

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
стола інструментального

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

Віталій МАТВІЙКО

Керівник

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

Рецензент

м. Тернопіль – 2024

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
Марія ДРАНІВСЬКА

_____ 2024
року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

МАТВІЙКО Віталію Вікторовичу

Тема роботи _____ Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення стола інструментального

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

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

Термін подання студентом роботи _____ 20.06.2024р.

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

Зміст розрахунково-пояснювальної записки

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

1.3 Технічні умови на виготовлення зварного виробу (зварної конструкції)

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

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварного

виробу (конструкції)

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

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

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

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Розрахунок кількості обладнання

4.2 Розрахунок кількості працівників

4.3 Визначення витрат і вартості основних матеріалів

4.4 Розрахунок фонду оплати праці

4.5 Калькуляція собівартості деталі

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

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці в організації

5.2 Ризики та небезпека під час проведення зв. робіт: способи їх запобігання

5.3 Вимоги ОП та пожежної безпеки під час виготовлення стола інструментального

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення стола інструментального – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення стола інструментального – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення плити складальної – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення пневмопритискача горизонтального – 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)

Віталій МАТВІЙКО

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Микола ПІДГУРСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення стола інструментального 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 tool table 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	27
2.6.2	Складальні операції	29
2.6.3	Складально-зварювальні операції	30

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект вдосконалення техно- логічного процесу виготовлення стола інструментального Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Матвійко</i>				4	74	
<i>Перевір.</i>		<i>Підгурський</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Залуцька</i>						
<i>Затв.</i>		<i>Дранівська</i>			ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск			

2.6.4	Опоряджувальні операції	30
2.6.5	Допоміжні операції	31
2.6.6	Контроль якості	31
2.7	Нормування технологічного процесу виготовлення зварної конструкції і витрат матеріалів та електроенергії	32
3	КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	35
3.1	Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції	35
3.2	Опис роботи зварювального пристосування	37
4	ОРГАНІЗАЦІЙНО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	40
4.1	Розрахунок кількості обладнання	40
4.2	Розрахунок кількості працівників	46
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	49
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	50
4.5	Калькуляція собівартості виробу	56
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	57
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	58
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	61
5.1	Проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці в організації	61
5.2	Ризики та небезпека під час проведення зварювальних робіт: способи їх запобігання	64
5.3	Вимоги охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення стола інструментального	67
	ВИСНОВКИ	71
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	72
	ДОДАТКИ	74

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].

Способи з’єднання твердих матеріалів можна розділити на механічні і за рахунок молекулярних сил зчеплення. До першої групи відносяться з’єднання болтові, заклепочні, клинові і ін., до другої – з’єднання зварюванням, склеюванням, паянням та ін. З’єднання можуть бути роз’ємними, які допускають розкладання без порушення з’єднувальних деталей та нероз’ємні.

На сьогоднішній день зварювання широко використовують для з’єднання майже всіх металів і їх сплавів, скла, пластмас і кераміки. Тому це є найголовнішим способом з’єднання твердих тіл.

При зварюванні плавленням метал в зоні зварювання розплавлюється і переходить в рідкий стан, з’єднання виникає за рахунок самовільного злиття та взаєморозчинення металу з’єднуваних частин, усадковий тиск, як правило не використовується. Метал зварного з’єднання за хімічним складом і структурою значно відрізняється від металу з’єднувальних частин. Зварювальний метал не потребує особливо ретельного очищення: розплавляється, як метал, так і забруднені його поверхні, які в подальшому переходять в шлак.

Для зварювання плавленням достатній нагрів до менших температур, а іноді – при відповідному збільшенні усадкового тиску – і зовсім непотрібно (холодне зварювання). Зварювання тиском не змінює хімічного складу металу, а структура змінюється незначно. При цьому виді зварювання є можливість наблизитися до ідеального випадку повної взаємодії металу в зоні зварювання, неможливого розпізнання зони зварювання при

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

металографічному дослідженні. Цей спосіб зварювання потребує ретельної підготовки і зачищення з'єднувальних поверхонь.

Перевагами зварювання є висока продуктивність процесу і добра міцність зварних з'єднань. До недоліків зварювання можна віднести доволі значну вартість і складність обладнання, використання високих температур, значну споживчу потужність установок.

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Стіл інструментальний – це обладнання, яке використовується для виконання слюсарних робіт, а також для розміщення на ньому різних інструментів та оснастки. Інструментальний стіл, що показаний на рисунку 1.1, є металевою конструкцією і може використовуватись в складних експлуатаційних умовах, залежно від марки сталі з якої він виготовлений.

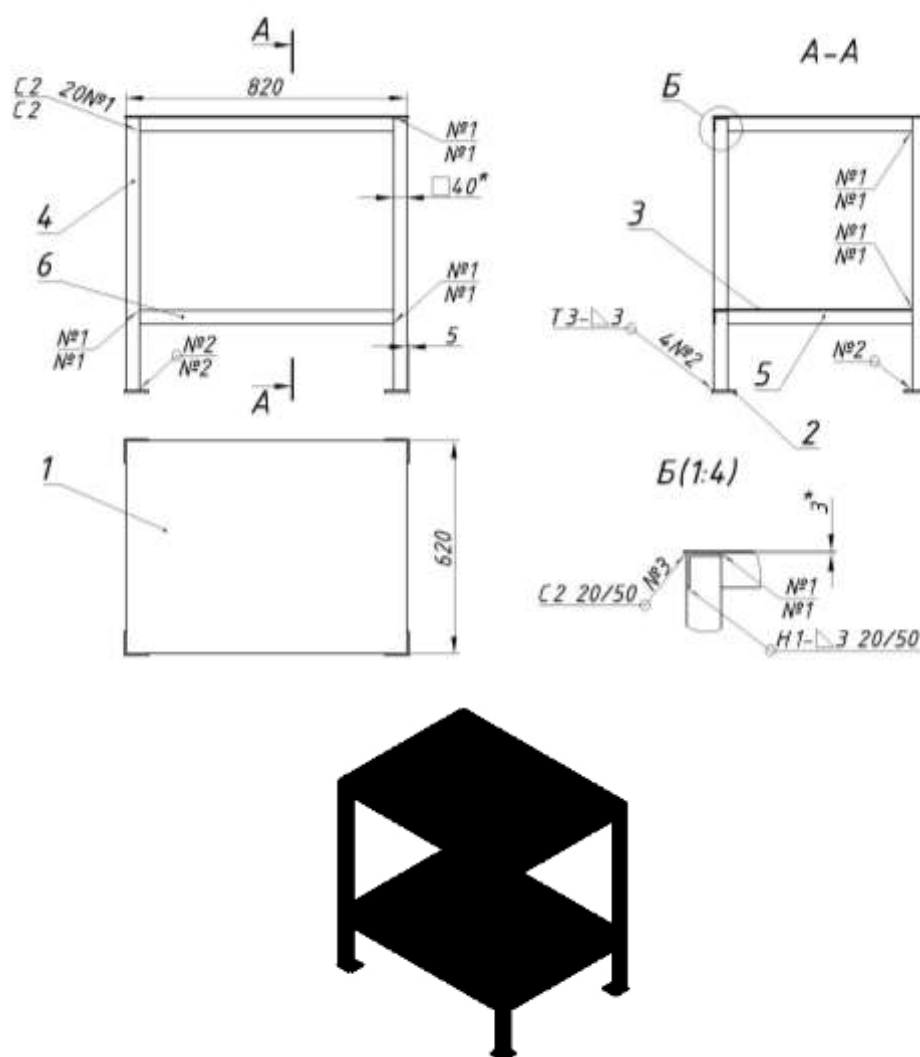


Рисунок 1.1 – Вигляд інструментального стола

1 – плита, 2 – опора, 3 – полиця, 4 – стійка, 5 – поперечна вставка, 6 – поздовжня вставка

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

В даному випадку для виготовлення інструментального стола використовується конструкційна низьковуглецева сталь марки Ст3сп, тому він придатний для експлуатації в середовищах середнього рівня.

Габаритні розміри інструментального стола:

- довжина 820 мм;
- ширина 620 мм;
- висота 805 мм.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Терміни експлуатації та надійність зварного виробу характеризуються його технічними характеристиками, тому і пред'являються відповідні вимоги.

Технічні вимоги, які висуваються до конструкції інструментального стола поділяються на наступні групи:

1) вимоги до основних та допоміжних матеріалів, вони впливають на характеристики конструкції, тому що від них залежить міцність, пластичність, ударна в'язкість та ін.;

2) вимоги до геометричної форми та розмірів конструкції, від них залежить експлуатаційна надійність та відповідно придатність до можливого застосування;

3) вимоги до технологічного обладнання, яке виступає основним суб'єктом виготовлення відповідних конструкцій та безпосередньо впливає на їх властивості задовольняти умови експлуатації;

4) вимоги до зварних з'єднань, так як виготовлення конструкцій відбувається за допомогою зварювання, то якість з'єднань має вирішальне значення, тому якщо сформовані зварні шви незадовільної якості, тоді конструкція вважається бракованою, а це негативно впливає на рентабельність виробництва.

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Так як стіл інструментальний буде експлуатуватися в умовах середнього рівня агресивності, то враховуючи технічні та економічні сторони технологічного процесу виготовлення, найбільш придатною сталлю буде конструкційна низьковуглецева сталь марки СтЗсп. Механічні властивості та хімічний склад якої представлені в таблицях 1.1 та 1.2.

Таблиця 1.1 – Механічні властивості сталі СтЗсп [2]

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

Таблиця 1.2 – 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

Для оцінки зварюваності цієї марки сталі використовується формула розрахунку еквівалентного вмісту вуглецю C_e [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:

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

Значення еквівалентного вмісту вуглецю не перевищує 0,45%, то це значить, що зварюваність сталі СтЗсп є доброю, тому непотрібно додатково використовувати спеціальні методи для якісного формування зварних швів.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Виготовлення інструментального стола відбувається з використанням, як основних, так і допоміжних матеріалів. Основними матеріалами є безпосередньо метал з якого виготовлена конструкція, а допоміжними всі інші розхідні матеріали без яких неможливе виконання технологічного процесу виготовлення відповідних конструкцій.

Вимоги до основних матеріалів – металів, стосуються їх відповідності сертифікатам, що гарантують їх якість, а коли необхідно, можна додатково перевірити характеристики застосовуваного металу у відповідних лабораторіях. Також основний метал повинен бути чистим, тобто на ньому не повинно бути слідів забруднень, продуктів корозії та окалини.

Зварювальні матеріали, які використовуються в процесі виготовлення інструментального стола відносяться до допоміжних. Основна вимога, яка пред'являється до них – це відсутність забруднень та надмірної їх вологості. Тому вони повинні доставлятися у відповідному пакуванні та зберігатись у сухих приміщеннях, де немає можливості їх надмірного зволоження. Тому що вологі матеріали слугують джерелом водню, який погано впливає на якість зварних швів, викликаючи появу дефектів – пор, свищів, а також тріщин.

Всі описані вимоги, які пред'являються до основних і допоміжних матеріалів, вони також стосуються і напівфабрикатів.

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Шорсткість характеризує нерівності поверхні представлені у числових значеннях по їх відхиленню від базової площини гладкої поверхні відповідної геометричної форми.

Також великі значення шорсткості можуть негативно впливати на міцність деталі, тому що великі нерівності виступають концентраторами напружень.

Точність конструкції характеризує відповідність її величин розмірів, форми і шорсткості поверхні до відповідних параметрів, які задані конструкторською документацією.

Показник шорсткості поверхонь інструментального стола становить Ra 3,2.

Важливою вимогою в технологічному процесі виготовлення стола є забезпечення правильної геометрії конструкції з відповідними розмірами. При цьому допускаються деякі граничні відхилення, які повинні знаходитися в межах $\pm IT14/2$.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Забезпечення формування якісних з'єднань є основою при виготовленні зварних конструкцій, оскільки від них залежить придатність конструкції задовольняти умови експлуатації. З'єднання – це ділянка між сполученими двома деталями, які виготовлені з однорідних чи різнорідних матеріалів. У зварних з'єднаннях не повинно бути дефектів, величини яких перевищують стандартні норми. Також від якості зварних з'єднань залежить експлуатаційна надійність виробів і конструкцій, яка визначається циклічною міцністю, пластичністю і довговічністю швів. Отже в процесі виконання зварювання потрібно слідкувати за процесом виникнення дефектів, рано

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

виявляти та усувати причини, які їх викликають, що необхідно врахувати при розробленні чи вдосконаленні виготовлення зварних виробів і конструкцій.

Виготовлення стола повинно виконуватись із врахуванням таких вимог:

- зварні шви повинні бути правильної геометричної форми з дотриманням рівномірності їх перерізу;
- поверхня шва повинна бути гладкою без присутності зовнішніх дефектів;
- відсутність будь-якого роду дефектів (зовнішніх чи внутрішніх);
- деталі повинні зварюватись суцільними швами із катетом не більше 5 мм.

1.3.4 Вимоги до складання

Складання є одною з основних операцій технологічного процесу виготовлення інструментального стола, яке полягає у послідовному з'єднанні деталей відповідно до технологічних карт та наступному їх фіксуванні і закріпленні. Процес складання повинен враховувати створення найкращих умов для виконання наступної операції – зварювання та виконуватись згідно вимог вказаних на кресленнях.

Процес складання повинен виконуватись із врахуванням ряду вимог:

- необхідна точність складання, яка контролюється за допомогою спеціальних приладів та інструментів;
- рівномірність зазорів між торцями складальних деталей без їх перекосів і зміщень;
- використання спеціальних пристосувань, які забезпечують необхідну точність складання і високу продуктивність даного процесу;
- складання конструкції відповідно до вимог та рекомендацій складального креслення.

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Під якістю зварної конструкції розуміють її властивості задовольняти робочі умови експлуатації згідно призначення. Найбільш слабким місцем при виготовленні конструкцій є зварні з'єднання, оскільки під дією високих температур зварюваний метал втрачає показники своїх технологічних властивостей, а структура металу шва гірша порівняно з основним металом, також існує ще висока імовірність утворення в них зварних дефектів. Тому при проектуванні конструкції повинні бути передбачені прийоми, які забезпечать формування зварних з'єднань рівномірним основному металу.

Конструкція складається з деталей, тому при їх виготовленні повинна витримуватись відповідна геометрична точність і гострі кути на деталях та кромки мають притуплюватись фаскою $0,3 \times 45^\circ$.

При розробленні технологічного процесу виготовлення інструментального стола мають бути врахованими, як технологічні показники, так і економічні. В проекті технології виготовлення комплексно розробляються заготівельні, допоміжні операції, процеси складання і зварювання, а також методи контролю якості виконання технологічних операцій та готових виробів чи конструкцій.

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

Базовий технологічний процес виготовлення інструментального стола містить такі основні операції:

- очищення;
- правлення;
- розмічування;
- різання;
- складання;

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- зварювання;
- зачищення;
- операція контролю якості.

Контрольні операції виконуються на кожному етапі виготовлення конструкції зовнішнім візуальним оглядом.

Негативними сторонами базового технологічного процесу є:

- використання малопродуктивного способу ручного дугового зварювання;
- необхідність виконання додаткових механічних робіт по видаленню шлакової кірки з поверхонь швів та зачищенню суміжних поверхонь деталей від слідів електродного металу;
- виконання складання на непристосованих слюсарних столах, що погіршує точність виготовлення конструкцій та зменшує продуктивність процесу.

Вдосконалений технологічний процес виготовлення інструментального стола характеризується рядом переваг, а саме:

- заміна способу ручного зварювання на механізоване, що дозволяє підвищити продуктивність виконання процесу зварювання;
- в якості захисного газу застосовувати суміш газів MIX-1 (Ar 82%+ CO₂ 18%), що дозволить одержати направлений потік перенесення електродного металу без забруднення прилягаючих поверхонь.

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Найбільш раціональним способом при виготовленні інструментального стола є напівавтоматичне (механізоване) зварювання в захисних газах, тому що цей спосіб є достатньо продуктивним, універсальним, маневреним, забезпечує формування швів високої якості за рахунок надійного захисту реакційної зони зварювання і ним можливо виконувати зварювання в різних просторових положеннях. Хоча для зварювання стола можна використовувати і інші способи, для прикладу:

- автоматичне зварювання під флюсом, цей спосіб має найкращу продуктивність виконання та високу якість з'єднань, однак він придатний для зварювання середніх і довгих швів у нижньому положенні, а в даному випадку конструкція зварюється в основному швами невеликої довжини;

- ручне дугове зварювання, цей спосіб є відносно простим, дешевим та універсальним, але він не забезпечує достатню продуктивність процесу в умовах масового виробництва, тому його основне застосування в монтажних та ремонтних роботах, а також там, де неможливе використання більш продуктивного способу зварювання;

- газове зварювання, цей спосіб не потребує використання електричних джерел енергії і є відносно простим у застосуванні, однак він не є високопродуктивним, а характеризується підвищеною вибухонебезпечністю та низькими технологічними показниками утворених зварних з'єднань;

- плазмове зварювання, цей спосіб є високопродуктивним завдяки наявній його механізації та автоматизації, забезпечує формування швів високої якості, але все ж таки він обмежено застосовується через дороге вартісне обладнання, матеріали та обслуговування.

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Таким чином для зварювання інструментального стола застосовується напівавтоматичне зварювання в суміші захисних газів MIX-1 (Ar 82%+CO₂ 18%).

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Так як стіл інструментальний зварюється напівавтоматичним способом в захисних газах, тому в якості зварювальних матеріалів застосовується зварювальний (електродний) дріт і захисний газ. Якість майбутніх зварних конструкцій в значній мірі залежить від застосовуваних зварювальних матеріалів, які повинні забезпечувати основну умову – це отримання з'єднань, які володіють високими технологічними властивостями без наявних дефектів.

Замість звичайного вуглекислого газу (CO₂) буде використовуватись суміш захисних газів MIX-1:

- аргон (Ar) – 82%;
- вуглекислий газ (CO₂) – 18%.

Що стосується витрат зварювальних матеріалів, то при напівавтоматичному зварюванні більша частина витрат припадає на використання зварювального дроту, тільки 5 – 10% йде на витрати захисних газів. Переваги застосування захисних сумішей в тому, що різко знижується або навіть повністю стає відсутнім забруднення прилягаючих поверхонь деталей краплями електродного металу дроту і профіль зварних швів більш рівномірний та гладкий порівняно зі звичайним вуглекислим газом. Застосування сумішей сприяє додатковій економії зварювального дроту до 15 – 20% та скорочується обсяг додаткових робіт, тому що не потрібно зачищати від крапель прилягаючі поверхні деталей до місця виконання зварювання, також при їх використанні стає можливим зварювати на більш високих швидкостях, що додатково збільшує продуктивність процесу.

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Основним металом з якого виготовляється стіл інструментальний є конструкційна сталь звичайної якості Ст3сп, тому найкращим варіантом буде застосування дроту марки Св-08Г2С, який набув широкого промислового застосування особливо для зварювання низьковуглецевих сталей. Присутність в складі дроту марганцю і кремнію дозволяє комплексно легувати наплавлений метал та добре розкислювати зварювальну ванну, що забезпечує рівномірність з'єднань основному металу.

Склад зварювального дроту Св-08Г2С представлений в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С [3, с.177]

Марка дроту	Вміст, %						
	С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
						не більше	
Св-08Г2С	0.5-0.11	1.8-2.1	0.70-0.95	0.20	≤0.25	0.025	0.030

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Для забезпечення правильних конструктивних елементів зварного шва виконується розрахунок параметрів режиму зварювання. Розрахунок виконується в залежності від типу зварного з'єднання, для стикових швів потрібно забезпечити потрібну ширину шва, а для кутових, таврових і напускних з'єднань – катет шва. Зварювання стола інструментального виконується стиковими, напускними і тавровими з'єднаннями, з переважаючою більшістю останніх, отже розрахунок проводимо для таврового з'єднання ТЗ із катетом 3 мм. Вигляд з'єднання показаний на рисунку 2.1.

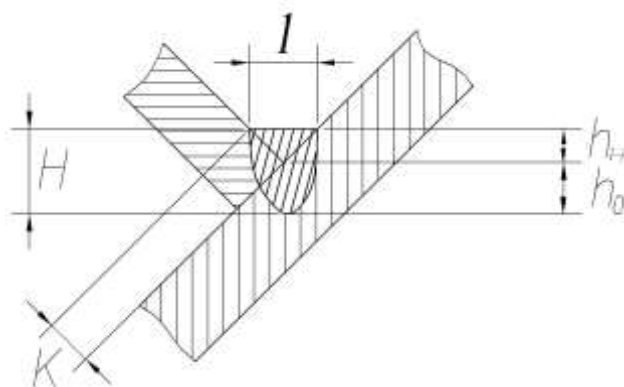


Рисунок 2.1 – Вигляд таврового з'єднання ТЗ

K - катет шва; H - висота шва; h_n - висота наплавленого металу; h_0 - глибина проплавлення основного металу; l - ширина шва

На якість і формування зварного шва впливають такі основні параметри режиму зварювання у суміші захисних газів:

- сила зварювального струму $I_{зв}$, А;
- напруга дуги U_d , В;
- подача зварювального дроту $V_{п.д.}$, м/год;
- швидкість зварювання $V_{зв.}$, м/год.

Зварювання металу у захисних сумішах з обов'язковим розробленням кромки проводять, якщо його товщина більше як 10 мм це згідно Державного стандарту. При цьому зменшують кути розроблення до 40° і величину притуплення до 1-2 мм при зазорах 0-5 мм. Якщо товщина заготовок від 1 мм до 10 мм в стикових з'єднаннях, то зварювання проводять однобічне без розроблення кромки

Розраховуючи параметри режиму зварювання для з'єднання ТЗ, треба забезпечити необхідну величину катета, щоб виконувалась умова міцності.

Площа наплавленого металу F_n розраховується за формулою [4, с.196]:

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

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

де K – катет шва, $K=3$ мм,

$$F_H = \frac{3^2}{2} = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ мм}^2.$$

Висота наплавленого металу h_n розраховується за формулою [4, с.197]:

$$h_n = \sqrt{F_H}, \quad (2.2)$$

$$h_n = \sqrt{4,5} \approx 2,12 \text{ мм.}$$

Ширина шва l розраховується за формулою [4, с.197]:

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

$$l = \sqrt{2 \cdot 9} = 4,24 \text{ мм.}$$

Загальна висота шва H розраховується за формулою [4, с.196]:

$$\psi_M = \frac{l}{H}. \quad (2.4)$$

Тому:

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

вибравши значення ψ_M , що знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.196], вибираємо $\psi_M=1,25$.

Тоді:

$$H = \frac{4,24}{1,25} = 3,39 \text{ мм.}$$

					<i>KP.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Мала величина ψ_M вказує на великі струми, що позитивно впливає на продуктивність зварювання.

Глибина проплавлення h_0 розраховується за формулою [4, с.197]:

$$h_0 = H - h_H, \quad (2.6)$$

$$h_0 = 3,39 - 2,12 = 1,27 \text{ мм.}$$

Для зварювання виробу із вуглецевої сталі з катетом 3 мм, вибираємо зварювальний дріт діаметром 1,0 мм.

Зварювальний струм $I_{зв}$ розраховується за формулою [4, с.192]:

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

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,2$ [4, с.193].

$$I_{зв} = \frac{1,27}{2,1} \cdot 100 = 106,066 \text{ А.}$$

Отже, беремо зварювальний струм величиною 106 А.

Швидкість подачі дроту розраховується за формулою [5,с.212]:

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

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=12$ г/А·год [5, с.212];

ρ – густина електродного дроту, для сталі $\rho=7,8 \times 10^3$ кг/м³;

$F_{ел}$ – площа поперечного перерізу дроту, яка розраховується за формулою:

$$F_{ел} = \frac{\pi \cdot d_e^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,0^2}{4} \approx 0,79 \text{ мм}^2.$$

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Тоді:

$$V_{п.д.} = \frac{12 \cdot 10^{-3} \cdot 106}{0,79 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 207,74 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі зварювального дроту $V_{п.д.}=207$ м/год.

Напруга на дузі розраховується за формулою [4, с.194]:

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

$$U_{д} = 20 + \frac{50 \cdot 106}{1000 \cdot \sqrt{1,0}} = 25,3 \pm 1 \text{ В.}$$

Приймаємо $U_{д}=25$ В.

Швидкість зварювання розраховується за формулою [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{A}{I_{зв}}, \quad (2.10)$$

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра зварювального дроту, в даному випадку для $d_e = 1,0$ мм – $A=1,5 \cdot 10^3$ А·м/год [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{106} = 14,15 \text{ м/год.}$$

Встановлюємо $V_{зв}=14$ м/год.

Діаметр зварювального дроту розраховується за формулою [4, с.193]:

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

де γ – допустима густина електричного струму, для дроту діаметром 1,0 мм $\gamma=75 \dots 300$ А/мм² [4, с.193],

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{106}{150}} = 0,95 \text{ мм,}$$

що знаходиться в межах допуску.

Виліт зварювального дроту встановлюється $l_d = 14$ мм [6, с.103].

Витрати захисної суміші $Q_r = 9$ л/хв [6, с.105].

Розраховані параметри режиму зварювання приведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

Назва параметру	Величина
Сила зварювального струму, А	106
Напруга на дузі, В	25
Діаметр зварювального дроту, мм	1,0
Виліт дроту, мм	14
Швидкість зварювання, м/год	14
Швидкість подачі зварювального дроту, м/год	207
Витрати захисної суміші, л/хв	9

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Зварювання інструментального стола буде виконуватись інверторним напівавтоматом марки Дніпро-М MIG/MMA 210. Це універсальний апарат, що дозволяє працювати, як зварювальним дротом при постійному струмі, так і електродами діаметром до 5 мм.

Особливості зварювального інверторного напівавтомата Дніпро-М MIG/MMA 210 [7]:

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

- 1) підвищений ресурс і надійність – досягається шляхом використання силових транзисторів від японського виробника Toshiba зі збільшеною на 30 % потужністю;
- 2) можливість працювати до 3 годин без перериву – це досягається завдяки трьохплатній конструкції інвертора;
- 3) повітряна система охолодження – тунельного типу знижує імовірність перегрівання апарату і слідує за температурою основних елементів;
- 4) ресурс інвертора не менше 100 тис. циклів – завдяки напиленню олова на платах і використання реле від виробника Clion;
- 5) максимально точна подача постійного струму – досягається завдяки силовому випрямлячу, що складається із 8 елементів (по 4 на кожній групі);
- 6) можливість працювати при пониженій або нестабільній напрузі в мережі – це досягається завдяки мережевому фільтру 1880 мкФ;
- 7) система «Hot Start» - забезпечує легкий початок роботи інвертором, а також полегшує запалювання електричної дуги;
- 8) система «Anti Stick» - запобігає прилипанню електродів шляхом різкого зниження зварювального струму.

Технічні характеристики напівавтомата представлені у таблиці 2.3, а його загальний вигляд на рисунку 2.2.

Таблиця 2.3- Технічні характеристики зварювального інверторного напівавтомата марки Дніпро-М MIG/MMA 210 [7]

Напруга мережі, В	220
Максимальна потужність, кВт	5,2
Номінальний зварювальний струм, А	315
Напруга холостого ходу, В	65
Межі регулювання зварювального струму, А	20-210

Продовження таблиці 2.3

Діаметр електродного дроту, мм	0,8-1,2
Швидкість подачі зварювального дроту, м/хв	2,5 – 12
Робочий цикл (ПВ), %	60
Тип охолодження	повітряно-примусове
Тип ізоляції	Н
Клас захисту	IP21
Габаритні розміри, мм	330x430x630
Маса, кг	16



Рисунок 2.2 – Загальний вигляд зварювального інверторного напівавтомата марки Дніпро-М MIG/MMA 210 [7]

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Вибір методу контролю якості зварних конструкцій залежить від їх призначення, оскільки вони можуть бути особливо відповідальними та такими, що працюють в звичайних умовах експлуатації без особливої відповідальності.

Контроль якості буває наступних видів:

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- вхідний контроль, виконується з метою перевірки застосовуваних основних і допоміжних матеріалів;

- технологічний контроль, проводиться протягом технологічного циклу виготовлення конструкцій, його мета полягає у правильності виконання виробничих операцій;

- кваліфікаційний контроль, завданням його є визначення кваліфікаційного рівня робочого персоналу;

- контроль готової продукції, є кінцевою операцією технологічного процесу, який полягає у перевірці зварних з'єднань на наявність дефектів, а також загального стану зварної конструкції; цей контроль може бути загальним, або вибіркоvim залежно від відповідальності контрольованих об'єктів.

Кінцевий контроль якості (готової продукції) може здійснюватися такими методами:

1. Візуально-оптичний контроль. Це є найпростіший метод, він може виконуватись, як звичайним зовнішнім оглядом, так і з застосуванням оптичного обладнання та інструментів, а також можуть проводитись контрольні заміри за допомогою вимірювальних інструментів та пристосувань. В основному цей метод відноситься до всіх видів контролю в технологічному процесі виготовлення зварних конструкцій.

2. Ультразвуковий контроль. Цей метод широко використовується серед інших методів неруйнівного контролю, завдяки високій чутливій здатності виявлення дефектів у перерізі зварних з'єднань. Виявлення дефектів відбувається за рахунок акустичних ультразвукових коливань, які зустрічаючи перешкоду відбиваються назад, про що сповіщає спеціальний пристрій – ультразвуковий дефектоскоп.

3. Радіаційний контроль. Має найвищу чутливість до виявлення дефектів, однак обмежено застосовується через свою радіаційну небезпеку. Його суть полягає у використанні радіаційного випромінювання, яке

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

проходячи через переріз зварного з'єднання дозволяє отримати його зображення, а по ньому вже судять про наявність чи відсутність дефектів.

4. Магнітний контроль. Цей метод базується на використанні магнітних силових полів, які вводяться у контрольований об'єкт, а при наявності дефекту, в напрямку їх переміщення, вони його оминають. Ці методи можуть використовувати магнітний порошок, стрічку чи ін. інструменти, що сповіщають про присутність дефекту в тому чи іншому місці. Наприклад, коли лінії магнітного поля оминають дефект, то в тому місці власне магнітне поле стає сильнішим і там буде більша кількість магнітного порошку, за рахунок сильнішого притягання. Однак цей метод може бути використаний тільки для феромагнітних матеріалів, які піддаються впливу магнітних полів.

Сутність використання того чи іншого методу контролю проявляється не тільки у визначенні самих дефектів, але і у знаходженні причин, які власне викликають їх появу.

Враховуючи конструкцію і умови роботи інструментального стола найбільш раціональним буде метод візуально-оптичного контролю якості.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Технологічний процес виготовлення інструментального стола містить комплекс основних і допоміжних операцій без яких неможливий виробничий цикл. Сюди відносяться операції: заготівельні, складально-зварювальні, опоряджувальні, допоміжні, контрольні та інші.

2.6.1 Заготівельні операції

Отримання заготовок деталей з яких буде складатися інструментальний стіл, потрібно виконати такі технологічні операції, як правлення, очищення, розмічування та різання.

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		27

На багатовалковій листопрямильній машині, яка показана на рисунку 2.3, здійснюється виправлення листового металопрокату, для того щоб усунути вигини і місцеві нерівності.

Для очищення металу від іржі, окалини та інших забруднень використовується піскоструменевий апарат марки Ураган П-180ЛМК, який зображений на рис. 2.4. Даний апарат призначений для очищення повітряно-піскоструменевим способом внутрішніх і зовнішніх поверхонь від фарби, окалини і корозії, різного роду забруднень та обезжирювання.

Розмічування для профільного металу виконується із застосуванням шаблонів, рулетки та маркера, оскільки розмічувати заготовки із листового металопрокату не потрібно, так як використовується автоматична установка плазмового різання марки MaxPro 200, яка розрізає метал за наперед внесеною програмою в якій задаються рухи різачка по кресленню заготовки, яку необхідно вирізати. Дана установка показана на рисунку 2.5.



Рисунок 2.3 – Багатовалкова листопрямильна машина (стан) [8]



Рисунок 2.4 – Піскоструменевий апарат Ураган П-180ЛМК [9]



Рисунок 2.5 – Установка плазмового різання MaxPro 200 [10]

2.6.2 Складальні операції

Складальні операції є одні з основних при виготовленні інструментального стола, тому що від якості складання залежить конфігурація та геометричні розміри конструкції. Суть складання полягає у правильності розміщення деталей згідно певної послідовності відповідно до технічних умов вказаних на креслениках. Фіксування деталі в певному положенні відбувається за допомогою установчих та притискних механізмів, які монтуються на спеціалізованому обладнанні та пристосуваннях.

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

2.6.3 Складально-зварювальні операції

Виконання цих операцій здійснюється із застосуванням спеціалізованого пристосування, яке забезпечує відповідну точність складання, надійність закріплення та високу продуктивність, що особливо важливо, так як процес складання займає найбільше часу серед усіх технологічних операцій виробничого циклу.

Складально-зварювальні операції при виготовленні інструментального стола виконуються в такій послідовності:

- встановити у пристосування деталі плиту та стійки із опорами, закріпити їх;
- виконати прихоплення відповідно до технології та зварювання цього вузла;
- прикласти полицю разом із вставками до попередньо звареної складальної одиниці та зафіксувати їх притискачами;
- провести загальне зварювання конструкції;
- вивільнити зварну конструкцію із пристосування.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Опоряджувальні операції полягають у виконанні додаткових слюсарних чи рихтувальних робіт без яких неможливе виконання технологічного процесу виготовлення стола. Для цих операцій будуть використовуватись молотки 7850-0103ц15хФ, захисні окуляри ЗП-12-72, шліфувальні машини Kinzo 8E282, одна з яких представлена на рисунку 2.6 та металеві дискові щітки ЩД-06.



Рисунок 2.6 – Кутова шліфувальна машинка Kinzo 8E282 [11]

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

2.6.5 Допоміжні операції

Дані операції займають другорядне місце в технологічному процесі виготовлення інструментального стола, але без них сам виробничий процес був би неможливим. До цих операцій відносяться транспортувальні роботи, ремонтні та обслуговуючі. Для прикладу, які стосуються доставки основних і допоміжних матеріалів, переміщення складальних вузлів чи готових виробів і конструкцій, а також встановлення режимів роботи застосовуваного технологічного оснащення та устаткування.

2.6.6 Контроль якості

Технологічні процеси виготовлення зварних конструкцій включають наступні види контролю якості:

- вхідний контроль, виконується з метою перевірки застосовуваних основних і допоміжних матеріалів;
- технологічний контроль, проводиться протягом технологічного циклу виготовлення конструкцій, його мета полягає у правильності виконання виробничих операцій;
- кваліфікаційний контроль, завданням його є визначення кваліфікаційного рівня робочого персоналу;
- контроль готової продукції, є кінцевою операцією технологічного процесу, який полягає у перевірці зварних з'єднань на наявність дефектів, а також загального стану зварної конструкції; цей контроль може бути загальним, або вибіркоvim залежно від відповідальності контрольованих об'єктів.

Враховуючи умови експлуатації стола, найкращим методом контролю буде візуально-оптичний всіх операцій технологічного циклу із використанням лупи Ecomix 90 2x.

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

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

Всі розрахунки будуть виконуватись відповідно до ДСТУ 3159-95 «Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання».

Так як інструментальний стіл зварюється напівавтоматичним зварюванням в захисній суміші МІХ-1, то розрахунки будуть виконуватися по витратах зварювального дроту та самої захисної суміші.

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, $\alpha_H = 14$ г/А·год;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв} = 106$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш} = 0,84$ м.

Підставивши числові значення будемо мати:

$$Q_H = 14 \cdot 10^{-3} \cdot 106 \cdot 0,84 = 1,25 \text{ кг.}$$

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, $K_p = 0,7$;

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$Q_p = 1,25 \cdot 0,7 = 0,87 \text{ кг,}$$

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

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

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

$$Q_{\text{нп}} = 1,25 \cdot 0,5 = 0,62 \text{ кг.}$$

Тому:

$$H_{\text{ел}} = 0,87 + 0,62 = 1,5 \text{ кг.}$$

Знаходимо норми витрат захисного газу за формулою:

$$H_r = Q_p \cdot K_r, \quad (2.16)$$

де K_r – коефіцієнт, який характеризує відношення маси витраченого газу до маси розплавленого електродного дроту, $K_r=0,85\dots 0,9$;

$$H_r = 0,87 \cdot 0,9 = 0,79 \text{ кг.}$$

Знаходимо витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу за формулою:

$$E = \frac{U_d}{\alpha_n \cdot \eta_n \cdot K_n}, \quad (2.17)$$

де – U_d напруга на дузі, В;

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

K_H – коефіцієнт корисної дії джерела дуги, $K_H=0,75$;

$$E = \frac{25}{14 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 2,65 \text{ кВт.}$$

Знаходимо витрати електроенергії на 1 м шва за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_D \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\eta_H \cdot K_H}, \quad (2.18)$$

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,07$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 25 \cdot 106 \cdot 0,07}{0,9 \cdot 0,75} = 2,75 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Вибір типу пристосувань є важливим підготовчим етапом, який розробляється ще при технологічному проектуванні виготовлення відповідних зварних конструкцій. Для того щоб раціонально вибрати нові чи вдосконалити існуючі пристосування конструктори і проєктанти повинні врахувати наступні дані:

1. Конструкторське завдання, щодо проектування пристосувань.
2. Технічні умови та креслення виробу, які дозволяють отримати інформацію про наступне:
 - технологічність зварної конструкції;
 - основні вимоги до конструкції, які представлені у технічних умовах;
 - габаритні розміри конструкції, а також розміри та послідовність розміщення у ній деталей;
 - точність виготовлення деталей та безпосередньо зварної конструкції;
 - способи отримання заготовок із врахуванням стану їх поверхонь;
 - тип, довжина і розміщення зварних швів;
 - зручність встановлення деталей у пристосування;
 - легкість вивільнення вже готової конструкції чи виробу із пристосування;
 - доступність до місць постановки прихоплень та наступного зварювання швів.

3. Технологія виготовлення заготовок деталей, від них залежить вибір фіксаторів і притискачів, тому що вони можуть мати деякі відхилення, як по розмірах, так і по формі.

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

4. Особливість виконання складально-зварювальних операцій при виготовленні конструкції, яка впливає на:

- точність цих операцій в залежності від вибраних баз фіксування;
- послідовність розміщення деталей та подальшого зварювання від чого залежить вибір типу фіксуючих та притискних елементів;
- можливість прямолінійного переміщення чи обертання виробу разом із пристосуванням в процесі виконання зварювання конструкції;
- раціональне положення деталей у пристосуванні, яке дозволяє виконувати зварювання в нижньому положенні;
- забезпечення достатньої жорсткості складальної одиниці без подальшого її деформування;
- застосування механізованих та автоматичних способів зварювання з можливим переміщенням зварних виробів чи технологічних апаратів.

5. Програма випуску продукції. Вона визначає доцільність комплектування пристосувань механізованими та автоматизованими засобами. В залежності від виробничої програми пристосування можуть бути спеціальними – для конкретного виробу, спеціалізованими – для відповідного типу виробів та універсальними – для широкої номенклатури виробів. Тому враховуючи кількість виготовлення конкретних виробів чи конструкції за певний проміжок часу вибирається певний тип пристосувань – універсальні, спеціалізовані чи спеціальні.

6. Типи і складові частини відповідних аналогів пристосувань.

7. Стандартизація та уніфікація деталей і механізмів, які входять до складу пристосувань.

8. Нормативно-технічні рекомендації, щодо вибору складально-зварювальних пристосувань [13, с. 23,24].

Однак в процесі вибору чи розроблення складально-зварювальних пристосувань потрібно прагнути до: зменшення трудомісткості виконання

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

складання та ін. допоміжних робіт, забезпечення виготовлення виробів і конструкцій проектної якості, покращення умов праці персоналу, зведення до мінімуму виконання втомлюваних ручних робіт.

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Вдосконалений технологічний процес виготовлення інструментального стола використовує технологічне складальне устаткування для підвищення швидкості виконання складальних операцій, забезпечення високої точності та стабільності якості даного процесу, а також покращення з наступним полегшенням умов виконання складальних робіт.

Для складання інструментального стола використовується універсальна складальна плита, схема якої показана на рисунку 3.1. Дане устаткування характеризується високою швидкістю та надійністю фіксування складальних деталей зварної конструкції, що дуже важливо в умовах велико-серійного виробництва, так як потрібно забезпечити високу продуктивність виконання даних технологічних операцій.

Послідовність дій на цій складальній плиті при виготовленні інструментального стола полягає в наступному:

- встановити у пристосування деталі плити та стійки із опорами, закріпити їх;
- виконати прихоплення відповідно до технології та зварювання цього вузла;
- прикласти полицю разом із вставками до попередньо звареної складальної одиниці та зафіксувати їх притискачами;
- провести загальне зварювання конструкції;
- вивільнити зварну конструкцію із пристосування.

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

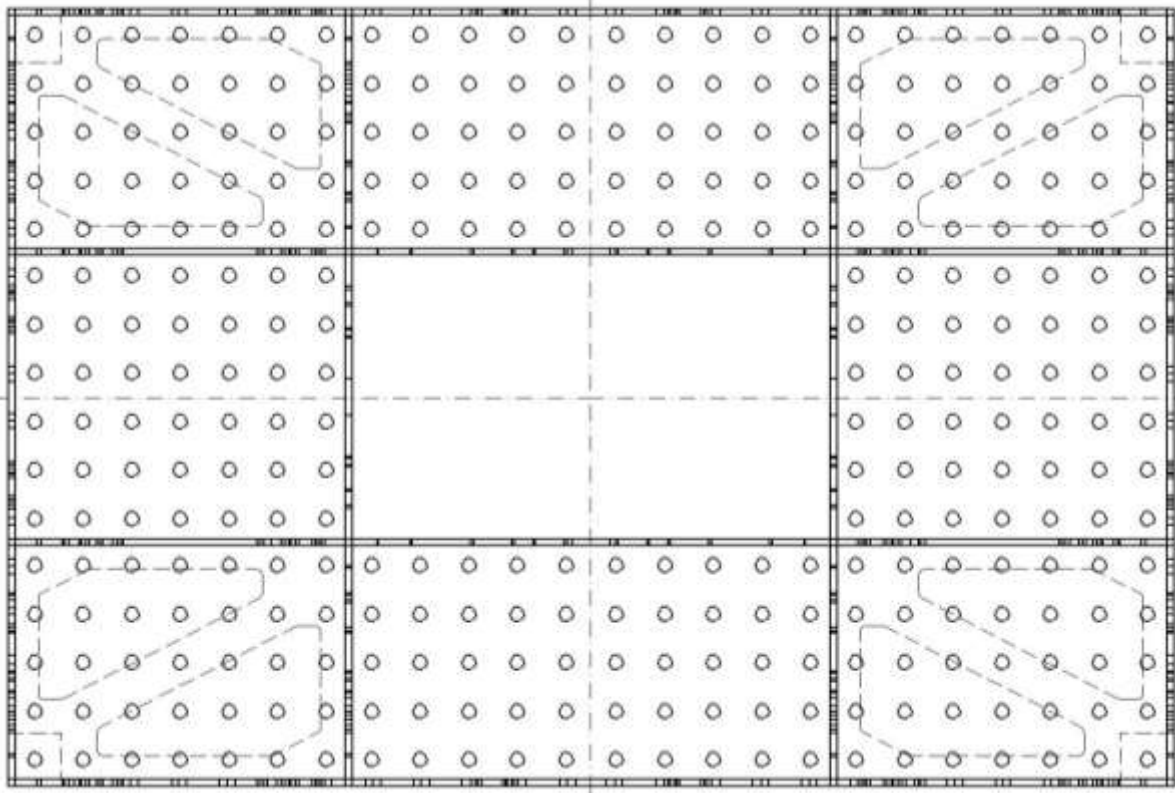
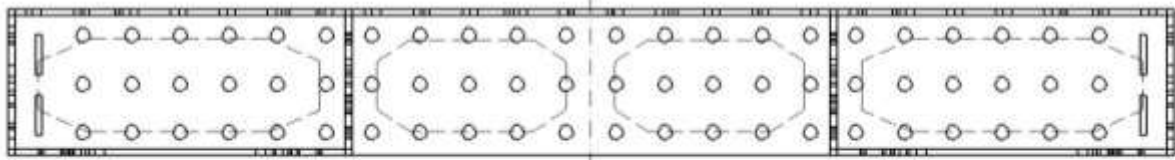


Рисунок 3.1 – Схема складальної плити

Оскільки складальна плита є універсальним пристосуванням, тому для того, щоб забезпечити високу продуктивність складально-зварювальних робіт застосовуються пневматичні притискачі, які дозволяють забезпечити швидкодію в роботі, надійність фіксації, завдяки заданій величині притискувальної дії, а також значні зусилля притискання, що є важливо при складанні важких і габаритних зварювальних конструкцій.

Для закріплення інструментального стола використовуються пневмопритискачі горизонтального типу, один із них є зображений на рисунку 3.2.

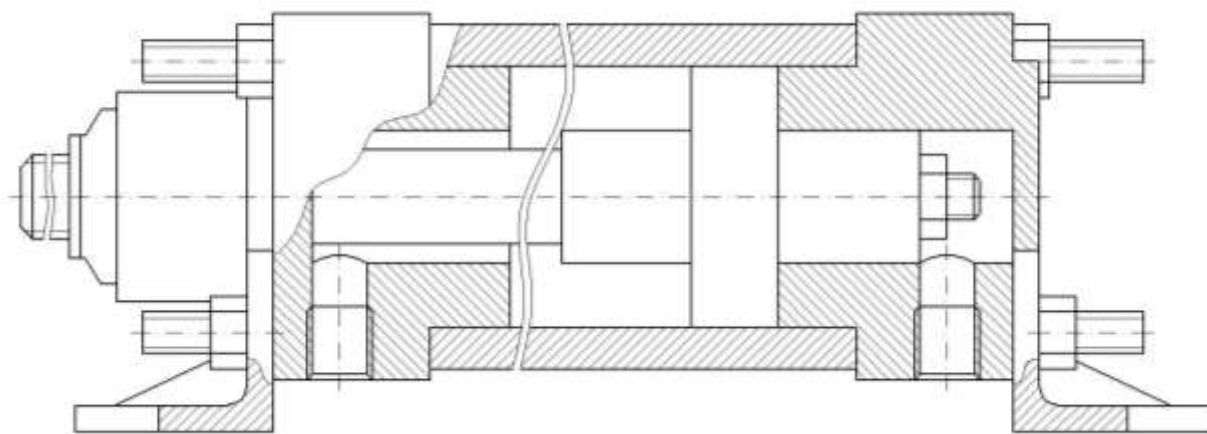


Рисунок 3.2 – Горизонтальний пневмопритискач

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

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 стола інструментального

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	820x805x620	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
профільний прокат Ст3сп	кг	50	
зварювальний дріт Св-08Г2С	кг	1,5	
захисний газ – суміш МІХ-1	кг	0,79	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	3	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
профільний прокат:			
сталь Ст3сп	грн	33,58	32,2
зварювальний дріт Св-08Г2С	грн	120	116,4
захисний газ суміш МІХ-1 (Ar 82% +CO ₂ 18%)	грн	34,1	33,75
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	12	

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення
стола інструментального

Зміст операції	Варіанти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна, грн	Назва	Ціна, грн		
1	2	3	4	5	6	7	8
Правлення	$\frac{3}{П}$	Багатовал. листопр. машина	12540000	молоток	197	IV	2,5
Очищення	$\frac{3}{П}$	Піскостр. апарат Ураган П-180ЛМК	26800	щітка	76	III	2,8
Розмічування	$\frac{3}{П}$			шаблон рулетка маркер	570 279 66	IV	$\frac{2,4}{1,6}$
Різання	$\frac{3}{П}$	Установка плазмового різання MaxPro 200	757000			IV	$\frac{3,7}{2,9}$
Складання	$\frac{3}{П}$	Плита скл. з пневмопритискачами	96450	молоток	197	IV	$\frac{3,6}{2,7}$
Зварювання	$\frac{3}{П}$	Напівавтомат Дніпро-М MIG/MMA 210	12500			IV	$\frac{3,5}{2,6}$
Зачищування	$\frac{3}{П}$	Кутова шліф. машина Kinzo 8E282	2536	щітка молоток	76 197	III	$\frac{3,4}{3}$
Контроль якості	$\frac{3}{П}$			Лупа Economix, 90мм 2х	88	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;

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

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

Загальна штучна норма часу: по заводу 25,4;
по проекту 21,6.

Для виготовлення стола 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, $K_p = 0,03...0,1$.

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

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]:

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

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

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

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

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

Кількість робочих місць для виконання правління при виготовленні стола інструментального 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 інструментального стола 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:

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

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- проектний варіант:

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

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:

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

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

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 однієї 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.

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 $B_{np} = 2400$ шт;

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

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

Необхідна кількість правильників:

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

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.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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

- 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.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- 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.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
правильники	2	2	IV	IV
очишувальники	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	1679	1610	4029600	3864000
З/П	Зв. дрiт Св-08Г2С	кг	120	116,4	180	174,6	432000	419040
З/П	Зах. сумiш МІХ-1	кг	34,1	33,75	26,94	26,66	64653,6	63990
Р-ом					1885,94	1811,26	4526253,6	4347030

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	
3/П	5	1,68	1,61	83,95	80,5	201480	193200	12	12	28800	28800
3/П	5	6	5,82	9	8,73	21600	20952				
3/П	5	1,71	1,69	1,35	1,33	3232,68	3199,5				
Р- ом		9,38	9,12	94,3	90,56	226312,68	217351,5	12	12	28800	28800

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].

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

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 правильників:

$$Z_{oo} = 6,3 \cdot 25,5 \cdot 2,5 = 401,63 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 401,63 \cdot (0,2 + 0,15) = 140,57 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 401,63 \cdot 0,4 = 160,65 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці очищувальників:

$$Z_{oo} = 5,1 \cdot 27,8 \cdot 2,8 = 396,98 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 396,98 \cdot (0,2 + 0,15) = 138,94 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 396,98 \cdot 0,4 = 158,79 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці розмічувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 9 \cdot 27,5 \cdot 2,4 = 594 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 594 \cdot (0,2 + 0,15) = 207,9 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 594 \cdot 0,4 = 237,6 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 9 \cdot 27,5 \cdot 1,6 = 396 \text{ грн};$$

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$Z_{до} = 396 \cdot (0,2 + 0,15) = 138,6 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 396 \cdot 0,4 = 158,4 \text{ грн},$$

Затрати по оплаті праці різальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 4,9 \cdot 27,8 \cdot 3,7 = 504,01 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 504,01 \cdot (0,2 + 0,15) = 176,41 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 504,01 \cdot 0,4 = 201,61 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 4,9 \cdot 27,8 \cdot 2,9 = 395,04 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 395,04 \cdot (0,2 + 0,15) = 138,26 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 395,04 \cdot 0,4 = 158,02 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 5,9 \cdot 28 \cdot 3,6 = 594,72 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 594,72 \cdot (0,2 + 0,15) = 208,15 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 594,72 \cdot 0,4 = 237,89 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 5,9 \cdot 28 \cdot 2,7 = 446,04 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 446,04 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,11 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 446,04 \cdot 0,4 = 178,42 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці зварювальників:

- заводський варіант:

$$Z_{оо} = 6,1 \cdot 30,5 \cdot 3,5 = 651,18 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 651,18 \cdot (0,2 + 0,15) = 227,91 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 651,18 \cdot 0,4 = 260,47 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{оо} = 6,1 \cdot 30,5 \cdot 2,6 = 483,73 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 483,73 \cdot (0,2 + 0,15) = 169,31 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 483,73 \cdot 0,4 = 193,49 \text{ грн}.$$

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 4,4 \cdot 29,8 \cdot 3,4 = 445,81 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 445,81 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,03 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 445,81 \cdot 0,4 = 178,32 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 4,4 \cdot 29,8 \cdot 3 = 393,36 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 393,36 \cdot (0,2 + 0,15) = 137,68 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 393,36 \cdot 0,4 = 157,34 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$Z_{oo} = 8,8 \cdot 30 \cdot 1,7 = 448,8 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 448,8 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,08 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 448,8 \cdot 0,4 = 179,52 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$Z_{oo} = 8,7 \cdot 28,8 \cdot 1,8 = 451,01 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 451,01 \cdot (0,2 + 0,15) = 157,85 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 451,01 \cdot 0,4 = 180,4 \text{ грн}.$$

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

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

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

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

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

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{\text{од}} = 1 \cdot 34,2 \cdot 1850 = 63270 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 63270 \cdot 0,35 = 22144,5 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 63270 \cdot 0,4 = 25308 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{\text{од}} = 1 \cdot 34,2 \cdot 1850 = 63270 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 63270 \cdot 0,35 = 22144,5 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 63270 \cdot 0,4 = 25308 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{\text{од}} = 1 \cdot 34,2 \cdot 1850 = 63270 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{дд}} = 63270 \cdot 0,35 = 22144,5 \text{ грн};$$

$$Z_{\text{пд}} = 63270 \cdot 0,4 = 25308 \text{ грн}.$$

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]:

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

де $Z_{\text{он}}$ - 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 ($Z_{\text{он}}$) та премії і надбавки ($Z_{\text{нн}}$) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$$З_{оп} = 1 \cdot 9200 \cdot 12 = 110400 \text{ грн};$$

$$З_{дп} = 110400 \cdot 0,35 = 38640 \text{ грн};$$

$$З_{пш} = 110400 \cdot 0,4 = 44160 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$З_{оп} = 1 \cdot 8623 \cdot 12 = 103476 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 103476 \cdot 0,35 = 36216,6 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 103476 \cdot 0,4 = 41390,4 \text{ грн}.$$

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:						
правильники	203222,25		71127,79		81288,9	
очищувальники	200873,9		70305,87		80349,56	
розмічувальники	300564	100188	105197,4	35065,8	120225,6	40075,2
різальники	382546,63	199889,23	133891,32	69961,23	153018,65	79955,69
складальники	451392,48	225696,24	157987,37	78993,68	180556,99	90278,5
зварювальники	494241,83	244767,38	172984,64	85668,58	197696,73	97906,95
зачищувальники	338368,27	199040,16	118428,9	69664,06	135347,31	79616,06
контролери	113546,4		39741,24		45418,56	
транспортувальники	114105,02		39936,76		45642,01	

Продовження таблиці 4.5

Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	63270		22144,5		25308	
ремонтники	63270		22144,5		25308	
електрики	63270		22144,5		25308	
ІТР	110400		38640		44160	
МОП	103476		36216,6		41390,4	
Разом	3002546,78	2005014,59	1050891,37	701755,11	1584520,41	1185507,53

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	1679	1610
зварювальний дріт Св-08Г2С	180	174,6
захисна суміш МІХ-1 (Ar 82% +CO ₂ 18%)	26,94	26,66
Поворотні відходи	12	
Паливо та енергія на технологічні цілі	51,14	49,23
Основна заробітна плата основних робітників	1082,86	667,22
Додаткова заробітна плата основних робітників	379	233,53
Премії та надбавки основних робітників	433,14	266,89
Відрахування на соціальне страхування	26,53	16,35
Відрахування на медичне страхування	47,38	29,19
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	213,54	213,54
Цехові (дільничні) витрати	240,61	240,61
Всього цехова собівартість	4348,14	3515,82

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 витрат	Кількість натуральних одиниць		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
правильне	2	2	12540000	12540000	627000	627000
очищувальне	2	2	26800	26800	1340	1340
різальне	3	2	757000	757000	37850	37850
складальне	3	2	96450	96450	4822,5	4822,5
зварювальне	3	2	12500	12500	625	625
зачищувальне	3	2	2536	2536	126,8	126,8
транспортне	1	1	69000	69000	3450	3450
Інструменти:						
молоток	9	7	197	197	9,85	9,85
щітка	6	5	76	76	3,8	3,8
шаблон	2	1	570	570	28,5	28,5
рулетка	6	4	279	279	13,95	13,95
маркер	6	4	66	66	3,3	3,3
лупа	1	1	88	88	4,4	4,4
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	8750000	8750000	5	437500	437500
Устаткування:					
правильне	25707000	25707000	10,5	2699235	2699235
очищувальне	54940	54940	8,5	4669,9	4669,9
різальне	2308850	1551850	8,5	196252,25	131907,25
складальне	294172,5	197722,5	23,5	69130,54	46464,79
зварювальне	38125	25625	19,5	7434,38	4696,88
зачищувальне	7734,8	5198,8	8,5	657,46	441,9
транспортне	72450	72450	19,5	14127,75	14128
Інструменти:					
молоток	1782,85	1388,85	15	267,43	208,33
щітка	459,8	383,8		68,97	57,57
шаблон	1168,5	598,5		175,28	89,78
рулетка	1687,95	1129,95		253,19	169,49
маркер	399,3	267,3		59,9	40,1
лупа	92,4	92,4		13,86	13,86
Разом	37238863,1	36368647,1			3429845,89

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

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

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

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

де $C_{нз}$ - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{нз}= 20878,68$ грн);

$C_{мн}$ - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{мн}= 18990,13$ грн);

$\Phi_{мз}$ - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{мз}= 4348,14$ грн/шт);

$\Phi_{мн}$ - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{мн}= 3515,82$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((20878,68 + 0,15 \cdot 4348,14) - (18990,13 + 0,15 \cdot 3515,82)) \cdot 2400 = 4832155,2 \text{ грн.}$$

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 ($\Phi_{осз}= 44244552$ грн);

$\Phi_{осн}$ - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{осн}= 41466696$ грн);

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

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

$$E_{ур} = 2400 \cdot (20878,68 - 18990,13) = 4532520 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{44244552 - 41466696}{4532520} = 0,61 \text{ р.}$$

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						59
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	20878,68	18990,13
Чисельність персоналу:			
- всього	чол	25	20
- основних робітників	чол	20	15
Фондомісткість продукції	грн/шт	4348,14	3515,82
Умовна річна економія	грн	-	4532520
Річний економічний ефект	грн	-	4832155,2
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,61
Місячний оклад основних робітників:			
- правильники	грн	14759,72	14759,72
- очищувальники	грн	14589,16	14589,16
- розмічувальники	грн	21829,5	14553
- різальники	грн	18522,52	14517,65
- складальники	грн	21855,96	16391,97
- зварювальники	грн	23930,68	17777,08
- зачищувальники	грн	16383,44	14455,98
- контролери	грн	16493,4	16493,4
- транспортувальники	грн	16574,54	16574,54

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці в організації

Однією із складових ефективної роботи з профілактики виробничого травматизму є належна підготовка, навчання та підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці.

Організацію навчання та перевірки знань з питань охорони праці працівників на підприємстві здійснюють працівники служби з охорони праці, інженер з охорони праці, комісія з питань охорони праці, керівники структурних підрозділів [15].

Перевірку знань з питань охорони праці посадових осіб, які пройшли навчання в галузевих навчальних центрах, проводить комісія, призначена вищим органом, до сфери впливу якого входить підприємство. Очолює таку комісію керівник (заступник керівника) цього органу, до службових обов'язків якого входить організація роботи з охорони праці, або керівник служби охорони праці цього органу.

Перевірка знань з питань охорони праці працівників, які пройшли навчання в інших навчальних закладах чи установах, проводиться комісією, створеною відповідним територіальним управлінням спеціально вповноваженого центрального органу виконавчої влади з нагляду за охороною праці [15].

Навчання та перевірка знань з питань охорони праці працівників (виконавців і посадових осіб), які не залучаються до виконання підвищеної небезпеки робіт, проводиться не рідше ніж один раз на три роки.

Посадові особи та працівники, які виконують роботи підвищеної небезпеки, проходять спеціальне навчання та перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці не рідше одного разу на рік [15].

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий [15].

Вступний інструктаж проводиться [15]:

- з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи та посади;
- з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства;
- з учнями та студентами, які прибули на підприємство для проходження трудового або професійного навчання;
- з екскурсантами у разі екскурсії на підприємство.

Первинний інструктаж проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником [15]:

- новоприйнятим (постійно чи тимчасово) на підприємство або до фізичної особи, яка використовує найману працю;
- який переводиться з одного структурного підрозділу підприємства до іншого;
- який виконуватиме нову для нього роботу;
- відрядженим працівником іншого підприємства, який бере безпосередню участь у виробничому процесі на підприємстві.

Повторний інструктаж проводиться на робочому місці індивідуально з окремим працівником або групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу.

Повторний інструктаж проводиться в терміни, визначені нормативно правовими актами з охорони праці, які діють у галузі, або роботодавцем (фізичною особою, яка використовує найману працю) з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше [15]:

- на роботах підвищеної небезпеки - 1 раз на 3 місяці;

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- для решти робіт - 1 раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці [15]:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативно-правових актів з охорони праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;

- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, вихідної сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;

- при порушеннях працівниками вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що призвели до травм, аварій, пожеж тощо;

- при перерві в роботі виконавця робіт більш ніж на 30 календарних днів - для робіт підвищеної небезпеки, а для решти робіт - понад 60 днів.

Цільовий інструктаж проводиться з працівниками [15]:

- при ліквідації аварії або стихійного лиха;

- при проведенні робіт, на які відповідно до законодавства оформлюються наряд-допуск, наказ або розпорядження.

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються залежно від виду робіт, що виконуватимуться [15].

Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів та їх допуск до роботи, особа, яка проводила інструктаж, уносить запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці на робочому місці. Сторінки журналу реєстрації інструктажів повинні бути пронумеровані, прошнуровані і скріплені печаткою (за її наявності).

У разі виконання робіт, що потребують оформлення наряду-допуску, цільовий інструктаж реєструється в цьому наряді-допуску, а в журналі реєстрації інструктажів - не обов'язково. [15].

Позачергове навчання та перевірка знань з питань охорони праці проводиться [15]:

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

- при переведенні працівника на іншу роботу;
- після нещасного випадку;
- при змінах чи прийнятті нових нормативно-правових актів та в інших випадках.

Спеціальне навчання з питань охорони праці може проводитись безпосередньо на підприємстві або навчальним закладом, який має відповідний дозвіл.

При проведенні такого навчання на підприємстві навчальні плани та програми розробляються з урахуванням конкретних видів робіт, виробничих умов і функціональних обов'язків працівників і затверджуються наказом керівника підприємства [15].

Таким чином, залежно від призначення і виду виконуваних робіт працівниками можливе використання того чи іншого типу інструктажу для перевірки знань з питань охорони праці. Безпека праці працівників залежить від ефективності роботи керівників структурних підрозділів та якості проведення інструктажів.

5.2 Ризики та небезпека під час проведення зварювальних робіт: способи їх запобігання

Зварювання – складний та відповідальний процес, саме тому він вимагає підвищеної уваги у плані дотримання безпеки. Правильно підібране обладнання з урахуванням факторів захисту, надійності та зручності використання може значно знизити ризики та запобігти травмуванню персоналу, а також гарантувати комфортні умови праці без зниження продуктивності.

Питаннями безпеки на робочому місці стурбовані як робітники, так і роботодавці, які прагнуть захистити здоров'я спеціалістів: зір, слух, голова, обличчя, легені, грудна клітка – найвразливіші місця людини на момент проведення зварювальних робіт. Запобігти негативним наслідкам на

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

виробничому майданчику можна шляхом проведення тематичного навчання, дотримуючись запобіжних заходів, усуваючи небезпечні чинники. А також вибираючи максимально надійні та функціональні засоби індивідуального захисту зварювальника: пальники, маски, респіратори та вогнестійкий одяг. Тип і рівень захисту необхідно вибирати виходячи зі ступеня складності завдання, що виконується, а також тривалості впливу небезпечних факторів. Наприклад, використання легких зварювальних масок допускається при нетривалій роботі. Але у разі довготривалого перебування на зварювальній ділянці, коли вплив випарів, що містяться в повітрі і утворюються в процесі зварювання та шліфування, потрібен надійний захист органів дихання, який здатний зберегти здоров'я працівника [16].

До основних загроз здоров'ю при проведенні зварювальних процесів відносять: вплив тепла, ультрафіолетового випромінювання, сильний дим і світло, а також випари, що становлять загрозу для здоров'я спеціаліста та його оточення. Через багаторазовий тривалий вплив забруднень, що містяться в повітрі, виникає більша частина професійних легеневих захворювань, а для пошкодження легень достатнього навіть одноразового такого впливу. Зварювальники зазнають сильної втоми та професійних травм через необхідність виконувати роботи у складних просторових положеннях [16].

Ультрафіолетове випромінювання / яскраве світло в процесі зварювання. За яскравістю світла та іскор дуги приховується дуже велика небезпека. Якщо спостерігати за дугою, що горить, без потрібного захисту для очей - можна отримати пошкодження зору. Також слід враховувати, що навіть короткий вплив може спричинити опік поверхні ока (це явище називають «зловити зайчика»). Ультрафіолетове та інфрачервоне випромінювання, а також такі видимі елементи, як гарячі бризки, можуть пошкодити очі та обпалити незахищену шкіру [16].

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захист для очей у фокусі уваги. Зварювальна маска та зварювальний фільтр здатні забезпечити надійний захист очей. Світлофільтри (з фільтром, що автоматично затемнюється) і пасивні світлофільтри (схвалені кольорові захисні скла) гарантують 100%-ий захист від ультрафіолетового випромінювання.

Зварювальні або лицьові маски почали використовувати досить давно. При виборі потрібної моделі необхідно орієнтуватися на характеристики їхнього класу захисту, ваги і балансування, оскільки ці властивості істотно різняться. Зварювальні або захисні маски з світлофільтром, що автоматично затемнюється, полегшують і прискорюють роботу фахівця протягом усієї роботи [16].

Захист легень – життєва необхідність у вирі зварювального процесу. Один з варіантів надійного захисту - маска зварювальна або маска для обличчя, що оснащена лицьовим ущільненням. У її конструкції є вентиляційна система очищення повітря (зварювальні респіратори та системи PAPR), яка здатна убезпечити людину від щоденної дії канцерогенних токсичних випарів та газів. Повна респіраторна система складається з фільтру, набору шлангів та лицьової маски. Зварювальні респіратори мають класифікацію за рівнями захисту, тобто рівнями очищення забрудненого повітря у зварювальному середовищі. Ця класифікація несе інформацію не тільки про ефективність фільтру системи фільтрації. Вона містить значення загального вимірного сукупного коефіцієнта витоків респіраторної системи – коефіцієнт проникнення (TIL) [16].

Токсичні зварювальні гази та випаровування. Згідно з дослідженнями, за 8-годинну зміну людина вдихає 4000 літрів повітря. При цьому один зварювальник за годину роботи може спровокувати утворення до 40 г диму та зважених у повітрі компонентів. Ці випари складаються з газів і дрібних частинок та можуть містити більше 40 різних речовин, які утворюються з оброблюваного матеріалу, присадкових металів, а також з таких поверхонь,

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

як фарби і покриття. Випари небезпечні для здоров'я людини, а якщо нехтувати засобами захисту - крихітні частинки диму можуть глибоко проникати в структуру легень і змінювати її. Крім того, тривала взаємодія з канцерогенами може спровокувати респіраторні недуги і рак. Професійним захворюванням легень можна запобігти, використовуючи надійний захист органів дихання [16].

Для мінімізації шкідливого впливу випарів і газів необхідно дотримуватись певних заходів безпеки [16]:

- забезпечити вентиляцію в зоні зварювання з метою відведення випарів та газів із місця проведення робіт;
- зварювальник завжди повинен використовувати сертифікований зварювальний респіратор.

Таким чином, в ході виконання зварювальних робіт, зварник завжди повинен дотримуватись вимог техніки безпеки, щоб зменшити імовірність появи ризиків та небезпек в процесі своєї роботи.

5.3 Вимоги охорони праці та пожежної безпеки під час виготовлення стола інструментального

Стіл інструментальний виготовляється із використанням дугового зварювання, тому найважливішим питанням в охороні праці є забезпечення електробезпеки зварювальних робіт під час виготовлення виробу.

Електричне обладнання, що застосовується для зварювання, і його експлуатація повинні відповідати вимогам ДНАОП 0.00-1.32-01 та ДНАОП 0.00-1.21-98.

Корпус будь-якої електрозварювальної установки необхідно заземлювати. Послідовне включення в заземлюючий провідник декількох апаратів забороняється.

Окремі елементи зварювального кола, а також відрізки зварювальних кабелів при нарощуванні довжини повинні бути з'єднані роз'ємними

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

з'єднувальними муфтами. Забороняється з'єднувати зварювальні кола скрутками з оголеним кабелем. Струмopідвідні кабелі зварювального кола повинні бути по всій довжині ізольовані та захищені від механічних ушкоджень [17, с.128].

Зворотнім проводом, що з'єднує зварювальні вироби з джерелом зварювального струму, можуть слугувати гнучкі, а також металічні шини достатнього перерізу, зварювальні плити і сама зварювана конструкція. Використання в якості зворотнього проводу мережі заземлення металевих будівельних конструкцій будівлі, комунікацій і незварювального технологічного обладнання забороняється. З'єднання між собою окремих елементів, що використовуються в якості окремого проводу, повинно виконуватися ретельно (зварюванням або затисканням струбциною). При зварюванні кругових швів допускається з'єднання зворотнього проводу з виробом, що зварюється, за допомогою ковзкого контакту. Затискання вторинної обмотки трансформатора, до якого підключається зворотній провід, а також аналогічні затискачі у зварювальних випрямлячах і генераторах, в яких обмотки збудження підключаються до розподільчої електричної мережі без розділяючого трансформатора, необхідно заземлювати [17, с.128].

Якщо установка має кілька пультів керування, обслуговування яких з одного робочого місця неможливе, кожен пульт повинен бути обладнаний апаратом ручного аварійного відключення. На установках або автоматичних лініях з великим фронтом обслуговування кнопки аварійного відключення повинні розташовуватися одна від одної на відстані не більше 10 м. Кнопки керування, що використовуються у таких випадках, повинні мати заціпки, які забезпечують тільки примусове повернення контактів у початковий стан [17, с.128].

Якщо для забезпечення безпеки працюючих установкою необхідно керувати одночасно обома руками, система керування повинна забезпечити

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

дворучне включення, що допускає можливість пуску установки тільки одночасним включенням пускових кнопок (рукояток), які повинні розташовуватися на відстані 300-600 мм одна від одної. В особливо відповідальних випадках для дворучного включення повинна бути передбачена протизаклинна схема, яка виключає можливість роботи на установці, якщо одна з кнопок (рукояток) включення заклинена.

Схема приєднання декількох джерел зварювального струму, що працюють на одну зварювальну дугу, повинна виключати можливість одержання між виробом і електродом напруги, що перевищує найбільшу напругу холостого ходу одного з джерел зварювального струму [17, с.129].

Зварювальні установки мають бути захищені запобіжниками або автоматами зі сторони мережі живлення. Багатопостові зварювальні агрегати, крім захисту з боку мережі живлення, повинні мати у загальному проводі зварювального ланцюга автоматичний вимикач та запобіжники на кожному проводі на зварювальному посту.

Усі електрозварювальні установки з джерелами змінного і сталого струму у випадках зварювання в особливо небезпечних умовах (зварювання у середині металевих ємностей, колодязів, відсіків, на понтонах тощо) повинні бути обладнані пристроями автоматичного відключення холостого ходу або обмеження його напруги до 12 В не пізніше 1 с після розмикання зварювального ланцюга. Обмежник, виконаний у вигляді окремої приставки, має бути заземлений окремим проводом [17, с.129].

Замкнуті простори резервуарів, котлів, металевих ємностей, відсіків і т.д. під час виконання зварювальних робіт, наплавлення і різання повинні освітлюватися світильниками з напругою не вище 42 В, установленими ззовні зварюваного виробу, або ручними переносними світильниками закритого виконання з напругою не більш 12 В. Трансформатор для переносних світильників необхідно встановлювати поза зварюваним виробом, а його вторинну обмотку – заземлити.

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

Застосування автотрансформаторів для зниження напруги живлення світильників забороняється.

Електрозварювальний інструмент (електродотримачі, електропаяльники, електрорізаки) не повинні мати відкритих струмоведучих частин, а рукоятки необхідно виготовляти із струмоізолюючих матеріалів.

Забороняється залишати на робочому місці електрозварювальний інструмент, що знаходиться під напругою. Пересувні електрозварювальні установки під час їх пересування необхідно відключати від мережі.

Приєднання і від'єднання від мережі електрозварювальних установок, переключення зварювального струму рукоятками, розташованими в середині установки за дверцятами, що не мають пристрою блокування, а також спостереження за справним станом установок у процесі експлуатації повинно виконуватися електротехнічним персоналом [17, с.129].

Весь персонал, що обслуговує електрозварювальні установки, повинен періодично проходити інструктажі з електробезпеки, охорони праці, пожежної безпеки, надання першої допомоги.

Вищезазначені вимоги безпеки праці мають велике значення в технологічному процесі виготовлення інструментального стола, оскільки вони вимагають від працівника обов'язкового виконання та забезпечення безпеки обладнання та виробництва.

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

ВИСНОВКИ

Вдосконалений технологічний процес виготовлення інструментального стола характеризується рядом переваг, а саме:

- заміна способу ручного зварювання на механізоване, що дозволяє підвищити продуктивність виконання процесу зварювання;
- в якості захисного газу застосовувати суміш газів МІХ-1 (Ar 82%+ CO₂ 18%), що дозволить одержати направлений потік перенесення електродного металу без забруднення прилягаючих поверхонь.

Зварювання виконується механізованим способом інверторним напівавтоматом марки Дніпро-М MIG/MMA 210 з наступними параметрами режиму:

- діаметр зварювального дроту – 1,0 мм (Св-08Г2С);
- зварювальний струм зварювальний струм $I_{зв}$ – 106 А;
- напруга на дузі U_d – 25 В;
- швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}$ – 207 м/год;
- швидкість зварювання $V_{зв.}$ – 14 м/год;
- витрати захисного газу $Q_{г}$ – 9 л/хв.

Для зменшення виробничого циклу до мінімуму на виконання складальних і зварювальних операцій використовуються складальні плити в поєднанні із пневматичними притискачами, які забезпечують значне підвищення продуктивності праці під час проведення складально-зварювальних робіт.

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь 3сп. Довідник. Сталі вуглецеві нелеговані: веб-сайт. URL: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-3sp/> (дата звернення: 15.05.2024).
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. Гаєвський О.А., Гаєвський В.О. Координація зварювальних робіт: навчальний посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2017. 368 с.
5. Кривов Г.О., Зворикін К.О. Виробництво зварних конструкцій: підручник. Київ: КВІЦ, 2012. 896 с.
6. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
7. Основні характеристики Дніпро-М MIG/MMA 210. Напівавтомат зварювальний Дніпро-М MIG/MMA 210: веб-сайт. URL: <https://27.ua/ua/shop/poluavtomat-svarochnyy-dnipro-m-mig-mma-210.html> (дата звернення: 26.05.2024).
8. Основні технічні характеристики. Листопрямильна машина: веб-сайт. URL: <https://www.solveit74.ua/catalog/oborudovanie-dlya-gibki-i-pravki/listopravilnaya-mashina> (дата звернення: 27.05.2024).
9. Піскоструменевий апарат Ураган П-180ЛМК. Піскоструменеві апарати: веб-сайт. URL: <https://azam.com.ua/ua/p850427089-peskostrujnyj-apparat-uragan.html> (дата звернення: 27.05.2024).
10. Базові технічні характеристики. Установка плазмового різання MaxPro 200: веб-сайт. URL: <https://www.prostanki.com/board/item/191184> (дата звернення: 27.05.2024).

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

11. Характеристики Kinzo 8E282. Шліфувальна машина Kinzo 8E282: веб-сайт. URL: <https://helpzone.com.ua/model/990106/13/Kinzo-8E282.html> (дата звернення: 27.05.2024).

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. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 № 15. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05#Text> (дата звернення: 30.05.2024).

16. Ризики та небезпека під час проведення зварювальних робіт: способи їх запобігання. Захист зварювальника: веб-сайт. URL: https://kemppi.in.ua/articles/zahust_zvaryvalnuka.htm (дата звернення: 30.05.2024).

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

					<i>КР.422.10.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

ДОДАТКИ

					КР.422.10.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74