

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
стоянки дитячої

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

Дмитро КОВАЛЬСЬКИЙ

Керівник

Богдан БЕРЕЖЕНКО

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

КОВАЛЬСЬКОМУ Дмитру Володимировичу

Тема роботи _____ Проект _____ вдосконалення _____ технологічного _____ процесу
_____ виготовлення стоянки дитячої _____

Керівник роботи _____ БЕРЕЖЕНКО Богдан Миколайович
(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 Характеристика захисного заземлення у виробничому приміщенні

5.2 Розрахунок витяжної вентиляції

5.3 Оцінка спроектованого технологічного процесу щодо умов техніки безпеки, електробезпеки та пожежної безпеки

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення стоянки дитячої – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення стоянки дитячої – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення стола зварювального WLDT2010 – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення притискача пневматичного – 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)

Дмитро КОВАЛЬСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Богдан БЕРЕЖЕНКО

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення стоянки дитячої 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 kindergarten parking lot 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	10
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	14
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	17
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	18
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	23
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	25
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	27
2.6.1 Заготівельні операції	28
2.6.2 Складальні операції	30
2.6.3 Складально-зварювальні операції	30

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення стоянки дитячої Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Ковальський</i>					4	72
<i>Перевір.</i>		<i>Береженко</i>				<i>ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск</i>		
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Залуцька</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Дранівська</i>						

2.6.4	Опоряджувальні операції	31
2.6.5	Допоміжні операції	31
2.6.6	Контроль якості	32
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	33
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	36
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції	36
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	38
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	41
4.1	Розрахунок кількості обладнання	41
4.2	Розрахунок кількості працівників	47
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	50
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	51
4.5	Калькуляція собівартості виробу	57
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	58
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	59
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	62
5.1	Характеристика захисного заземлення у виробничому приміщенні	62
5.2	Розрахунок витяжної вентиляції	64
5.3	Оцінка спроектованого технологічного процесу щодо умов техніки безпеки, електробезпеки та пожежної безпеки	67
	ВИСНОВКИ	69
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	70
	ДОДАТКИ	72

ВСТУП

Зварювання – це технологічний процес отримання нероз’ємних з’єднань виробів (деталей) шляхом встановлення міжатомних зв’язків між з’єднувальними частинами при їх нагріванні, пластичному деформуванні, або дії тепла та прикладання пластичного деформування [1, с. 3].

Технологічні процеси зварювання широко застосовуються для виготовлення металевих конструкцій всіх видів, тому що зварювальні технології є більш досконалішими порівняно з іншими, суть яких полягає у з’єднанні складових частин чи деталей.

Процес зварювання зародився достатньо давно, починаючи з ковальського зварювання, де утворення з’єднань проходить за рахунок нагрівання деталей полум’ям горну та наступним їх пластичним деформуванням за допомогою молота. Тепло і пластична деформація сприяють тому, що між деталями формуються нові атомно-молекулярні зв’язки вже майбутнього зварного з’єднання, яке представлятиме собою моноліт, який за механічними властивостями нічим не поступатиметься металу, що з’єднується.

Розвиток зварювання, як технологічного процесу припадає на кінець XVIII – початок XIX століття, де була винайдена контрольована електрична зварювальна дуга, що дало поштовх до розвитку всіх відомих на даний час способів зварювання. Поряд з цим розвивались і інші способи зварювання, такі як газове, контактне, електронно-променеве та ін. Але все ж таки основна доля виконуваних зварювальних робіт припадає на електричне дугове зварювання плавленням, при якому розплавлення з’єднуваних кромek деталей проходить від тепла зварювальної дуги, яка живиться електричною енергією.

Враховуючи всі особливості сучасних технологій, процеси зварювання також постійно вдосконалюються. Так для прикладу, сучасне виробництво – це високотехнологічний процес із високим ступенем автоматизації, тому як

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

правило там вже будуть працювати зварювальні роботи-маніпулятори. Застосування таких роботів дозволить підвищити якість виконання зварювальних робіт, тому що зникає вплив людського фактору, а також підвищується продуктивність процесу зварювання, так як вони можуть практично цілодобово бути в роботі і виконувати поставлені завдання.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Стоянка є зварною конструкцією, яка розташовується для тимчасового паркування дитячих колясок, самокатів, велосипедів та інших рухомих засобів. Даний виріб може також розташовуватися біля громадських приміщень чи продуктових магазинів. В конструкції стоянки розташовуються спеціальні сегменти для того, щоб надійно зафіксувати встановлені засоби на застіжку, тому що можливі випадки вуличних крадіжок. На рисунку 1.1 показується стоянка дитяча в трьох проекціях.

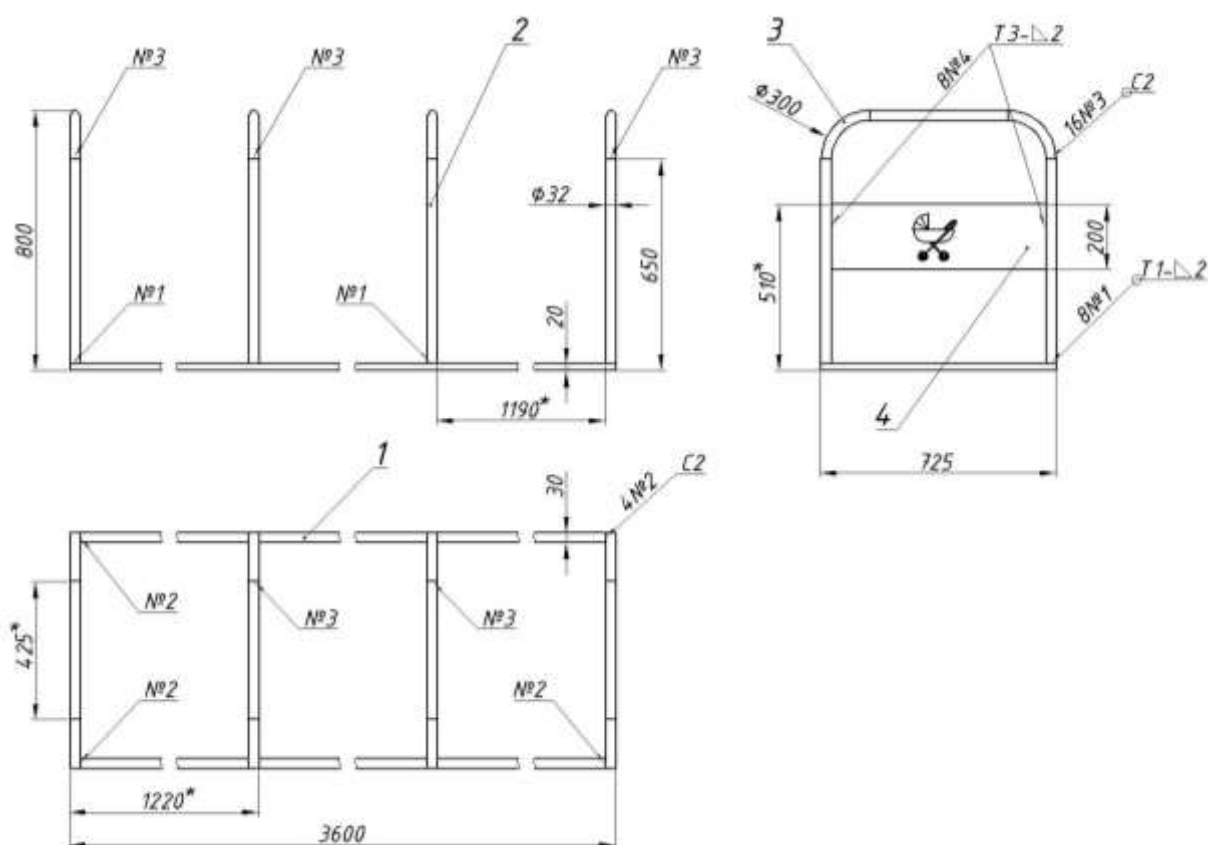


Рисунок 1.1 – Стоянка дитяча

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Що стосується складальних деталей стоянки, то вони є наступними: каркас 1, сегменти 2, округлення 3, вставки 4. Каркас є найголовнішою конструкцією, потім до нього встановлюються сегменти разом з округленнями та вставками і служить для того щоб всю стоянку при підняти та закріпити до фундаменту.

Стоянка дитяча має такі геометричні розміри – довжина 3600 мм, ширина 725 мм та висота 800 мм. Також на каркасі конструкції розсвердлені отвори для майбутнього закріплення.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Якість дитячої стоянки та її надійність в експлуатаційних вимогах забезпечується технічними умовами, які рекомендуються у складальних кресленнях та інструкційних картах.

Окремими технічними вимогами, що стосуються дитячої стоянки є такі:

1) відповідність основного металу і технологічних матеріалів, які забезпечують необхідні роботи конструкції та певні механічні властивості, такі як міцність, ударна в'язкість та інші;

2) необхідна точність, геометрична форма та розміри складальної конструкції, що повинна надходити в експлуатаційне середовище і служити до кінцевого терміну;

3) правильне технологічне устаткування, що супроводжує на заготівельних, складальних і зварювальних операціях, воно забезпечує якісні технічні процеси конструкції та переміщує її в умови експлуатації;

4) конструкція стоянки є зварною, тому вирішальне значення мають зварні з'єднання, які повинні бути суцільним монолітом без ніяких включень та пошкоджень, якщо на стиках кромки є зовнішні чи внутрішні дефекти, то весь виріб повинен бути бракованим і механічно розділеним на окремі деталі або металобрухт, який складають на відповідних ділянках.

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Стоянка дитяча є середнього класу не відповідальної конструкції, тому її матеріал повинен бути звичайної якості. Найкращими умовами для виготовлення цієї стоянки є використання конструкційної, низьковуглецевої сталі СтЗсп, яка забезпечує хімічний склад і механічні властивості, що зображені в таблицях 1.1 та 1.2 відповідно [2].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі СтЗсп, % [2]

C	Mn	Si	P	S	Cr	Ni	Cu	As
			не більше					
0,14-0,22	0,40-0,65	0,12-0,30	0,04	0,05	0,30	0,30	0,30	0,08

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі СтЗсп [2]

Стан постачання	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5 ,
	МПа		%
	не менше		
Прокат гарячекатаний	225	370-480	23

Дана сталь повинна оприділяти добрі властивості зварювання, тому її зварюваність треба визначати еквівалентним вмістом вуглецю за формулою [3, с.127]:

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

де C, Mn, Ni, Cr, Mo, Cu, V, B – вміст відповідного елемента в сталі, %.

Підставивши відповідні значення, одержимо:

$$C_e = 0,22 + \frac{0,65}{6} + \frac{0,30}{10} + \frac{0,30}{5} + \frac{0,30}{15} = 0,44 \quad \%$$

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Розрахувавши числові значення сталі СтЗсп вони становлять менше 0,45%. Отже дана конструкційна сталь володіє доброю зварюваністю, тому її зварні шви формуються без присутніх дефектів та мають якісні характеристики.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Виготовлення дитячої стоянки відбувається із необхідними матеріалами, в основному це основний метал та різні допоміжні матеріали. Конструкція формується зварювальним процесом, тому всі матеріали і напівфабрикати мають мати відповідні властивості та якісні характеристики.

Всі метали – напівфабрикати, які поставляються на технологічний процес повинні мати відповідні сертифікати, для того щоб визначити механічні властивості та механічний склад. Якщо сертифікатів не має або вони недостовірні, то треба вже застосовувати випробування на лабораторному підприємстві для того, щоб підтвердити їх якість. Матеріали повинні складуватися у відповідних приміщеннях та на їх поверхнях не повинно бути ніяких забруднень.

Матеріали, які використовується для процесу зварювання, повинні мати запобіжні упакування та бірки. Важливими їх недоліками є корозійні забруднення на зварювальному металі та інтенсивна вологість, яку спричиняє водень. Тому в процесі зварювання відбуваються пори, свищі та інші включення, що в основному протидіє надмірності цих зволожений. Отже, для того щоб видалити вологість зі зварювальних матеріалів потрібно їх висушувати у термічних камерах та зберігати в сухих кімнатах.

Отже для створення всіх відповідних вимог до матеріалів та напівфабрикатів потрібно зберігати якісну технологію, що регламентується супроводжувальною документацією.

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Шорсткість – це мікро-нерівності на поверхнях деталей, які можуть висуватися вгору або заглиблюватися всередину відносно базових поверхонь, що визначають геометричну форму виробів або конструкцій.

Шорсткість на поверхневих деталях може застосовувати різні показники, які є достатньо великими, так і мікроскопічними. Висока шорсткість негативно впливає на міцність виробів або конструкцій, тому що в даному випадку з'являються концентратори напружень, які супроводжують достатньо негативні явища.

Стоянка дитяча характеризується достатньою точністю форми, габаритних розмірів, а також шорсткості, всі ці властивості конструкції закладені у нормативній документації. Загальне значення шорсткості на деталях стоянки становить приблизно Ra – 3,2.

Однак, найголовнішими показниками конструкції є геометрична форма та розміри, які повинні знаходитись в допустимих відхиленнях, що приймають величини $\pm IT 14/2$.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Зварне з'єднання є найголовнішою властивістю, що стосується виготовлення нероз'ємних металевих виробів чи конструкцій. Саме ці з'єднання забезпечують надійну експлуатаційну надійність без ніяких сторонніх впливів чи дефектів, що визначаються технологічною документацією. Зварне з'єднання складається з двох частин, в основному це сам шов та зона термічного впливу, яка знаходиться на основному металі, але за рахунок високих температурних впливів дещо втратила свою структуру. Структура з'єднання повинна бути ідентичною до основного металу разом зі всіма властивостями, такими як пластичність, міцність та втомна циклічність. Всі притаманні дефекти у зварних швах не повинні відбуватися у даній

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

технології, якщо такі недоліки є, то потрібно з'ясувати певні причини, щоб на наступний раз вже не повторювалися.

Стоянка дитяча виготовляється за наступними вимогами:

- з'єднання повинні мати правильну конструктивну форму, що точно суміщається із перерізами деталей;
- на поверхнях швів повинна бути гладка чи рівномірна лускуватість без ніяких включень чи пошкоджень;
- обов'язково не має бути тріщин, що у зварних швах, так і в біляшовній зоні;
- конструктивні елементи з'єднань бувають стиковими і тавровими з катетом в межах 2 мм.

1.3.4 Вимоги до складання

Складання є однією з найголовніших операцій технологічного процесу, яке полягає у проектуванні деталей згідно відповідних баз конкретного устаткування. Всі заготовки фіксуються та закріплюються і створюють жорстку конструкцію відносно заданих креслень чи технологічних карт. Після того, як відбулося складання деталей, зразу виконуються прихоплення сусідніх стиків та загальне зварювання всієї конструкції.

Тому складальні роботи по виготовленню дитячої стоянки виконуються за рахунок наступних показників:

- висока точність складання, яка забезпечує габаритну форму та розміри, що контролюються вимірювальними інструментами;
- для кращого проплавлення деталей повинні створюватися відповідні зазори згідно лінійної площини без перекосів;
- використання спеціальної складальної оснастки, яка буде задовольняти форму майбутньої конструкції з відповідною продуктивністю процесу;

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- складання, а також зварювання виробу мають відповідати всім вимогам даної технології.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість виробу – це всі задані властивості, які задовольняють умови експлуатації згідно терміну призначення. Зварювання є високопродуктивним, технологічним процесом виготовлення металевих конструкцій, однак саме зварні шви спричиняють негативні явища, тому що висока дія температур викликає недостатні властивості, які можуть спричинити дефекти технології. Самим оптимальним значенням є однакові показники, як зварних швів, так і основного металу. Тому вдосконалюючи технологічний процес потрібно створювати додаткові вимоги, які будуть регламентувати структурну будову металу і його механічні характеристики.

Всі деталі складальної конструкції повинні мати правильні форми без механічних пошкоджень чи заусениць, гострі зрізи торців або кромки повинні заокруглюватися фасками величиною $0,5 \times 45^\circ$.

Технологічний процес виготовлення стоянки дитячої повинен враховувати власне самі показники технології, так і економічну ефективність, що дозволить бути затребуваним на ринку праці. Комплексні роботи виготовлення стоянки включають в себе певні операції, такі як очищення, розмічування, правлення, різання, згинання, складання, зварювання та якісний контроль виробів, обладнання і технічних процесів.

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

Існуюча технологія виробництва дитячої стоянки складається із наступних етапів:

- механічне очищення;
- різання;

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- правлення;
- згинання;
- розмічування;
- складально-зварювальні роботи;
- слюсарні роботи;
- контрольні операції якості.

Перевірка якості відбувається тільки зовнішнім оглядом, тому що це легкий і оперативний контроль, який охоплює всі технологічні процедури та готову продукцію.

Що стосується аналізу даного технологічного процесу, то він має наступні недоліки:

- використовується не надто продуктивний процес дугового зварювання ручними електродами;
- застосовується багато допоміжних слюсарних робіт, для прикладу знімають зі швів чи прилягаючих поверхонь шлакові включення, бризки або краплі розплавленого металу;
- складальні операції відбуваються на слюсарних столах, що не дозволяють надійно фіксувати деталі та збалансовувати форму конструкції після зварювання.

Тому проаналізувавши дану технологію потрібно вдосконалити наступні особливості:

- замість ручного дугового зварювання застосувати напівавтоматичне в захисних газах, що підвищує продуктивність процесу та створює кращу якість виконуваних робіт;
- для даного зварювання варто застосувати захисну суміш МІХ-1, яка складається із Ar 82% та CO₂ 18%, замість традиційної вуглекислоти, вона дозволяє створювати дрібно-крапельний перенос електродного металу без помітного забруднення швів та прилягаючих поверхонь.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Стоянка дитяча виготовляється із профільного тонкостінного металу, тому найкращим способом її зварювання, який відповідає всім потребам технології є механізований (напівавтоматичний) в захисних газах. Його перевагами є висока універсальність, зручність, достатня продуктивність, надійний захист зварювальної зони за рахунок продування її спеціальним газом, а також можливі всі варіанти виконання зварних швів не залежно від їх просторового розміщення. Цей варіант є найкращим, але дитяча стоянка може зварюватися і за допомогою інших методів, для прикладу:

– ручне зварювання покритими електродами є самим розповсюдженим процесом завдяки своїй простоті, легко-доступності, універсальності, тому він знайшов і широке застосування в народному господарстві; однак, що стосується велико-серійного виробництва, то він не забезпечує достатньої продуктивності, так як включає виконання багатьох робіт вручну, його основні умови застосування – це ремонтні та монтажні роботи;

– зварювання під флюсом, спосіб володіє найкращою продуктивністю виконання зварювального процесу, так як виконується автоматично та формує якісні зварні шви за рахунок надійного захисту реакційної зони; але основне його місце призначення полягає у виконанні швів великої довжини, що розміщуються в нижній частині, тому цей процес не зовсім придатний так як стоянка зварюється короткими швами, що розміщуються просторово;

– газове зварювання є також відносно простим процесом, що відноситься до хімічного типу, тому що метал розплавляється за участю полум'я утвореного сумішшю відповідних газів; він не вимагає застосування стаціонарних мереж, однак його продуктивність не є на високому рівні, а шви можуть не відповідати заявленим показникам якості;

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

– плазмове зварювання все ширше застосовується останніми роками, тому що дозволяє утворювати шви високої якості, також продуктивність праці на високому рівні за рахунок застосування комплексної механізації та автоматизації процесу; стосовно його обмеженого використання, то негативно впливає вартість обслуговування обладнання та його недовговічність.

Тому зваживши всі застереження, зварювання стоянки дитячої виконується напівавтоматичним методом з використанням захисної суміші МІХ-1, яка містить такий склад – Ar 82% + CO₂ 18%.

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Відповідно до попередньо вибраного способу зварювання дитячої стоянки, то в якості матеріалів він застосовує – зварювальний дріт, що плавить себе та основу і захисний газ (суміш), який служить захистом реакційної зони зварювання. Правильний вибір відповідних матеріалів визначає показники якості наступних зварних швів, що мають відповідати обраним технологічним властивостям та не повинні володіти будь-яким типом дефектів, що власне погіршують попередні властивості.

Для ще більшого захисного покращення та кращого проварювання зміщених деталей стоянки буде використовуватись суміш, її склад наступний:

- аргону 82%;
- вуглекислого газу 18%.

Найбільші витрати припадають на використання власне зварювального дроту, а тільки 10% йде на витрачання захисного газу або суміші, що характеризується більшою кількістю першого для заповнення основи. Основними перевагами сумішей порівняно з газом (CO₂) є зменшення, а в деяких випадках цілковите усунення розбризкування зварювального металу, яке суттєво погіршує поверхневу естетику деталей чи обладнання та вимагає додаткового видалення, також зовнішній вид шва стає точніший з плавним переходом до основного матеріалу. Використання сумішей дозволяє

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

ефективно застосовувати дрiт, так як його об'єм робiт скорочується на 10 – 20%, також зникає необхіднiсть у додатковому виконаннi допомiжних робiт по зачищенню прилягаючих поверхонь деталей i обладнання вiд крапель прилиплого металу. Данi сумiшi сприяють виконанню процесiв зварювання на бiльших швидкостях зi зберiганням повного проплавлення кромки, що також позитивно впливає на продуктивнiсть процесу.

Виготовлення стоянки дитячої вiдбувається зi сталi звичайної якостi СтЗсп, отже найдоцiльнiшим вибором буде застосування дроту Св-08Г2С, який найкраще пiдходить для цього основного металу, що вiдноситься до низьковуглецевого класу. Дана марка дроту мiстить в своєму складi пiдвищений вiмiст кремнiю, а також марганцю, що дозволяє добре легувати з'єднувальнi метали та легко розкислювати реакцiйний простiр ванни, яке утворює рiвносильнiсть стикувальних дiлянок елементiв.

Дрiт Св-08Г2С володiє хiмiчним складом, який описується в таблицi 2.1 [4,с.216-217].

Таблиця 2.1 - Хiмiчний склад зварювального дроту Св-08Г2С [4,с.216-217]

Марка дроту	Вiмiст, %						
	С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
						не бiльше	
Св-08Г2С	0.5-0.11	1.8-2.1	0.70-0.095	0.20	≤0.25	0.025	0.030

2.3 Вибiр та розрахунок параметрiв режиму зварювання

Стоянка дитяча виконується напiвавтоматичним зварюванням в захиснiй сумiшi, тому розрахунок режиму буде застосовуватися до наступних параметрiв процесу: сила струму $I_{зв}$, А; напруга дуги U_d , В; дiаметр дроту d_e ,

мм; подача дроту $V_{п.д.}$, м/год; зварювальна швидкість $V_{зв.}$, м/год, вихід дроту $I_{д.}$, мм; розхід газу $Q_{г.}$, л/хв.

Дитяча стоянка зварюється різним типом з'єднань, але переважаючою їх більшістю є таврові, які відповідають конструкційному типові ТЗ, тобто зварювання виконується з двох сторін без розроблення кромки з величиною катета 2 мм. Дана величина розраховується ще на етапі проектування стоянки конструкторами і визначає величину міцності, яка протидіятиме зовнішнім зусиллям.

Знаходимо площу наплавленого металу F_n за формулою [5, с.196]:

$$F_n = \frac{K^2}{2}, \quad (2.1)$$

де K – катет шва, $K=2$ мм,

$$F_n = \frac{2^2}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм}^2.$$

Знаходимо висоту наплавленого металу a за формулою [5, с.192]:

$$a = \sqrt{F_n}, \quad (2.2)$$

$$a = \sqrt{2} = 1,41 \text{ мм.}$$

Знаходимо ширину шва b , за формулою [5, с.192]:

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

$$b = \sqrt{2 \cdot 4} = 2,83 \text{ мм.}$$

Знаходимо загальну висоту шва H за формулою [5, с.193]:

$$\psi_m = \frac{b}{H}. \quad (2.4)$$

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

звідси,

$$H = \frac{b}{\psi_M}, \quad (2.5)$$

вибираємо значення ψ_M з рекомендованих меж 0,8-2,0 мм [5,с.196], $\psi_M=1,0$, тоді:

$$H = \frac{2,83}{1,0} = 2,83 \text{ мм.}$$

Чим менше значення ψ_M тим більші зварювальні струми, а відповідно більша продуктивність зварювання.

Знаходимо глибину проплавлення h_0 , за формулою [5, с.192]:

$$h_0 = H - \alpha, \quad (2.6)$$
$$h_0 = 2,83 - 1,41 = 1,42 \text{ мм.}$$

Оскільки стоянка зварюється тавровим з'єднанням з катетом 2 мм, то буде застосовуватись електродний дріт діаметром 0,8 мм.

Знаходимо зварювальний струм $I_{зв}$ за формулою [5, с.192]:

$$I_{зв} = \frac{h_0}{K_a} \cdot 100, \quad (2.7)$$

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,45$ [5, с.193],

$$I_{зв} = \frac{1,42}{1,45} \cdot 100 = 97,5 \approx 98 \text{ А.}$$

Знаходимо швидкість подачі електродного дроту за формулою [5, с.194]:

$$V_{п.д.} = \frac{\alpha_p \cdot I_{зв}}{F_{ел} \cdot \gamma}, \quad (2.8)$$

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=12$ г/А·год [5, с.189],

γ – густина електродного дроту, для сталі $\gamma=7,8 \times 10^3$ кг/м³,

$F_{ел}$ – площа поперечного перерізу електрода,

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,8^2}{4} = 0,5 \text{ мм}^2.$$

Тому:

$$V_{п.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 98}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 300,01 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі дроту буде становити $V_{п.д.}=300$ м/год.

Знаходимо напругу на дузі за формулою [5, с.183]:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot I_{зв}}{1000 \cdot \sqrt{d_e}} \pm 1, \quad (2.9)$$

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 98}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} = 24,4 \pm 1 \text{ В.}$$

Напруга становить $U_d=24 \pm 1$ В.

Знаходимо швидкість зварювання за формулою [5, с.183]:

$$V_{зв} = \frac{F_{ел} \cdot V_{п.д.}}{F_H}, \quad (2.10)$$

$$V_{зв} = \frac{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 300}{2 \cdot 10^{-6}} = 7,5 \frac{\text{м}}{\text{год.}}$$

Швидкість зварювання становить $V_{зв}=8$ м/год.

Визначаємо правильність вибору діаметра електродного дроту за формулою [5, с.193]:

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{зв}}{\gamma}}, \quad (2.11)$$

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

де γ – допустима густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 0,8 мм $\gamma=75\dots300$ А/мм² [5, с.193],

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{98}{190}} = 0,81 \text{ мм,}$$

це задовольняє умову.

Виліт електрода становить $l_d = 15$ мм [4, с.223].

Витрати захисного газу становлять $Q_g = 12$ л/хв [4, с.223].

Значення розрахованих параметрів режиму зварювання представлені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання дитячої стоянки

Параметри режиму зварювання			Значення
Назва	Символ	Одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	98
Напруга на дузі	U_d	В	24±1
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	0,8
Виліт електрода	l_d	мм	15
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	8
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	300
Витрати захисного газу	Q_g	л/хв	12

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Інверторний напіваавтомат вітчизняного виробництва MIG/MMA Dnipro-M MG-18 найкраще підходить для зварювання дитячої стоянки. Він відноситься до універсального типу, оскільки може зварювати двома способами – напіваавтоматичним з використанням інертних та активних газів і ручним покритими електродами максимальним діаметром до 4 мм.

Опис напіваавтомату інверторного MIG/MMA Dnipro-M MG-18 [6]:

1. Призначений для зварювання металу за допомогою електродів та дроту. За його допомогою можна виконати зварювання легованої та нелегованої сталі, нержавіючої сталі та сплавів, а також алюмінію [6].

2. Два апарати в одному корпусі. Апарат здатний працювати у двох режимах: MIG – робота дротом із металом товщиною 0,8-6 мм; MMA – робота електродом 1,6-4 мм з металом завтовшки 2-12 мм, різання металу завтовшки до 10 мм. Потрібний режим роботи можна вибрати лише однією кнопкою на передній панелі [6].

3. Режими роботи. Модель MG-18 дозволяє працювати в режимі зварювання в середовищі вуглекислоти CO₂, флюсовим дротом без використання газу і дугового зварювання MMA. Також для зручності формування шва включено окреме налаштування — «Індуктивність», що дозволяє точно налаштувати наплавлення та проплавлення металу [6].

4. Надійність. Напіваавтомат має захист від замикання, що дозволяє працювати в запилених місцях із високим рівнем вологості. Завдяки внутрішній архітектурі корпусу та примусовій системі вентиляції, апарат може безперервно працювати за температури навколишнього середовища вище 25 °C [6].

5. Стабільність. У разі падіння напруги в мережі до 160 В апарат не втратить потужності, дозволяючи створювати стабільний зварювальний шов. Це стало можливим завдяки використанню мережевого фільтра [6].

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

6. Робота без підключення балона. Модель MG-18 здатна працювати як з обмідненим (вимагає підключення балона), так і флюсовим (самозахисним) дротом. Другий варіант заощаджує час на встановлення газового обладнання, що особливо актуально на виїзних роботах. Для перемикання в потрібний режим досить просто змінити полярність [6].

7. Маневреність. Модель MG-18 комплектується еластичним шланг пакетом єврорукава довжиною 3 метри, мідними кабелями електродотримача та затискачами маси — 3 та 2,5 метри відповідно. Така довжина дозволяє вільно переміщатися робочим майданчиком у процесі зварювання [6].

8. Об'єм котушки. Можливість встановлювати котушку із дротом до 5 кг (200 мм у діаметрі) дозволяє заощадити час у процесі її заміни. Як правило, заміна здійснюється 1 раз на 30 робочих годин [6].

9. Процес протягування дроту. Кнопка протягування дроту автоматизує та прискорює його подачу від котушки до наконечника. Під час цього не витрачається захисний газ, а процес триває лише 30 секунд [6].

Характеристики даного інверторного напівавтомату описані в таблиці 2.3, а його зображення показано на рисунку 2.1.



Рисунок 2.1 – Інверторний напівавтомат MIG/MMA Dnipro-M MG-18 [6]

Таблиця 2.3- Технічні характеристики зварювального інверторного напівавтомату MIG/MMA Dnipro-M MG-18 [6]

Напруга мережі, В	230 ±10% В
Максимальна потужність, кВА	6,2
Коефіцієнт корисної дії, %	88
Діапазон регулювання напруги, В	12 – 24
Напруга холостого ходу, В	50
Межі регулювання зварювального струму, А	30-170
Частота струму, Гц	50/60
Діаметр електродного дроту, мм	0,6-1,2
Швидкість подачі зварювального дроту, м/хв	2 – 15
Тип зварювального дроту	обміднений/флюсовий
Робочий цикл (ПВ), %	100 (40°C)
Тип охолодження	повітряно-примусове
Клас ізоляції	F
Клас захисту	IP21S
Клас радіочастотного обладнання	A (IEC 60974-10)
Габаритні розміри, мм	425x215x340
Маса, кг	9,8

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Доцільність застосування того чи іншого методу контролю якості залежить від певного типу призначення зварної конструкції, це означає, що вони можуть бути відповідальними або такими, що працюють в звичайних умовах без особливої відповідальності.

В залежності від обраного способу контролю якості, він буває наступних видів:

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- вхідний, контролює якість застосовуваних матеріалів основних або допоміжних;
- технологічний, визначає правильність виконання всіх технологічних операцій, що задіяні в процесі виготовлення виробів або конструкцій;
- кваліфікаційний, методи його роботи спрямовані на визначення рівня кваліфікації технологічного персоналу;
- кінцевий, перевіряє якість геометричної форми, розмірів, а також зварних з'єднань виготовленої конструкції та назначає відповідні причини утворення дефектів того чи іншого роду; стосовно відповідальності виробів його застосування може бути загальним або вибіркоvim.

Кінцевий контроль зварювальної продукції може застосовувати наступні методи, що класифікуються певними особливостями.

Візуальний контроль. Цей метод ще може бути візуально-оптичним, він використовується практично на всіх операціях технологічного процесу виготовлення виробу, тому що є відносно простим у застосуванні та може містити допоміжні оптичні пристосування чи засоби вимірювання. Його основне призначення – це перевірка зовнішніх поверхонь до яких є відкритий доступ.

Ультразвуковий контроль. Є одним з найбільш поширених методів неруйнівного контролю, завдяки своїй чутливій здатності визначати місця залягання дефектів у відповідному перерізі з'єднання. Суть контролю полягає у проходженні ультразвукових акустичних коливань через контрольовану деталь, якщо на їх шляху виявився певний дефект, що не має монолітної структури так як метал, то з цього місця коливання відбиваються і вертаються назад, про що сповіщає пристрій – ультразвуковий дефектоскоп.

Радіаційний контроль. Має найбільшу чутливість визначення дефектів, однак менше використовується через свою небезпеку неконтрольованого розповсюдження радіації. Сутність методу полягає у використанні

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

радіаційного випромінювання, яке спрямовується на визначений переріз зварного шва та фіксує при цьому відповідні картинки, вже судячи з яких контролери визначають наявність або відсутність дефектів.

Магнітний контроль. Основним об'єктом цього методу є використання магнітних полів великого значення, які вводяться в контрольований виріб і у випадку залягання в ньому дефекту, силові лінії в напрямку їхнього потоку будуть відразу його оминати. Наявність залягання дефекту фіксується спеціальними матеріалами даного контролю, такими як магнітною стрічкою, порошком та ін. Для прикладу, якщо скупчується достатня кількість ліній, які оминають внутрішній дефект, то навколо нього буде формуватися нове магнітне поле ще більшої величини, яке буде притягувати більшу кількість порошку, а відповідно і сповіщати, що в тому місці є нещільність. Основною негативною стороною цього методу є те, що його можна застосовувати тільки для матеріалів, що володіють феромагнітними властивостями.

Технологія використання даних методів контролю якості повинна крім власне знаходження небажаних дефектів знаходити основні причини, що їх утворюють та змінювати певні процедури технології, які їх викликають.

Особливості роботи стоянки дитячої є відносно безпечними, тобто вона відноситься до невідповідального типу конструкцій, отже для її контролю якості буде застосовуватися візуально-оптичний метод.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Виготовлення дитячої стоянки складається з відносно великої кількості технологічних робіт, які правильно спроектовані в часі та формують цілісність виробничого циклу. До основних операцій технологічного процесу відноситься виготовлення заготовок відповідної форми, їх складання та загальне зварювання, контроль якості стосовно виконання робіт, так і готових конструкцій і різні операції допоміжного типу.

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

2.6.1 Заготівельні операції

Виготовлення стоянки дитячої можливе із застосуванням заготівельних операцій: очищення, розмічування, різання, згинання та свердління.

Очищення поверхонь деталей з яких складається стоянка відбувається із використанням піскоструминного апарату Z-100RCS CONTRACOR BLASTRAZOR [7], що показаний на рисунку 2.2. Призначення даного апарату – це очищення зовнішніх поверхонь від продуктів корозії, окалини, залишків фарби чи мастила, спосіб його роботи повітряно-струминний.



Рисунок 2.2 – Піскоструминний апарат Z-100RCS CONTRACOR BLASTRAZOR [7]

Нанесення розмірів майбутніх деталей відбувається розмічальним методом із використанням рулетки, маркера та сформованих шаблонів.

Стоянка дитяча виготовляється із труб, тому основним методом буде механічне різання із використанням монтажної пили Dnipro-M CM-35 [8], вигляд якої показаний на рисунку 2.3.

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



Рисунок 2.3 – Монтажна пила Dnipro-M CM-35 [8]

Дитяча стоянка має багато радіусних переходів, тому для згинання труб вставок буде застосовуватись трубний згинальний верстат BENDMASTER 70 Cormak [9] рисунок 2.4.



Рисунок 2.4 – Трубний згинальний верстат BENDMASTER 70 Cormak [9]

Конструкція дитячої стоянки закріплюється до основи болтовими з'єднаннями, тому в її каркасі потрібно просвердлити отвори. Для цього використовується свердлильний верстат Holzmann SB 2516H [10], який показаний на рисунку 2.5.

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 2.5 – Свердильний верстат Holzmann SB 2516H [10]

2.6.2 Складальні операції

Складальні операції є найбільш трудомісткими у технологічному процесі виготовлення стоянки дитячої, також від правильності їх виконання залежить якість самої конструкції, тому що це впливає на її геометричні розміри та конфігурацію. Сутність цих операцій полягає у відповідному встановленні деталей в пристосуванні, що виконується згідно умов вказаних на креслениках. Надійність кріплення деталей у відповідному положенні забезпечується установчими і притискними елементами, які монтуються на робочій поверхні пристосування.

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Виконання складально-зварювальних операцій дитячої стоянки відбувається із застосування спеціального зварювального стола WLDT2010. Дане пристосування повинно забезпечувати необхідну точність складання, величину затискаючих зусиль, що відповідають за величину закріплення деталей та високу продуктивність виконання складально-зварювальних робіт.

Основними етапами складально-зварювальних операцій в технологічному процесі виготовлення дитячої стоянки є:

- виконання зварювання деталей каркасу;

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

- виконання зварювання деталей сегментів із округленнями;
- приварювання вставки до сформованого сегменту із округленнями;
- зварювання каркасу разом із сегментами для формування всієї конструкції.

Перед зварюванням обов'язково проводиться прихоплювання деталей для фіксації потрібних зазорів. Також після закінчення зварювального процесу проходить зняття притискних зусиль із конструкції та знімання її зі зварювального стола.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальними називаються операції технологічного процесу, які спрямовані на виконання відповідних робіт, що не мають безпосереднього відношення до створення дитячої стоянки. Опоряджувальні операції в залежності від типу виконуваних робіт застосовують слюсарні молотки MODECO Home 400 г, окуляри захисні PORTWEST PW22CLR панорамні Challenger прозорі, щітки по металу Compass НН-СР-245-ВR, а також шліфувальні машинки типу Milwaukee 125 мм AG 800-125 Е [11] рисунок 2.6.



Рисунок 2.6 – Кутова шліфувальна машинка Milwaukee 125 мм AG 800-125 Е [11]

2.6.5 Допоміжні операції

Ці операції виконують допоміжну функцію в технологіях виготовлення зварних конструкцій, також вони підтримують ефективність застосування

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

основних операцій. До допоміжних операцій входять роботи по технічному обслуговуванню і ремонту устаткування, а також різноманітні транспортування матеріалів, деталей та готових виробів. Різні налагодження технологічного обладнання також виконуються даним видом операцій, наприклад встановлення параметрів режиму при виконанні процесу зварювання.

2.6.6 Контроль якості

Технологічні процеси виготовлення зварних конструкцій включають в свій склад різноманітні операції контролю серед яких:

- вхідний, контролює якість застосовуваних матеріалів основних або допоміжних;
- технологічний, визначає правильність виконання всіх технологічних операцій, що задіяні в процесі виготовлення виробів або конструкцій;
- кваліфікаційний, методи його роботи спрямовані на визначення рівня кваліфікації технологічного персоналу;
- кінцевий, перевіряє якість геометричної форми, розмірів, а також зварних з'єднань виготовленої конструкції та назначає відповідні причини утворення дефектів того чи іншого роду; стосовно відповідальності виробів його застосування може бути загальним або вибіркоким.

Дитяча стоянка експлуатується в нормальних умовах невисокої складності, тому доцільним буде застосування методу візуально-оптичного контролю. Він контролює якість як вхідних матеріалів, так і вже готових виробів. Особливого контролю заслуговують зварні з'єднання, тому для кращого виявлення присутності зовнішніх дефектів застосовується лупа 3x Buromax 75.

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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

Відповідні розрахунки для визначення числових даних стосуються ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання».

Дитяча стоянка зварюється у захисній суміші МІХ-1 напівавтоматичним способом, тому нормуванню витрат буде підлягати власне захисний газ – суміш та зварювальний металевий дріт.

Знаходимо масу наплавленого металу за формулою [12,с.27]:

$$Q_H = \alpha_H \cdot I_{зв} \cdot l_{ш}, \quad (2.12)$$

де α_H – коефіцієнт наплавлення, $\alpha_H = 10$ г/А·год;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв} = 98$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш} = 2,8$ м.

Підставивши числові значення будемо мати:

$$Q_H = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 98 \cdot 2,8 = 2,74 \text{ кг.}$$

Знаходимо витрати присаджувального матеріалу за формулою [12, с.29]:

$$H_{ел} = Q_p + Q_{нп}, \quad (2.13)$$

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу [12, с.29],

$$Q_p = Q_H \cdot K_p, \quad (2.14)$$

де K_p – коефіцієнт витрат зварювального дроту, $K_p = 0,7$;

$$Q_p = 2,74 \cdot 0,7 = 1,92 \text{ кг,}$$

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

$Q_{\text{нп}}$ – маса наплавленого металу [12, с.29],

$$Q_{\text{нп}} = Q_{\text{н}} \cdot K_0, \quad (2.15)$$

де K_0 – коефіцієнт втрат зварювального дроту, $K_0=0,5$;

$$Q_{\text{нп}} = 2,74 \cdot 0,5 = 1,37 \text{ кг.}$$

Тому:

$$H_{\text{ел}} = 1,92 + 1,37 = 3,29 \text{ кг.}$$

Знаходимо норми витрат захисного газу за формулою:

$$H_{\text{г}} = Q_{\text{р}} \cdot K_{\text{г}}, \quad (2.16)$$

де $K_{\text{г}}$ – коефіцієнт, який характеризує відношення маси витраченого газу до маси розплавленого електродного дроту, $K_{\text{г}}=0,85\dots0,9$;

$$H_{\text{г}} = 1,92 \cdot 0,9 = 1,73 \text{ кг.}$$

Знаходимо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

$$E = \frac{U_{\text{д}}}{\alpha_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}}, \quad (2.17)$$

де – $U_{\text{д}}$ напруга на дузі, В;

$\eta_{\text{н}}$ – коефіцієнт корисної дії, %;

$K_{\text{н}}$ – коефіцієнт корисної дії джерела дуги, $K_{\text{н}}=0,75$;

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E = \frac{24}{10 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 3,56 \text{ кВт.}$$

Знаходимо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_{\text{д}} \cdot I_{\text{зв}} \cdot t_0}{\eta_{\text{н}} \cdot K_{\text{н}}}, \quad (2.18)$$

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,13$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 24 \cdot 98 \cdot 0,13}{0,9 \cdot 0,75} = 4,53 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Розробка складально-зварювальних пристроїв є одним з етапів технологічної підготовки виробництва нових зварних конструкцій. Вихідними даними для розробки пристроїв є ряд документів, які конструктор повинен уважно вивчити та проаналізувати [13, с.23].

1. Технічне завдання на проектування або модернізацію пристрою.
2. Креслення виробу та технічні умови на виготовлення.

Аналіз цієї документації дозволяє одержати інформацію про наступне [13, с.23]:

- технічні умови на виготовлення зварного виробу;
- точність зварної конструкції;
- технологічність конструкції виробу;
- габарити, вага виробу та характер розташування деталей у вузлах;
- конфігурація і розміри деталей, що входять в складальну одиницю;
- точність виготовлення заготовок та стан їх поверхонь;
- характер розташування та протяжність зварних швів;
- можливість легкого установлення деталей при складанні виробу;
- можливість легкого знімання складеного виробу з пристрою;
- доступність до місць постановки прихоплень, зварювання або наплавлення.

Технологічні зварні конструкції дозволяють використовувати більш прості та дешеві пристрої для їх виготовлення [13, с.23].

3. Технологічний процес виготовлення виробу.

а) Технологія виготовлення заготовок.

Вивчаються способи виготовлення заготовок. Відхилення в заготовках можуть бути у вигляді відхилень розмірів та спотворення форми поверхні.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Перші відхилення впливають на вибір типу фіксуєчих пристроїв, а інші - на конструкцію притискачів [13, с.23].

б) Технологія складання та зварювання виробу [13, с.23-24]:

- найліпші бази фіксування для одержання необхідної точності;
- послідовність фіксування та зварювання деталей, що дає можливість виявити більш раціональний шлях розміщення фіксаторів та притискачів;
- положення пристрою в процесі складання виробу та необхідність повороту пристрою;
- найдоцільніше положення вузла при складанні в пристрої для зручності постановки прихоплень;
- способи забезпечення жорсткості деталей та вузлів в процесі складання та зварювання;
- можливість та доцільність використання механічно оброблених отворів або поверхонь деталей;
- способи автоматичного зварювання;
- необхідність застосування пристроїв для переміщення зварюваних виробів або зварювальних апаратів;
- технічна характеристика устаткування та посадочні місця, за допомогою яких технологічна оснастка буде сполучатись з устаткуванням;

Раціональний технологічний процес складання та зварювання проробляється на рівні маршрутного або розгорнутого технологічного процесу та ретельно вивчається розробником пристрою [13, с.24].

4. Виробнича програма випуску.

Вона визначає складність пристрою, необхідність і доцільність оснащення його механізмами для комплексної механізації та автоматизації. Вибір типу пристрою залежить від способу складання та зварювання, конструкції виробу, матеріалу деталей, вимог до якості складання та зварювання, необхідної точності розмірів та заданої продуктивності [13, с.24].

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

При цьому необхідно враховувати необхідність суттєвого зменшення трудомісткості складальних та допоміжних робіт, забезпечення стабільної якості виробів, полегшення та поліпшення умов праці робітників, усунення стомливих та монотонних ручних робіт [13, с.24].

5. Креслення аналогічних пристроїв.

6. Стандарти на деталі та механізми пристроїв.

7. Довідкова та нормативно-технічна література [13, с.24].

Крім того технологія розроблення чи вдосконалення складально-зварювальних пристосувань повинна забезпечувати такі їх корисні властивості: зручність виконання технологічних операцій з додатковим зменшенням їх трудомісткості, відповідна якість виконання даних робіт із забезпеченням проектних показників виробів або конструкцій, зменшення частки ручних робіт, що викликають втомлюваність робітників, а відповідно це негативно впливає на загальну технологію виробництва.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Виготовлення дитячої стоянки відбувається із застосуванням технологічного складально-зварювального устаткування, що дозволяє здійснювати на ньому наступні дії: збільшення продуктивності складальних операцій за рахунок підвищення швидкості встановлення та закріплення деталей, стабільність їх виконання з дотриманням необхідної точності згідно заданих допусків, зручність проведення робіт та зменшення їх тривалої монотонності.

Технологічний процес складання і зварювання дитячої стоянки відбувається із використанням відповідних зварювальних столів WLDT2010, один з яких показаний на рисунку 3.1. Перфорація – це присутність отворів і канавок на стільниці стола, які призначені для закріплення в них відповідних фіксаторів, упорів, притискачів чи затискачів, що забезпечують відповідні зусилля при надійному закріпленні деталей, вузлів або виробів в загальному.

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Крім того наявність цих елементів власне і пришвидшує виконання дій на ньому зі збереженням необхідної точності, а відповідно і якості конструкції.

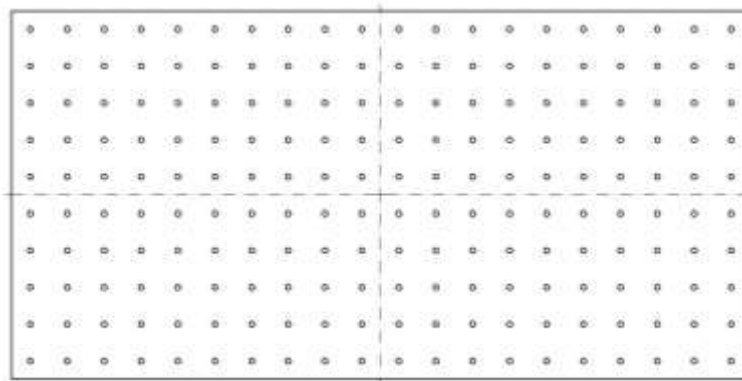
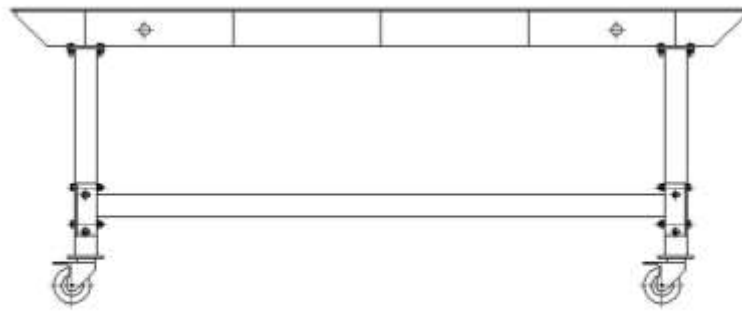


Рисунок 3.1 – Стіл зварювальний WLDT2010

Також для складання деталей конструкції – каркас, сегментів, округлень і вставок, що виготовляються із профільного прокату застосовуються відповідні пневматичні притискачі, які дозволяють швидко та надійно

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

притиснути і зафіксувати складальні деталі. Вигляд пневматичного притискача зображений на рисунку 3.2.

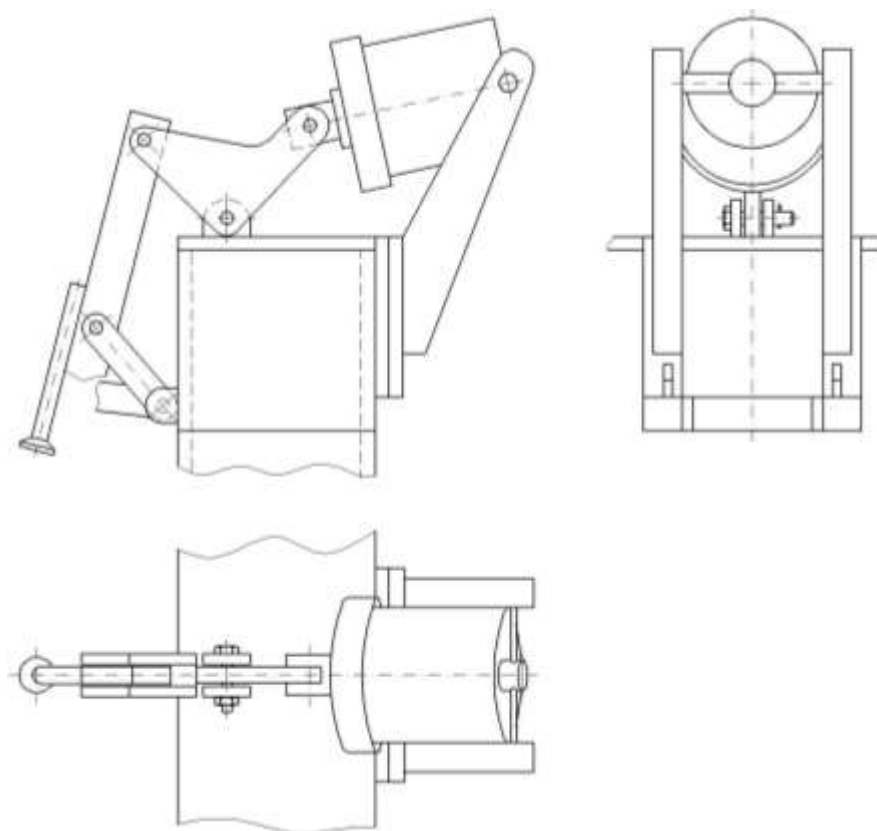


Рисунок 3.2 – Притискач пневматичний

Етапи виконання складання і зварювання дитячої стоянки:

- виконання зварювання деталей каркасу;
- виконання зварювання деталей сегментів із округленнями;
- приварювання вставки до сформованого сегменту із округленнями;
- зварювання каркасу разом із сегментами для формування всієї конструкції.

Перед зварюванням обов'язково проводиться прихоплювання деталей для фіксації потрібних зазорів. Також після закінчення зварювального процесу проходить зняття притискних зусиль із конструкції та знімання її зі зварювального стола.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

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 стоянки дитячої

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	3600x800x725	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат Ст3сп	кг	40,6	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	2,2	
захисний газ – суміш МІХ-1	кг	1,73	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	4	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь Ст3сп	грн	33,58	32,2
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	60	56,4
захисний газ суміш МІХ-1 (Ar 82% +CO ₂ 18%)	грн	24,1	23,75
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	20	

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення стоянки дитячої

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Очищення	$\frac{3}{П}$	Пікоструй Z-100RCS CONTRACOR	91000	щітка	46	III	2,8
Розмічування	$\frac{3}{П}$			шаблон рулетка маркер	670 179 126	IV	$\frac{2,4}{1,6}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Монтажна пила Dnipro-M CM-35	9500			IV	$\frac{3,7}{2,9}$
Згинання	$\frac{3}{П}$	Верстат BENDMA STER 70 C	470000	молоток	320	IV	2,5
Складання	$\frac{3}{П}$	Стіл зварювальн. WLDT2010	64500	молоток	320	IV	$\frac{3,6}{2,7}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Інверторний напівавтомат MIG/MMA Dnipro-M MG-18	17000			IV	$\frac{3,5}{2,6}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	КШМ Milwaukee 125 мм AG 800-125 E	3750	щітка молоток	46 320	III	$\frac{3,4}{3}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$			Лупа Вигомах 75 мм, 3х	68	VI	1,7
Транспортні операції	$\frac{3}{П}$	Електричний тельфер	69000			IV	1,8

Штучна норма часу:

а) по технологічних операціях: по заводу 23,6;

по проекту 19,8;

б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 1,8;

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

по проекту 1,8.

Загальна штучна норма часу: по заводу 25,4;

по проекту 21,6.

Для виготовлення стоянки дитячої застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на ділянці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [14, 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, $K_p = 0,03...0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,06) \approx 1903 \text{ год.}$$

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 [14, с.10]:

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

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

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$K_{вн}$ – коефіцієнт виконання, $K_{вн}=1,61$.

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 2400$ шт.

Кількість робочих місць для виконання згинання при виготовленні дитячої стоянки становить (за двома варіантами):

$$n = \frac{2,5 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 1,96 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для виконання очищення кількість робочих місць становить (за двома варіантами):

$$n = \frac{2,8 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 2,19 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для виконання розмічування при виготовленні дитячої стоянки становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{2,4 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 1,88 \approx 2 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{1,6 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 1,25 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для вирізання заготовок кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,7 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 2,9 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$n = \frac{2,9 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 2,27 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для виконання складання кількість робочих місць рівна:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,6 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 2,82 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,7 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 2,12 \approx 2 \text{ шт.}$$

Для виконання процесу зварювання кількість робочих місць становить:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,5 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 2,74 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{2,6 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 2,04 \approx 2 \text{ шт.}$$

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

- заводський варіант:

$$n = \frac{3,4 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 2,66 \approx 3 \text{ шт.}$$

- проектний варіант:

$$n = \frac{3,0 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 2,35 \approx 2 \text{ шт.}$$

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Кількість робочих місць для контролю якості виробу (за двома варіантами):

$$n = \frac{1,7 \cdot 2400}{1903 \cdot 1,61} = 1,33 \approx 1 \text{ шт.}$$

Кількість транспортних засобів, які необхідні для виконання транспортних операцій визначається за формулою [14, с.12]:

$$n = \frac{\sum_1^m B_{mp} \cdot N_{кр} \cdot t_{кр}}{\Phi_n \cdot K_{кр}}, \quad (4.3)$$

де B_{mp} - кількість вантажних об'єктів іншого виду, що підлягають транспортуванню протягом року, 2400 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

$K_{кр} = 0,6...0,7$.

$$n = \frac{2400 \cdot 1 \cdot 0,8}{2100 \cdot 0,7} = 1,31 \approx 1 \text{ шт.}$$

Приймаємо один електричний тельфер для між операційного транспортування частин і виробу в цілому.

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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 [14, с.13]:

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

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 $B_{np} = 2400 \text{ шт}$;

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

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу основними робітниками, приймається $K_{вн}=1,61...1,62$.

Необхідна кількість згинальників:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,5}{1850 \cdot 1,62} = 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість очищувальників:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,8}{1850 \cdot 1,62} = 2,24 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість розмічувальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,4}{1850 \cdot 1,62} = 1,92 \approx 2 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 1,6}{1850 \cdot 1,62} = 1,28 \approx 1 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість різальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 3,7}{1850 \cdot 1,62} = 2,96 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,9}{1850 \cdot 1,62} = 2,32 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 3,6}{1850 \cdot 1,62} = 2,88 \approx 3 \text{ чол,}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,7}{1850 \cdot 1,62} = 2,16 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників:

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 3,5}{1850 \cdot 1,62} = 2,8 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 2,6}{1850 \cdot 1,62} = 2,08 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 3,4}{1850 \cdot 1,62} = 2,72 \approx 3 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 3,0}{1850 \cdot 1,62} = 2,4 \approx 2 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2400 \cdot 1,7}{1850 \cdot 1,62} = 1,36 \approx 1 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
згинальники	2	2	IV	IV
очищувальники	2	2	III	III
розмічувальники	2	1	IV	IV
різальники	3	2	IV	IV
складальники	3	2	IV	IV
зварювальники	3	2	IV	IV
зачищувальники	3	2	III	III
контролери	1	1	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 дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	25	20	—	—

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 Ст3сп	кг	33,58	32,2	1363,35	1307,32	3272035,2	3137568
З/П	Зв. дрiт Св-08Г2С	кг	60	56,4	132	124,08	316800	297792
З/П	Зах. сумiш МІХ-1	кг	24,1	23,75	41,69	41,09	100063,2	98610
Р-ом					1537,04	1472,49	3688898,4	3533970

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	1,68	1,61	68,17	65,37	163601,76	156878,4	20	20	48000	48000
З/П	5	3	2,82	6,6	6,2	15840	14889,6				
З/П	5	1,21	1,19	2,09	2,05	5003,16	4930,5				
Р-ом		5,88	5,62	76,85	73,62	184444,92	176698,5	20	20	48000	48000

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 [14, 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) [14, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [14, 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 [14, 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 згинальників:

$$Z_{oo} = 8 \cdot 22,5 \cdot 2,5 = 450 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 450 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,5 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 450 \cdot 0,4 = 180 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці очищувальників:

$$Z_{oo} = 7,2 \cdot 21,8 \cdot 2,8 = 439,49 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 439,49 \cdot (0,2 + 0,15) = 153,82 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 439,49 \cdot 0,4 = 175,8 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 8,5 \cdot 21,5 \cdot 2,4 = 438,6 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 438,6 \cdot (0,2 + 0,15) = 153,51 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 438,6 \cdot 0,4 = 175,44 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 8,5 \cdot 21,5 \cdot 1,6 = 292,4 \text{ грн};$$

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

$$Z_{до} = 292,4 \cdot (0,2 + 0,15) = 102,34 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 292,4 \cdot 0,4 = 116,96 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 5,4 \cdot 21,8 \cdot 3,7 = 435,56 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 435,56 \cdot (0,2 + 0,15) = 152,45 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 435,56 \cdot 0,4 = 174,23 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 5,4 \cdot 21,8 \cdot 2,9 = 341,39 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 341,39 \cdot (0,2 + 0,15) = 119,49 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 341,39 \cdot 0,4 = 136,56 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 6,3 \cdot 22 \cdot 3,6 = 498,96 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 498,96 \cdot (0,2 + 0,15) = 174,64 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 498,96 \cdot 0,4 = 199,58 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 6,3 \cdot 22 \cdot 2,7 = 374,22 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 374,22 \cdot (0,2 + 0,15) = 130,98 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 374,22 \cdot 0,4 = 149,69 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 6,1 \cdot 24,5 \cdot 3,5 = 523,08 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 523,08 \cdot (0,2 + 0,15) = 183,08 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 523,08 \cdot 0,4 = 209,23 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 6,1 \cdot 24,5 \cdot 2,6 = 388,57 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 388,57 \cdot (0,2 + 0,15) = 136 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 388,57 \cdot 0,4 = 155,43 \text{ грн.}$$

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		53

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 5,4 \cdot 23,8 \cdot 3,4 = 436,97 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 436,97 \cdot (0,2 + 0,15) = 152,94 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 436,97 \cdot 0,4 = 174,79 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 5,4 \cdot 23,8 \cdot 3 = 385,56 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 385,56 \cdot (0,2 + 0,15) = 134,95 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 385,56 \cdot 0,4 = 154,22 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 10,5 \cdot 28,5 \cdot 1,7 = 508,73 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 508,73 \cdot (0,2 + 0,15) = 178,05 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 508,73 \cdot 0,4 = 203,49 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{oo} = 10,8 \cdot 24 \cdot 1,8 = 466,56 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 466,56 \cdot (0,2 + 0,15) = 163,3 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 466,56 \cdot 0,4 = 186,62 \text{ грн}.$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [14, с.19]:

$$Z_{од} = r_{\partial} \cdot C_p \cdot \Phi_{ef}, \quad (4.8)$$

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

r_{∂} - чисельність допоміжних робітників даної категорії;

C_p - 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).

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 30,2 \cdot 1850 = 55870 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 55870 \cdot 0,35 = 19554,5 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 55870 \cdot 0,4 = 22348 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 30,2 \cdot 1850 = 55870 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 55870 \cdot 0,35 = 19554,5 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 55870 \cdot 0,4 = 22348 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 30,2 \cdot 1850 = 55870 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 55870 \cdot 0,35 = 19554,5 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 55870 \cdot 0,4 = 22348 \text{ грн.}$$

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 [14, 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:

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

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

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

$$З_{\text{шт}} = 98400 \cdot 0,4 = 39360 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$З_{\text{оп}} = 1 \cdot 8023 \cdot 12 = 96276 \text{ грн.};$$

$$З_{\text{до}} = 96276 \cdot 0,35 = 33696,6 \text{ грн.};$$

$$З_{\text{по}} = 96276 \cdot 0,4 = 38510,4 \text{ грн.}$$

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 працівників	Основна зар. плата, грн		Додаткова зар. плата, грн			
			за шкідливість		інші доплати	
	З	П	З	П	З	П
1	2		3		4	
Основні робітники:						
згинальники	227700		79695		91080	
очищувальники	222380,93		77833,33		88952,37	
розмічувальники	221931,6	73977,2	77676,06	25892,02	88772,64	29590,88
різальники	330593,08	172742,33	115707,58	60459,82	132237,23	69096,93
складальники	378710,64	189355,32	132548,72	66274,36	151484,26	75742,13
зварювальники	397013,93	196616,42	138954,87	68815,75	158805,57	78646,57
зачищувальники	331658,71	195093,36	116080,55	68282,68	132663,49	78037,34
контролери	128707,43		45047,6		51482,97	
транспортувальники	118039,68		41313,89		47215,87	

Продовження таблиці 4.5

Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	55870		19554,5		22348	
ремонтники	55870		19554,5		22348	
електрики	55870		19554,5		22348	
ІТР	98400		34440		39360	
МОП	96276		33696,6		38510,4	
Разом	2719021,99	1886898,66	951657,7	660414,53	1431780,49	1098931,16

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:		
сталь СтЗсп	1363,35	1307,32
зварювальний дріт Св-08Г2С	132	124,08
захисна суміш МІХ-1 (Ar 82% +CO ₂ 18%)	41,69	41,09
Поворотні відходи	20	
Паливо та енергія на технологічні цілі	61,14	59,93
Основна заробітна плата основних робітників	981,97	635,26
Додаткова заробітна плата основних робітників	343,69	222,34
Премії та надбавки основних робітників	392,79	254,1
Відрахування на соціальне страхування	24,06	15,56
Відрахування на медичне страхування	42,96	27,49
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	188,56	188,56
Цехові (дільничні) витрати	219,01	219,01
Всього цехова собівартість	3771,22	3074,74

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:						
згинальне	2	2	470000	470000	23500	23500
очищувальне	2	2	91000	91000	4550	4550
різальне	3	2	9500	9500	475	475
складальне	3	2	64500	64500	3225	3225
зварювальне	3	2	17000	17000	850	850
зачищувальне	3	2	3750	3750	187,5	187,5
транспортне	1	1	69000	69000	3450	3450
Інструменти:						
молоток	9	7	320	320	16	16
щітка	6	5	46	46	2,3	2,3
шаблон	2	1	670	670	33,5	33,5
рулетка	6	4	179	179	8,95	8,95
маркер	6	4	126	126	6,3	6,3
лупа	1	1	68	68	3,4	3,4
Разом						

Продовження таблиці 4.7

Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах., %	Річна сума амортизаційних відрах., грн	
	З	П		З	П
Будівлі та споруди	10055000	10055000	5	502750	502750
Устаткування:					
згинальне	963500	963500	10,5	101167,5	101167,5
очищувальне	186550	186550	8,5	15856,75	15856,75
різальне	28975	19475	8,5	2462,88	1655,38
складальне	196725	132225	23,5	46230,38	31072,88
зварювальне	51850	34850	19,5	10110,75	6795,75
зачищувальне	11437,5	7687,5	8,5	972,19	653,44
транспортне	72450	72450	19,5	14127,75	14128
Інструменти:					
молоток	2896	2256	15	434,4	338,4
щітка	278,3	232,3		41,75	34,85
шаблон	1373,5	703,5		206,03	105,53
рулетка	1082,95	724,95		162,44	108,74
маркер	762,3	510,3		114,35	76,55
лупа	71,4	71,4		10,71	10,71
Разом	11572951,95	11476235,95			694647,86

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [14, с.27]:

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

де $C_{нз}$ - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{нз}= 10506,73$ грн);

$C_{мн}$ - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{мн}= 9168,15$ грн);

$\Phi_{мз}$ - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{мз}= 3771,22$ грн/шт);

$\Phi_{мн}$ - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{мн}= 3074,74$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((10506,73 + 0,15 \cdot 3771,22) - (9168,15 + 0,15 \cdot 3074,74)) \cdot 2400 = 3463324,8 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [14, с.28]:

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

де $\Phi_{осз}$ - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{осз}= 19929240$ грн);

$\Phi_{осн}$ - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{осн}= 18180624$ грн);

$E_{ур}$ - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [14,с.28]:

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

$$E_{ур} = 2400 \cdot (10506,73 - 9168,15) = 3212592 \text{ грн};$$

$$T_{ок} = \frac{19929240 - 18180624}{3212592} = 0,54 \text{ р.}$$

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниця виміру	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	2400	2400
Кількість технологічного устаткування	шт	16	12
Собівартість товарної продукції	грн	10506,73	9168,15
Чисельність персоналу:			
- всього	чол	25	20
- основних робітників	чол	20	15
Фондомісткість продукції	грн/шт	3771,22	3074,74
Умовна річна економія	грн	-	3212592
Річний економічний ефект	грн	-	3463324,8
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,54
Місячний оклад основних робітників:			
- згинальники	грн	16537,5	16537,5
- очищувальники	грн	16151,18	16151,18
- розмічувальники	грн	16118,55	10745,7
- різальники	грн	16006,98	12546
- складальники	грн	18336,78	13752,59
- зварювальники	грн	19223	14279,95
- зачищувальники	грн	16058,57	14169,33
- контролери	грн	18695,64	18695,64
- транспортувальники	грн	17146,08	17146,08

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Характеристика захисного заземлення у виробничому приміщенні

Захисним заземленням називають заздалегіть з'єднані з землею металічні частини устаткування, які не знаходяться під напругою в звичайних умовах, на які можуть опинитися під напругою внаслідок порушення ізоляції електроустановки [15, с.285].

Основним призначенням захисного заземлення є ліквідація небезпеки ураження людей електричним струмом при наявності напруги на конструктивних частинах електроустаткування тобто при «замиканні на корпус».

Принцип дії захисного заземлення – зниження до безпечних значень напруги доторкання і крок, обумовлений замиканням на корпус. Це досягається зниженням потенціалу заземленого устаткування, а також вирівнювання потенціалів за рахунок піднімання потенціалів основи, на якій стоїть людина, до потенціалу, близького за величиною до потенціалу заземленого устаткування.

Заземлювальним пристроєм називається сукупність заземлювача – металевих провідників, які знаходяться в безпосередньому контакті з землею, і заземлюючих провідників, які з'єднують заземлюючі частини електроустаткування з заземлювачами [15, с.286]. Розрізняють два типи заземлюючих пристроїв: виносні (чи концентровані) і контурні (чи розсіяні).

Виносні заземлюючі пристрої характеризуються тим, що заземлювач його винесений за межі площадки, на якій розміщене устаткування, яке заземлюють, чи зосереджене на деякій частині цієї площадки.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Недоліком виносного заземлення є віддаленість заземлювача від устаткування, внаслідок чого коефіцієнт дотику $\alpha=1$. Тому цей тип заземлення застосовується при малих величинах напруги замикання на землю.

Перевагою такого типу заземлення є можливість вибору місця розміщення електродів з найменшим опором ґрунту.

Контурне заземлення характеризується тим, що його заземлювачі розміщуються по контуру площадки, на якій знаходиться заземлювальний пристрій, чи розприділюється по всій площадці по можливості рівномірно.

Безпека при контурному заземленні забезпечується вирівнюванням потенціалу на території до такої величини, щоб максимальні значення напруги дотику і крок не перевищували допустимих, це досягається шляхом відповідного розміщення одиночних заземлювачів.

Всередині приміщення вирівнювання потенціалу відбувається звичайним чином через металоконструкцію, трубопровід, кабелі і подібні їм провідникові предмети, зв'язані з розгалуженою мережею заземлень.

Розрізняють заземлювачі штучні і призначені виключно для мети заземлення і природні, які знаходяться в землі металічні предмети іншого призначення.

Для штучного заземлення застосовують звичайно вертикальні і горизонтальні електроди.

В якості вертикальних електродів використовують сталі труби діаметром 3 – 5 см, і кутник розміром 40 x 40 до 60 x 60 мм довжиною 2,5 – 3 м [15, с.287]. В останні роки знаходять застосування металеві прутки діаметром 10 – 12 мм і довжиною до 10 м.

Для зв'язку вертикальних електродів і в якості самостійного горизонтального електрода використовують листову сталь перерізом не менше як 4 x 12 мм чи сталь круглого перерізу діаметром не менше 6 мм [15, с.287].

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Для встановлення вертикальних заземлювачів попередньо викопують траншею глибиною 0,7 - 0,8 м, після чого з допомогою спеціальних механізмів забивають трубу чи кутник.

В якості природніх заземлювачів можна використовувати: прокладені в землі водопровідні труби, і інші металеві предмети, за винятком трубопроводів з мастилом чи пальним.

Природні заземлення, як правило, володіють низьким опором розтікання струму і тому використовуються з метою економії коштів на встановлення спеціального заземлення.

Захисному заземленню підлягають захисні і робочі металеві частини конструкцій і устаткування, які не повинні знаходитися під напругою.

В приміщеннях і цехах з підвищеною небезпекою заземлення є обов'язковим при нормальній напрузі в 86 В, чи 110 В. А в приміщеннях без підвищеної небезпеки при напрузі 500 В.

5.2 Розрахунок витяжної вентиляції

В даному технологічному процесі, при виготовленні стоянки дитячої використовуємо напівавтоматичне зварювання в захисних газах. При цьому умови праці зовсім несприятливі, хоча розплавлений метал сприяє утворенню шкідливих оксидів, сам він є джерелом випаровування шкідливих речовин, які виділяються при зварюванні. Щоб локалізувати шкідливе виділення, необхідно встановлювати витяжну вентиляцію.

Найбільш ефективним способом очищення повітря від пилу і газів є місцевий відсмоктувач безпосередньо від джерела їх виділення. Для цього використовуємо нахилену панель рівномірного всмоктування (рис. 5.1) [16, с.65].

Всмоктуючий отвір розташований під кутом 45° до вертикалі. Встановлена в ньому решітка сприяє рівномірному розподілу повітря по площі

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

всмоктуючого отвору. Панель встановлюють над столом з протилежного боку від зварника. Найбільш широко використовуються панелі розмірами 600 x 645; 750 x 645; 900 x 647.

Нахилена сторона панелей рівна $H = 645$ мм, живий переріз вхідного отвору панелей при коефіцієнті місцевого отвору панелей $E = 1,0$ складає 25 % від габаритного.

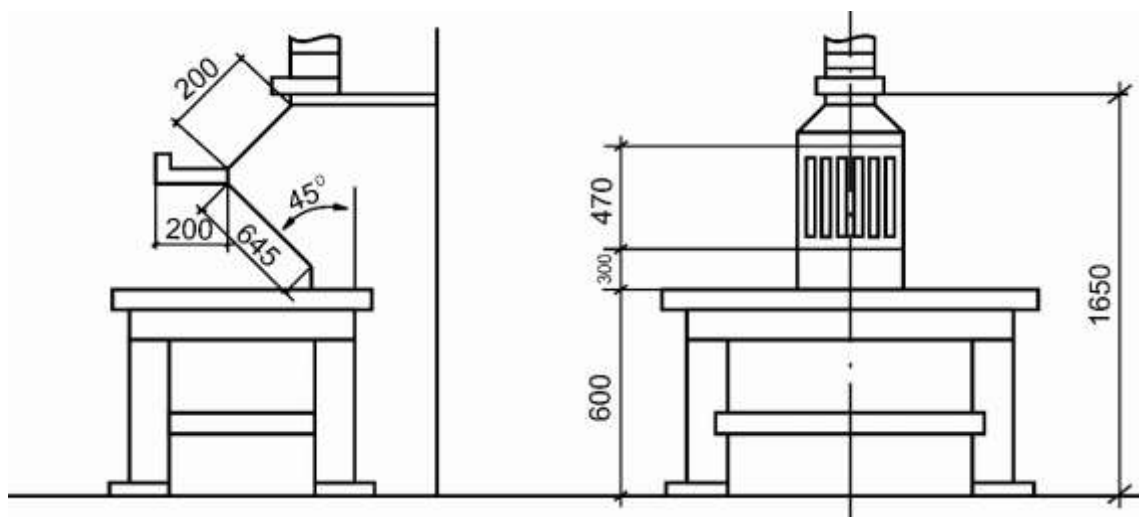


Рисунок 5.1 — Панель рівномірного всмоктування

Для того, щоб відсмоктувач зміг вловити пил і гази, швидкість руху повітря у всмоктуючому потоці в зоні зварювання повинна бути більше 0,2 м/с, в той же час, для запобігання порушення газового захисту зварювальної ванни не повинно перевищувати при зварюванні в захисних газах 0,5 м/с [16, с.76].

Необхідний повітрообмін можна визначити з умов наплавлення 1 кг металу (таблиця 5.1) [16, с.76].

При наплавленні 0,4 кг металу отримаємо:

$$Q = 0,4 \cdot 820 = 168 \text{ м}^3.$$

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Таблиця 5.1 – Необхідний повітрообмін при наплавленні 1 кг металу

Спосіб зварювання	Загальна запиленість, г/кг	Необхідний повітрообмін, м ³
Зварювання в захисних газах	4,1	820

Середня швидкість всмоктувача V_o по відношенню до габаритного розміру панелі рівна 0,9 м/с.

Швидкість повітря V в місці розташування зварювальної дуги вибираємо 0,3 м/с [16,с.77]:

$$\frac{l}{H} = 0,43, \quad (5.1)$$

де l – відстань виробу від всмоктуючої панелі , мм;

H – нахилена сторона панелей дорівнює 645мм;

$$l = 645 \cdot 0,43 = 277 \text{ мм.}$$

Для двох панелей 645 x 600 мм об'єм видаленого повітря при середній швидкості у всмоктуючому отворі рівний 0,9 м/с [16 , с.77]:

$$V = V_o \cdot F_{пер}, \quad (5.2)$$

де V_o – середня швидкість всмоктувача, м/с;

$F_{пер}$ – площа поперечного перерізу панелі, м².

Для двох панелей $F_{пер}$ буде рівною:

$$F_{пер} = 2 \cdot 645 \cdot 600 = 774000 \text{ мм} = 0,774 \text{ м}^2.$$

$$V = 0,9 \cdot 0,774 = 0,6966 \text{ м}^3/\text{сек} = 2507,76 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Таким чином, зварювальний цех обладнаний двома панелями вентиляції, кожна з яких має наступні характеристики: габаритні розміри 600x645 мм, середня швидкість всмоктування 0,9 м/с, оптимальна відстань до джерела забруднення 277 мм.

5.3 Оцінка спроектованого технологічного процесу щодо умов техніки безпеки, електробезпеки та пожежної безпеки

До основних технічних засобів безпеки, спрямованих на боротьбу з виробничим травматизмом відносять: механізацію та автоматизацію виробничих процесів; огорожувальні пристрої, сигналізацію, виявлення розривів і габаритів безпеки, застосування запобіжних знаків і надписів; впровадження дистанційного керування; виявлення спеціальних пристроїв; використання індивідуальних засобів захисту [15, с.341].

Дані положення стосуються також і виготовлення стоянки дитячої.

До індивідуальних засобів захисту зварника відносять: спецодяг, спецвзуття, діелектричні килимки, дерев'яні решітки, рукавиці, щитки. Для роботи на стаціонарних постах зварник використовує фартух, який захищає від розбризкування.

Робоче місце зварника повинно утримуватись в чистоті, не допускаючи нічого зайвого, що заважає на робочому місці, а також в переходах. Деталі і заготовки повинні знаходитись в стійкому положенні на підкладках і стелажах. Висота штабелів не повинна перевищувати півтори ширини чи півтори діаметра основи штабелів і в усіх випадках не повинна бути більшою ніж 1 м [15, с.301].

Зварювальні кабелі не можна розміщувати поблизу зварювальних рукавів і трубопроводів, а також поблизу кисневих балонів.

Електробезпека – система організаційних і технічних заходів і засобів, які забезпечують захист робочого персоналу від шкідливої і небезпечної дії електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля [15, с.257].

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Основними причинами ураження електричним струмом при виготовленні стоянки є взаємодія електричного струму, який проходить у зварювальному колі, дотикання до відкритих струмопровідних частин і проводів, ізоляція яких пошкоджена; дотикання до металевих частин обладнання, які випадково опинились під напругою.

Для запобігання ураження електричним струмом при появі напруги на конструктивних частинах електрообладнання, в тому числі при замиканні на корпус зварювальне обладнання, яке застосовується для виготовлення конструкції, заземляють.

Для швидкодіючого захисту, який забезпечує автоматичне вимкнення електроустановки при виникненні в ній небезпеки ураження струмом застосовують аварійне вимкнення. Основними частинами пристрою аварійного вимкнення є прилад аварійного вимкнення і автоматичний вимикач.

Причини пожеж при виготовленні стоянки дитячої можуть бути різними: бризки розплавленого металу, від яких можуть загорітись легкозаймісті матеріали; замикання кабелів; недотримання правил пожежної безпеки. Тому в місця зварювання не допускають попадання легкозаймістих предметів, мастильних матеріалів.

На ділянці цеху, де виготовляють дану конструкцію, для швидкої ліквідації пожеж передбачені засоби гасіння вогню: вогнегасник, ящик з піском, лопата, відро.

Виходячи з вищесказаного можна зробити висновок, що при виготовленні дитячої стоянки спроектований технологічний процес задовольняє вимоги електробезпеки і пожежної безпеки, на підприємстві дотримуються правил техніки безпеки, в цеху є в наявності засоби для швидкого гасіння вогню.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

ВИСНОВКИ

Аналіз даної технології виготовлення дитячої стоянки потребує певних удосконалень:

- замість ручного дугового зварювання застосувати напівавтоматичне в захисних газах, що підвищує продуктивність процесу та створює кращу якість виконуваних робіт;

- для даного зварювання варто застосувати захисну суміш MIX-1, яка складається із Ar 82% та CO₂ 18%, замість традиційної вуглекислоти, вона дозволяє створювати дрібно-крапельний перенос електродного металу без помітного забруднення швів та прилягаючих поверхонь.

Зварювальний процес виконується інверторними напівавтоматами MIG/MMA Dnipro-M MG-18, при цьому необхідно виставити розраховані параметри режиму зварювання:

- зварювальний дріт Св-08Г2С \varnothing 0,8 мм;
- струм 98 А;
- напруга 24 В;
- зварювальна швидкість 8 м/год;
- витрати газу 12 л/хв.

Для виготовлення конструкцій високої точності, а відповідно і якості потрібно застосовувати складально-зварювальне обладнання – столи зварювальні WLDT2010, що комплектуються пневматичними притискачами.

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь Ст3сп. Метінвест: веб-сайт. URL: <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/st3sp> (дата звернення: 21.03.2024).
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: КВІЦ, 2012. 896 с.
5. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
6. Інверторний напівавтомат MIG/MMA Dnipro-M MG-18. Напівавтомати зварювальні Dnipro-M: веб-сайт. URL: <https://dnipro-m.ua/tovar/napivavtomat-invertornij-mig-mma-mg-18-2021/?tab=description> (дата звернення: 21.03.2024).
7. Піскоструминний апарат Z-100RCS CONTRACOR BLASTRAZOR. Піскоструминні апарати: веб-сайт. URL: https://k-m-s.all.biz/uk/piskostrumynnyj-apat-z-100rcs-contracor-g22978012?utm_currency=UAH&utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=shopping_ua_personal&utm_content=123279&gclid=Cj0KCQiA2eKtBhDcARIsAEGTG42tiriPhQQsTm-VYtNLUog2EBvisRAUI89bmpnp2XGmitZzecEavUaAjM3EALw_wcB (дата звернення: 21.03.2024).
8. Монтажна пила Dnipro-M CM-35. Монтажні пили: веб-сайт. URL: <https://dnipro-m.ua/tovar/montazhnaya-pila-cm-35/> (дата звернення: 21.03.2024).

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

9. Трубний згинальний верстат BENDMASTER 70 Cormak. Характеристики та опис обладнання: веб-сайт. URL: <https://prom.ua/ua/p1151496100-besshtokovyj-gibochnyj-standok.html> (дата звернення: 21.03.2024).

10. Свердлильний верстат Holzmann SB 2516H. Свердлильні верстати по металу: веб-сайт. URL: <https://kma.ua/uk/sverdlilni-verstati-po-metalu/404-sverdlilnij-verstat-holzmann-sb-2516h.html> (дата звернення: 21.03.2024).

11. Кутова шліфувальна машинка Milwaukee AG 800-125 E. Кутові шліфувальні машини (болгарки): веб-сайт. URL: <https://metalbox.com.ua/shop/product/kutova-shlifovalna-mashinka-milwaukee-ag-800-125-e-4933451211> (дата звернення: 21.03.2024).

12. 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).

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

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

15. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 352с.

16. Левченко О.Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві. Навчальний посібник для студентів зварювальних спеціальностей. Київ: Основа, 2004. 98 с.

					<i>КР.422.07.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

ДОДАТКИ

					КР.422.07.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72