюсах рідкого скла як зв'язуючого, що вміщує оксиди натрію і калію, які зв'язують нестійкий хромовий ангідрид (CrO₃) в хромати калію та натрію.

Найбільш шкідливими компонентами ЗА, що утворюються при зварюванні під флюсами вуглецевих і низьколегованих сталей, є фтористий водень, тетрафторид кремнію, розчинні фториди натрію та калію, сполуки марганцю; при зварюванні легованих сталей – сполуки шестивалентного хрому і нікелю [20, с.41].

Отже, дотримання основних вимог охорони праці при виготовленні емкості для зберігання нафти є необхідною умовою в процесі розроблення технології виробництва зварних конструкцій. Питання пожежної безпеки більш детально були розглянуті в першому пункті даного розділу.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 72 |

ВИСНОВКИ

Виготовлення ємкості для зберігання нафти супроводжується використанням всіх необхідних операцій технологічного процесу виготовлення. Дані операції підрозділяються на складальні, зварювальні, заготівельні, контрольні та ін.

Заготівельні операції складаються із: очищення, розмічування, різання – розроблення кромки, вальцювання, штампування.

Зварювання ємкості для зберігання нафти виконується автоматичним способом під флюсом. Для цього використовуються матеріали – флюс ОСЦ-45 та дріт Св-08Г2С діаметром 2 мм і обладнання – зварювальний автомат А-1416 та випрямляч КІУ-501.

Складальні роботи виконуються із застосуванням спеціалізованих пристосувань, а для обертання виробів в процесі зварювання застосовуються роликові позиціонери типу PR 200.

Запропоновані інженерні рішення дозволяють підвищити рентабельність виробництва, що в загальному приводить до зменшення цехової собівартості виробу.

Проведено аналіз заходів по охороні праці на виробництві ємкості для зберігання нафти, зокрема зменшення вибухів і пожеж на зварювальних дільницях та характеристики і вимог, які пред'являються до систем вентиляції.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 73 |

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 09Г2С. Сталі низьколеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-09g2s/> (дата звернення: 13.03.2024).
3. Квасницький В.В. Теорія процесів зварювання. Дослідження фізико-хімічних і металургійних процесів та здатності металів до зварювання: навч. посіб. Миколаїв: УДМТУ, 2002. 181 с.
4. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВЦ, 2012. 896 с.
5. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
7. А-1416. Автомати для дугового зварювання і наплавлення: веб-сайт. URL: <https://kzeso.com/catalog/electric-welding-equipment/machines-for-arc-welding-and-facing/a-1416/> (дата звернення: 02.06.2024).
8. Зварювальний випрямляч ВДУ-506К (КІУ-501). Випрямлячі: веб-сайт. URL: <https://kzeso.com/catalog/electric-welding-equipment/rectifiers/vdu-506k/> (дата звернення: 02.06.2024).
9. Metallkraft BEG 250S. Зачисний верстат по металу Metallkraft BEG 250S: веб-сайт. URL: <https://fajno.in.ua/ua/p568267021-zachistnoj-standok-metallu.html> (дата звернення: 03.06.2024).
10. Плазморіз ERGUS Plasma 707 DP P70. Плазмове різання (РАС) ERGUS: веб-сайт. URL: https://sm-tools.com.ua/p98606-plazmorez_ergus_plasma_707_dp_p70/ (дата звернення: 03.06.2024).
11. Асиметричний вальцьовий верстат Zenitech. 3-х валкові асиметричні вальці Zenitech серії W11F: веб-сайт. URL:

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 74 |

<http://www.zenitech.ua/uk/listoobratyvyayushchie-3/valtsovochnye-stanki-2/valtsovochnye-3-kh-valkovye-stanki-2/3-kh-valkovye-assimetrichnye-valtsy-zenitech-serii-w11f> (дата звернення: 03.06.2024).

12. Гідравлічний прес Yangli WC67Y 80/2500. Характеристики Yangli: веб-сайт. URL: <https://fajno.in.ua/ua/p148709420-gidravlicheskij-gibochnyj-press.html> (дата звернення: 03.06.2024).

13. Кутова шліфувальна машина Makita 9558HNG. Кутові шліфувальні машини: веб-сайт. URL: <https://rozetka.com.ua/ua/94811301/p94811301/> (дата звернення: 03.06.2024).

14. Компресорна станція 4BY1-5/9. Технічні дані компресора 4 BY 1-5/9: веб-сайт. URL: <https://agroprompostacha.com.ua/ua/p445022664-kompressornaya-stantsiya-4vu1.html> (дата звернення: 03.06.2024).

15. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання. [Чинний від 1996-07-01]. Київ, 1995. 36 с. (Держстандарт України).

16. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: навч. посібник. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ: Арістей, 2006. 272 с.

17. Карпенко А.С. Технологічна оснастка у зварювальному виробництві: навч. посібник. Київ: Арістей, 2005. 268 с.

18. Редьква О.З. Економіка та організація виробництва: методичні вказівки до виконання дипломного проекту. Тернопіль: ВСП «ТФК ТНТУ», 2022. 30 с.

19. Види вогнегасників і особливості експлуатації. Пожежна безпека України: веб-сайт. URL: <https://euroservis.com.ua/ua/kak-rasschitat-kolichestvo-ognetushiteley-dlya-pomeshcheniya/> (дата звернення: 11.06.2024).

20. Левченко О.Г. Охорона праці у зварювальному виробництві: навчальний посібник. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 181 с.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------------|------|
| | | | | | <i>КР.422.15.00.00.000.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 75 |

ДОДАТКИ

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|------------------------|------|
| | | | | | КР.422.15.00.00.000.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | 76 |