

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
відбійника коліс

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

Дмитро ХОРОШ

Керівник

Володимир ГАВРИЛЮК

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

ХОРОШУ Дмитру Юрійовичу

Тема роботи _____ Проект _____ вдосконалення _____ технологічного _____ процесу
_____ виготовлення відбійника коліс

Керівник роботи _____ ГАВРИЛЮК Володимир Ярославович
(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 Планування заходів з профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності на підприємстві

5.2 Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці

5.3 Вимоги безпеки праці під час проведення зв. робіт виготовлення відбійника коліс

Перелік графічного матеріалу

1. Технологічний процес виготовлення відбійника коліс – 1.0 (форм. А1)

2. Складальне креслення відбійника коліс – 1.0 (форм. А3)

3. Складальне креслення маніпулятора зварювального – 1.0 (форм. А1)

4. Складальне креслення поворотного притискача – 1.0 (форм. А1)

Консультанти розділів роботи

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

Дата видачі завдання _____

20.05.2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Дмитро ХОРОШ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Володимир ГАВРИЛЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Процеси зварювання відіграють важливу роль при виготовленні металевих конструкцій будь-якого рівня складності. Особливістю технологічного процесу виготовлення відбійника коліс 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 wheel bumper manufacturing. The main improvements are change welding process, equipment, materials and others operations of manufacture. The technological process of constructions manufacturing are present of technological operations, such as procurement, assembling, welding, equipment, additional and control. The economic calculations allow estimating the possibility of practical applying the technological process. The safety equipment and fire protection is consider in this report yet.

ЗМІСТ

	с.
ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Опис конструкції зварного виробу	8
1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу	9
1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу	9
1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції	10
1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів	10
1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів	11
1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу	12
1.3.4 Вимоги до складання	13
1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції	13
1.4 Аналіз базового технологічного процесу виготовлення зварної конструкції та постановка задач на виконання кваліфікаційної роботи	14
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	15
2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання	15
2.2 Вибір зварювальних матеріалів	18
2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання	19
2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування	23
2.5 Вибір методу контролю якості виробу	27
2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції	28
2.6.1 Заготівельні операції	28
2.6.2 Складальні операції	29
2.6.3 Складально-зварювальні операції	30

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Проект вдосконалення технологічного процесу виготовлення відбійника коліс Пояснювальна записка					
<i>Розроб.</i>	<i>Хорош</i>							<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Гаврилюк</i>								4	68
<i>Реценз.</i>								ВСП «ТФК ТНТУ», гр. ПМ-422ск		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Залуцька</i>									
<i>Затв.</i>	<i>Дранівська</i>									

2.6.4	Опоряджувальні операції	. . . . .	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	. . . . .	39
4.1	Розрахунок кількості обладнання	. . . . .	39
4.2	Розрахунок кількості працівників	. . . . .	44
4.3	Визначення витрат і вартості основних матеріалів	. . . . .	46
4.4	Розрахунок фонду оплати праці	. . . . .	47
4.5	Калькуляція собівартості виробу	. . . . .	52
4.6	Розрахунок суми капіталовкладень для розробленого технологічного процесу та його економічної ефективності	. . . . .	53
4.7	Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу	. . . . .	55
5	ОХОРОНА ПРАЦІ	. . . . .	58
5.1	Планування заходів з профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності на підприємстві	. . . . .	58
5.2	Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці	. . . . .	60
5.3	Вимоги безпеки праці під час проведення зварювальних робіт виготовлення відбійника коліс	. . . . .	62
	ВИСНОВКИ	. . . . .	65
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	. . . . .	66
	ДОДАТКИ	. . . . .	68

ВСТУП

Для отримання нероз'ємного з'єднання при зварюванні плавленням кромки металу з'єднаних елементів – основний метал і додаткового металу – електроду зварювального дроту та ін., в місці з'єднання розплавляються, незалежно зливаються в загальну зварювальну ванну, в якій відбуваються різноманітні фізико-хімічні процеси та встановлюються металеві зв'язки.

При видаленні джерела нагрівання метал зварювальної ванни кристалізується, утворюючи зварний шов, який і з'єднує зварювальні елементи в єдине ціле. Метал зварного шва відрізняється від основного зварюваного металу, як за хімічним складом, так і за структурою, тому що метал шва завжди має литу структуру. Поруч зі швом в основному металі під дією термічного циклу зварювання утворюється різної довжини зона термічного впливу, метал якої нагрівається в інтервалі температура плавлення – температура критичних точок, в результаті чого в металі відбуваються структурні зміни.

Метал шва і основний метал зони термічного впливу, де пройшли будь-які структурні зміни, називається зварним з'єднанням. Механічні, корозійні та інші властивості зварного з'єднання можуть істотно відрізнятися від властивостей основного металу. При однакових показниках механічних властивостей зварного з'єднання і вихідного металу зварне з'єднання рівномірне основному металу.

В якості джерела тепла при електричному зварюванні плавленням можна використовувати різні джерела – електричну дугу (електродугове зварювання) тепло шлакової ванни (електрошлакове зварювання), тепло струменя іонізованих газів “холодної” плазми (плазмове зварювання), тепло, що виділяється у виробі в результаті перетворення кінетичної енергії електронів (електронно-променеве зварювання), тепло когерентного світлового променя лазера (лазерне зварювання) та ін.

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Важливою вимогою при виконанні зварювання є отримання зварних з'єднань, які володіють необхідними технологічними властивостями, що задовольняють умови експлуатації. В зварних швах не допускається наявність дефектів, які виникають через помилки технологічного зварювального процесу, неякісні матеріали, несправне або невідповідне устаткування та безпосередньо від самих зварювальників.

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

Щодо вдосконалення технологічного процесу виготовлення відбійника коліс, основний акцент робиться на власне вдосконаленні процесу зварювання із використанням найбільш придатного устаткування для даних конструкцій, а також на використанні складального обладнання і правильній послідовності виконуваних дій на ньому.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції зварного виробу

Відбійник – це металева конструкція, що призначена для перешкоджання проїзду транспортних засобів з дозволеною максимальною масою не більше 3,5 тон. Їх встановлюють з метою своєрідних огорожень від заїзду на клумби та інші газонні насадження. Конструкція відбійника показана на рисунку 1.1.

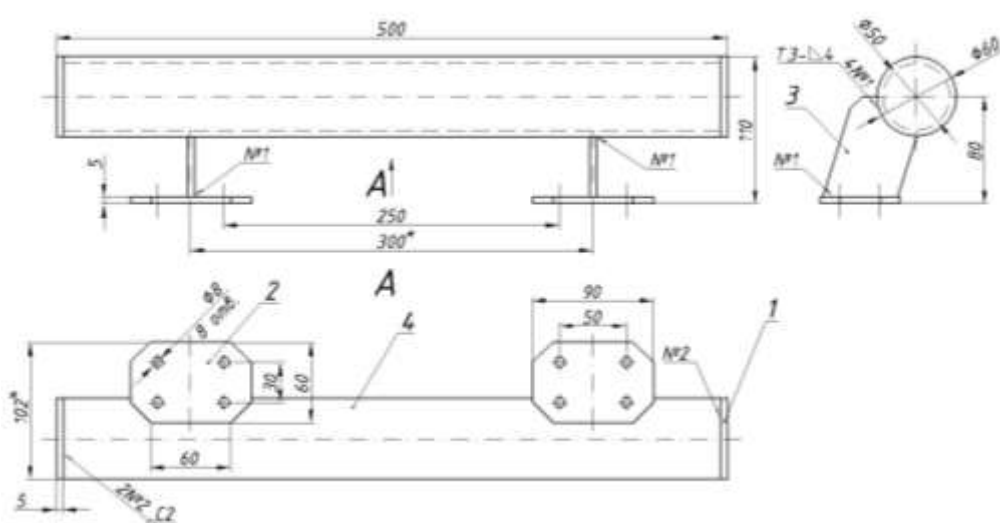


Рисунок 1.1 – Відбійник коліс

1 – заглушка, 2 – підшва, 3 – стійка, 4 – штанга

Конструкція відбійника відповідає діючим вимогам будівельних норм і правил, забезпечує стабільну роботу при умові виконання вимог при складанні, установленні та експлуатації виробу.

Габаритні розміри відбійника коліс наступні:

- довжина 500 мм;
- висота 110 мм.
- ширина 102 мм.

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Так як відбійник є металевим, то його загальна маса складає 3,9 кг.

1.1.1 Технічні вимоги до зварного виробу

Технічні вимоги, які встановлюються при виготовленні даного роду конструкцій:

1) зварювальні операції повинні виконуватись в закритому приміщенні, яке захищає місце зварника від атмосферних опадів та інших шкідливих для зварювального процесу явищ;

2) підготовка кромek зварюваних деталей і складання повинні відповідати вимогам робочих креслень, як по чистоті, так і по відношенні розмірів конструктивних елементів;

3) зварювальне обладнання повинно відповідати вимогам своїх технічних даних;

4) всі складені під зварювання з'єднання повинні бути представлені і прийняті технічним контролем.

1.2 Характеристика матеріалу зварного виробу

Відбійник коліс виготовляється зі сталі Ст2пс, яка є конструкційною низьковуглецевою сталлю звичайної якості, що призначена для виготовлення зварних конструкцій, які є малонавантаженими та працюють при звичайних умовах при постійному навантаженні. Хімічний склад сталі Ст2пс приведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі Ст2пс, % [2]

Вміст елементів, %									
C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S	As	N
0,09-0,15	0,09-0,15	0,25-0,50	0,30	0,30	0,30	0,040	0,050	0,08	0,012

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					9

Механічні властивості сталі приведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі Ст2пс [2]

Межа плинності $\sigma_{0,2}$, МПа	Відносне видовження δ_5 , %	Тимчасовий опір, Н/мм ²
не менше		
225	32	335 – 430

Властивість металів забезпечувати формування бездефектних зварних з'єднань визначає зварюваність, яка в свою чергу розраховується за еквівалентним вмістом вуглецю $C_{екв}$ [3, с. 127]:

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

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

Тому:

$$C_{екв} = 0,15 + \frac{0,50}{6} + \frac{0,15}{24} + \frac{0,3}{10} + \frac{0,3}{5} + \frac{0,3}{15} = 035 \%$$

Розрахунки показують, що зварюваність даної марки сталі є доброю, тому що $C_{екв} \leq 0,45$.

1.3 Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

1.3.1 Вимоги до матеріалів і напівфабрикатів

Відбійник коліс виготовляється із матеріалів і напівфабрикатів, які повинні задовольняти умову міцності в процесі експлуатації. Для цього вони

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

повинні бути якісними, що підтверджується відповідністю необхідної документації.

Визначення придатності чи непридатності застосування тих чи інших матеріалів залежить від їх механічних властивостей та хімічного складу, які повинні відповідати певним стандартам.

Всі матеріали і напівфабрикати, що поступають на виробництво повинні мати документи, що підтверджують якість продукції – сертифікати якості. У випадку відсутності такої документації або з метою додаткової перевірки якості матеріалів, підприємство додатково може провести їх контроль якості задля визначення відповідності їх стандартам і технічним умовам.

Матеріали і напівфабрикати, що використовуються для виготовлення відбійника коліс не повинні мати різних дефектів, що знижують їх експлуатаційну придатність, крім того вони повинні володіти необхідними технологічними властивостями та бути корозійностійкими, що пояснюється умовами їх роботи.

Матеріали і напівфабрикати повинні бути сертифікованими заводами, що виготовляють їх, при відсутності сертифікатів всі необхідні випробування проводяться в центральній заводській лабораторії. Результати випробувань затверджує завідуючий лабораторією, або старший групи, що проводила випробування.

1.3.2 Вимоги до шорсткості, геометричності форми та розмірів

Геометричні розміри відбійника коліс повинні знаходитись в межах допусків встановлених технічними умовами на виготовлення відповідних виробів і конструкцій. Так загальні відхилення, що характеризуються формою виробу не повинні перевищувати 1%, як по довжині, так і по діаметру відносно встановленого номінального розміру.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Враховуючи умови експлуатації виробу при дії можливих статичних навантажень, допускається збільшення товщини в перерізі штанги відбійника, для стійкішого протистояння даним явищам.

1.3.3 Вимоги до зварних з'єднань виробу

Головне, що повинні забезпечувати зварні з'єднання виробу чи конструкції – це забезпечувати надійну їх роботу у відповідних умовах експлуатації. Навіть після закінчення достатньо тривалого часу вони повинні зберігати свою міцність і витривалість. Особливо це важливо при виготовленні особливо відповідальних конструкцій, механізмів та інших пристроїв.

Тому до якості зварних з'єднань пред'являються відносні вимоги, які в основному залежать від експлуатаційного призначення виробів і конструкцій. Однак існують деякі загальні вимоги без дотримання яких не забезпечиться відповідна роботопридатність, довговічність і надійність з'єднань в умовах експлуатації:

- механічні властивості, від них напряду залежить надійність зварної конструкції, оскільки вони визначають стійкість до витримування експлуатаційних навантажень, зусиль ударів та ін. і до цих властивостей відносять – границю міцності, відносне видовження і твердість;

- технологічні вимоги, вони визначають правильність технології їх виконання, при цьому для будь-якого зварного з'єднання повинна виконуватись вимога повного проплавлення, так як від цього залежить якість і надійність.

- зовнішній вигляд, шов повинен бути без підрізів і напливів із плавним переходом від наплавленого металу до основного, розмір катета, кількість проходів та форма підсилення повинна бути вказана у конструкторській документації.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

1.3.4 Вимоги до складання

Складання потрібно виконувати із застосуванням спеціальних пристосувань та інструментів, так як це дозволяє отримати задану точність та перешкоджає виникненню майбутніх деформацій від різкої зміни температур в ході протікання зварювального процесу. Так виконуючи складання заготовки деталей повинні мати відповідну геометричну форму та розміри і якщо для їх виготовлення використовується сталь звичайної якості, то додатково зачищені до металевого блиску в зоні накладання зварних швів.

Складаючи деталі потрібно зберігати потрібну величину зазору, площинність стиків кромek та габаритні розміри, враховуючи ведення та вкорочення металу, що викликається зварюванням.

1.3.5 Вимоги до якості зварної конструкції

Якість зварних конструкцій визначається чинниками, що пов'язані із технологією виготовлення, застосовуваними матеріалами, технологічним персоналом та кваліфікацією персоналу, що задіяний у виготовленні металоконструкцій. Крім того на якість впливають режими виконання зварювання, оскільки надмірні їх значення призводять до вигорання металу та збільшення зони термічного впливу, яка як відомо має знижені механічні властивості, що негативно проявляється в процесі експлуатації виробів і конструкцій.

Тому якість зварних конструкцій характеризується наступним:

- відсутність дефектів, як у зварних швах, так і в основному металі;
- складання згідно технології, яка визначає потрібну точність від якої залежить форма і геометричні розміри;
- контроль якості на всіх етапах виготовлення конструкцій.

Всі вимоги, що пред'являються до якості зварних виробів і конструкцій, повинні бути вказані у відповідній документації.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

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

Технологічний процес виготовлення відбійника коліс передбачає попереднє правлення, розмічування та різання металопрокату на заготовки відповідного розміру.

Прихоплення заготовок та зварювання відбійника коліс здійснюється напівавтоматичним зварюванням під шаром флюсу.

Даний технологічний процес характеризується рядом недоліків: процес напівавтоматичного зварювання під флюсом здійснюється в один прохід; необхідність залучення висококваліфікованих зварників; необхідність залучення допоміжного персоналу для зачищення кожного шару швів від шлаку; використовуються механічні затискачі. В цілому технологічний процес характеризується високою трудомісткістю.

У зв'язку із виникненням необхідності збільшення програми випуску продукції, а також використання низьковуглецевої сталі виникла необхідність зміни існуючого технологічного процесу виготовлення конструкції, що вимагає заміни технологічної зварювальної оснастки та застосування більш продуктивного зварювального обладнання.

Так, ми можемо вдосконалити існуючий технологічний процес заміною напівавтоматичного зварювання під флюсом автоматичним зварюванням в суміші захисних газів. Змінити застаріле обладнання на більш сучасніше.

Запропоновані вдосконалення дають можливість підвищити рівень механізації та автоматизації технологічного процесу виготовлення відбійника коліс, що підвищить продуктивність виробництва, зменшить трудомісткість, що в цілому позитивно відіб'ється на собівартості та якості виробу.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технічне обґрунтування вибраного способу зварювання

Процес виготовлення відбійника коліс необхідно максимально механізувати і автоматизувати, оскільки способи зварювання, які застосовувалися для виготовлення мають високу трудомісткість, значні затрати часу. При впровадженні механізованих і автоматизованих способів зварювання виникла можливість підвищення продуктивності праці, зменшення трудомісткості, покращення якості шва і зварного з'єднання.

Використовуючи літературні джерела дізнаємося, що для зварювання конструкційного металу можна застосувати наступні способи зварювання: ручне дугове однопрохідне зварювання, напівавтоматичне і автоматичне дугове зварювання під флюсом, електронно-променеве зварювання, зварювання в середовищі захисних газів.

Застосування електронно-променевого зварювання обмежене тим, що не існує розробленого обладнання для зварювання подібних конструкцій. Застосування напівавтоматичного зварювання в середовищі захисних газів обмежене складністю автоматизації процесу зварювання. А оскільки необхідно збільшити випуск продукції, то це призведе до збільшення виробничих площ і значного збільшення кількості персоналу.

Застосування ручного дугового зварювання є можливим, але цей процес вимагає високої кваліфікації зварника і, як наслідок, веде за собою значні затрати часу, що є недопустимим при умові збільшення виробництва.

При виборі способу зварювання для виготовлення відбійника коліс необхідно враховувати матеріал виробу, товщину зварюваних деталей, відповідальність конструкцій, масовість виробництва, а також вимоги до якості зварних з'єднань.

В даний час великий об'єм зварювання виконується вручну покритим електродом. В залежності від показників міцності зварюваної сталі і вимог до

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

зварної конструкції призначають певний тип електродів. Найбільш широке застосування в останні роки для зварювання конструкції з низьколегованої сталі набули електроди типу Е46Т з рутиловим покриттям (АНО-3; АНО-4; ОЗС-4; МР-3 та інші).

Зварні конструкції, що працюють в особливо відповідальних умовах зварюються електродами з фтористо-кальцієвим і фтористо-кальцієворутиловим покриттям типу Е42А, наприклад марок УОНИ-13/45 і СМ-11, що забезпечують підвищену стійкість металу шва проти кристалізаційних тріщин і більш високі пластичні властивості. Недоліком електродів УОНИ-13/45 є необхідність проведення зварювання постійним струмом (зворотної полярності), а також понижена стійкість проти утворення в металі шва пор при наявності іржі на кромках або при їх надмірній зволоженості.

Суттєвим недоліком ручного дугового зварювання металевим електродом є мала продуктивність процесу і залежність якості зварного шва від практичних навиків зварників.

Ручне дугове зварювання раціонально застосовувати для коротких швів. Розташованих в різних просторових положеннях і при дрібносерійному характері виробництва. На монтажі застосування ручного зварювання виправдане при незначному об'ємі робіт навіть для більш якісних швів. Ручне зварювання доцільно використовувати при ремонтних роботах.

Для забезпечення необхідних механічних властивостей металу шва і високої стійкості проти утворення кристалізаційних тріщин і пор при зварюванні високолегованих і низьколегованих сталей застосовують зварювальні матеріали, які знижують схильність до утворення тріщин, а саме легують кремнієм і марганцем.

Напівавтоматичне зварювання у захисних газах можна виконувати у всіх просторових положеннях. Розширення області його застосування відбувається за рахунок заміни ручного дугового зварювання.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Широкого використання, незважаючи на складність і високу вартість обладнання, набуло автоматичне дугове зварювання під флюсом. Використання такого способу зварювання дає змогу забезпечити стабільність режимів зварювання і забезпечення якості виконання зварного шва.

Автоматичне зварювання має ряд переваг перед напівавтоматичним:

- а) більша продуктивність;
- б) не потрібен кваліфікований зварник, тільки оператор;
- в) економія зварювальних матеріалів.

Одним з важливих недоліків є неможливість використання автоматичного дугового зварювання під флюсом, швів в різних просторових положеннях.

Отже, враховуючи специфіку різних способів зварювання та особливостей технології і техніки зварювання різних сталей, вибираємо для виготовлення відбійника коліс напівавтоматичне зварювання в захисних газах. Схема даного способу приведена на рисунку 2.1.

Такий вибір забезпечить виконання поставлених технологічних умов, і вимог що до міцності і надійності конструкції.

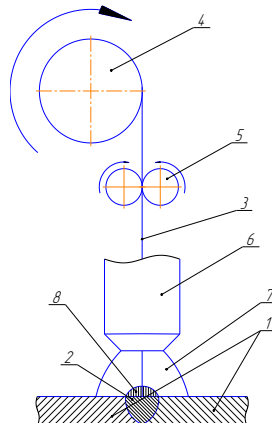


Рисунок 2.1 - Схема напівавтоматичного зварювання у захисному газі

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

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2.2 Вибір зварювальних матеріалів

Зварювальні матеріали вибирають в залежності від умов отримання бездефектної структури металу шва, які відповідають по своїх властивостях вимогам, що необхідні при експлуатації конструкції.

Оскільки відбійник коліс виготовляється із конструкційної низьковуглецевої сталі Ст2пс, то необхідно вибрати таку марку зварювального дроту, яка б дозволяла отримувати бездефектні зварні з'єднання при виконанні процесу зварювання. Враховуючи ці рекомендації вибираємо зварювальний дріт марки Св-08Г2С (EWM SW 70S G3), за рахунок вмісту марганцю і кремнію він дозволяє отримувати якісні зварні шви чим і задовольняють потрібну нам умову.

В таблиці 2.1 представлено хімічний склад зварювального дроту.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад зварювального дроту Св-08Г2С [4, с. 87]

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

Для захисту розплавленого металу від шкідливої дії навколишнього середовища використовуємо суміш захисних газів, яка складається з 80% аргону і 20% вуглекислого газу згідно EN 439-1995. Перевагами її над звичайним CO₂ є кращі умови перенесення електродного металу і формування металу шва.

2.3 Вибір та розрахунок параметрів режиму зварювання

Розрахунок параметрів режиму зварювання виконуємо для таврового з'єднання – ТЗ (рис. 2.2) з катетом 4 мм. При розрахунку цих параметрів необхідно забезпечити одержання катету шва, назначеного конструктором за міцністю.

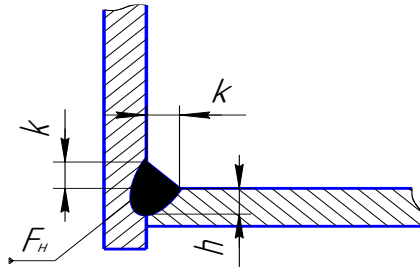


Рисунок 2.2 - Схема таврового з'єднання

k – катет шва, F_n – площа наплавленого металу, h – глибина проплавлення основного металу

Площа наплавленого металу F_n розраховується за формулою [4, с.181]:

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

де K – катет шва, $K=4$ мм,

$$F_n = \frac{4^2}{2} = 8 \text{ мм}^2.$$

Висота наплавленого металу h_n розраховується за формулою [4, с.191]:

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

$$h_n = \sqrt{18} \approx 2,83 \text{ мм.}$$

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Ширину шва l розраховується за формулою [4, с.191]:

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

$$l = \sqrt{2 \cdot 16} = 5,66 \text{ мм.}$$

Загальна висота шва H розраховується за формулою [4, с.192]:

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

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

вибираємо значення ψ_M , яке знаходиться в інтервалі величин 0,8 – 2,0 мм [4,с.192], $\psi_M=1,35$.

Тому:

$$H = \frac{5,66}{1,35} = 4,19 \text{ мм.}$$

Глибина проплавлення h_0 розраховується за формулою [4, с.192]:

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

$$h_0 = 4,19 - 2,83 = 1,36 \text{ мм.}$$

Для зварювання виробу із низьковуглецевої сталі з катетом 4 мм, вибираємо електродний дріт діаметром 0,8 мм.

Зварювальний струм $I_{зв}$ розраховується за формулою [4, с.193]:

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

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

де K_a – коефіцієнт пропорційності, $K_a=1,07$ [4, с.193].

$$I_{зв} = \frac{1,36}{1,07} \cdot 100 = 127,27 \text{ А.}$$

Вибираємо силу зварювального струму рівною 127 А.

Швидкість подачі електродного дроту розраховується за формулою [4,с.194]:

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

де α_p – коефіцієнт розплавлення, $\alpha_p=10$ Г/А·год [4, с.189];

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

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

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

Отже:

$$V_{п.д.} = \frac{10 \cdot 10^{-3} \cdot 127}{0,5 \cdot 10^{-6} \cdot 7800} = 324,09 \text{ м/год.}$$

Швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}=324$ м/год.

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

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

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 127}{1000 \cdot \sqrt{0,8}} = 25,68 \pm 1 \text{ В.}$$

Беремо $U_d=26$ В.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

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

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

де A – коефіцієнт, який залежить від діаметра електродного дроту, в даному випадку для $d_e = 0,8$ мм – $A = 1,8 \cdot 10^3$ м/год [4, с.194]:

$$V_{зв} = \frac{1,8 \cdot 10^3}{127} = 14,17 \text{ м/год.}$$

Приймаємо $V_{зв} = 14$ м/год.

Перевіряємо діаметр електродного дроту за формулою [4, с.193]:

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

густина електричного струму, для електродного дроту діаметром 0,8 мм $\gamma = 75 \dots 300$ А/мм² [4, с.193],

$$d_e = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{127}{250}} = 0,8 \text{ мм,}$$

це задовольняє нашу умову.

Виліт електродного дроту приймаємо $l_d = 10$ мм [5, с.103].

Витрати захисного газу $Q_r = 8$ л/хв [5, с.105].

В таблиці 2.2 записані параметри режиму зварювання.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Таблиця 2.2 – Параметри режиму зварювання

ПАРАМЕТР			значення
назва	символ	одиниці вимірювання	
Сила зварювального струму	$I_{зв}$	А	127
Напруга на дузі	$U_{д}$	В	26
Діаметр електродного дроту	d_e	мм	0,8
Виліт електрода	$l_{д}$	мм	10
Швидкість зварювання	$V_{зв}$	м/год	14
Швидкість подачі електродного дроту	$V_{п.д.}$	м/год	324
Витрати захисного газу	$Q_{г}$	л/хв	8

2.4 Вибір і обґрунтування зварювального устаткування

Зварювання відбійника коліс виконується зварювальним інверторним джерелом живлення марки EWM Phoenix 551 Puls. Даний апарат використовується для зварювання низьковуглецевих, низько- і високолегованих сталей, алюмінієвих сплавів, міді і її сплавів, а також сплавів спеціального призначення. В якості зварювальних матеріалів використовуються суцільні і порошкові дроти діаметром від 0,8 до 2,4 мм та покриті електроди з рутіловим і основним покриттям. Галузь застосування даного обладнання – це виробничі і ремонтні роботи, а саме: хімічна і харчова промисловість, машинобудування і виробництво промислових установок, автомобіле-, вагоно- і суднобудування, виготовлення резервуарів і контейнерів, спорудження сталевих конструкцій і берегових будівель.

EWM Phoenix 551 Puls дозволяє виконувати ручне дугове зварювання (ММА), плавким електродом в захисних газах (MIG/MAG) та неплавким

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

вольфрамовим електродом (TIG). Інверторний апарат зображено на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 – Зварювальний інвертор EWM Phoenix 551 Puls [6]

Зварювальний інвертор EWM Phoenix 551 Puls має ряд особливостей:

- мале утворення бризк при виконанні зварювання завдяки цифровій імпульсній технології;
- зменшення виробничих витрат на 50% завдяки використанню дуги підвищеної потужності EWM-forceArc;
- зрозуміле інтуїтивне управління;
- запрограмовані зварювальні завдання JOBs і керування Synergic;
- висока ергономічність;
- технологічність конструкції апарату;
- максимальна мобільність у роботі;
- технологія PROGRESS/EXPERT, яка використовується для роботизованого, промислового і механізованого використання;
- опціональний інтерфейс;
- потужна система охолодження пальника з центробіжним насосом та радіатором;

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- опція Multi-voltage оптимальна для мережевої напруги (3x230 В / 3x400 В / 3x480 В).

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики зварювального інвертора EWM Phoenix 551 Puls [6]

Характеристика	Значення
Напруга живильної мережі, В	380
Частота мережі, Гц	50/60
Номінальний зварювальний струм, А	550 (ПВ 60%), 420 (ПВ 100%)
Діапазон регулювання зварювального струму, А	5-550
Мережевий запобіжник (плавкий інерційний)	3x25
Максимальна споживча потужність, кВА	28
Потужність охолодження, Вт	1500
Ємкість баку радіатора, л	12
Клас ізоляції	Н
Клас захисту	IP23
Маса, кг	125
Габаритні розміри, мм	1100x455x1000

Інверторне джерело живлення EWM Phoenix 551 Puls комплектується механізмом подачі дроту EWM Phoenix PROGRESS drive 4L WE, який показаний на рисунку 2.4, а його технічні характеристики в таблиці 2.4.

Механізм подачі дроту EWM Phoenix PROGRESS drive 4L WE закритого типу, що призначений для експлуатації в складних заводських умовах, використовується в ремонтних і виробничих роботах.



Рисунок 2.4 – Механізм подачі дроту EWM Phoenix PROGRESS drive 4L WE [7]

Таблиця 2.4 – Технічні характеристики механізму подачі дроту EWM Phoenix PROGRESS drive 4L WE [7]

Характеристика	Значення
Діаметр присадкового дроту, мм	0,6 – 2,4
Кількість роликів, шт	4
Максимальне навантаження, А	500
Швидкість подачі дроту, м/хв	0,5 – 24
Напруга, В	42
Габаритні розміри ДхШхВ, мм	680x460x260
Маса, кг	24

Для повної комплектації набору зварювального устаткування використовується палик EWM MT550WR 3M EZA з рідким охолодженням довжиною 3 м. Він призначений для напівавтоматичного зварювання в середовищі захисного газу. Завдяки використанню високотехнологічних матеріалів підвищилась його ергономіка і зменшилась маса. Палик має окремий підвід газу до сопла. На рисунку 2.5 і таблиці 2.5 представлений вигляд і технічні характеристики зварювального палика EWM MT550WR 3M EZA.



Рисунок 2.5 – Вигляд пальника EWM MT550WR 3M EZA [8]

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики пальника EWM MT550WR 3M EZA [8]

Характеристика	Значення
Довжина пальника, м	3
Тип охолодження	рідке
MIG/MAG струм при ПВ 100%, А	500
Періодичність вмикання, %	100
Країна виробник	Німеччина

2.5 Вибір методу контролю якості виробу

Контроль якості є важливим етапом технологічного процесу виготовлення, оскільки дозволяє виявити відповідні дефекти на виробі та відштовхуючись від них можна зробити висновки, які стосуються якості і надійності виготовлюваної продукції.

При виготовленні відбійника коліс застосовується поопераційний і приймальний контроль якості. Поопераційний контроль виконується при кожній операції технологічного процесу виготовлення, що стосується

підготовлення заготовок, механічної обробки, складання, зварювання і т. п. Приймальний контроль є завершальним етапом технологічного циклу виготовлення, після його проведення можна робити висновки, що дозволяють оцінити властивості виготовлюваної продукції. Тобто чи вироби якісні або браковані. Контроль повинен перевірити всі властивості, які відповідають умовам експлуатації, тоді він буде доречним.

Контролювати відбійник коліс можливо багатьма відомими методами контролю, але все ж таки вибереться найбільш доречний, технологічно і економічно обґрунтований метод контролю. Метод і поетапність його виконання буде описана в наступних підрозділах.

2.6 Опис вибраного технологічного процесу виготовлення зварної конструкції

Важливим чинником в процесі виготовлення відбійника коліс є відповідність всіх технологічних операцій його виготовлення нормативно-конструкторській документації. Всі необхідні роботи, які потрібно виконати при виготовленні відбійника коліс будуть описуватись нижче.

2.6.1 Заготівельні операції

Для виготовлення відбійника коліс потрібно виконати наступне:

1) Провести вхідний контроль деталей згідно стандарту:

- в залежності від діаметра труби (штанги) чистота поверхні повинна бути 0,4 - 0,8 мкм;
- металопрокат для виготовлення деталей повинен зберігатися у складських приміщеннях на стелажах.

2) Виконати розкрій труби для одержання штанги на стрічково-відрізному верстаті.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

3) Виконати зачищення кромки штанги під зварювання з двох боків зі сторони заглушок.

4) Одержання деталей - заглушок, стійок і підшвів відбувається методом плоского штампування на пресах.

5) У випадку необхідності можна виконати розточування внутрішнього діаметра штанги для кращого прилягання заглушок по торцях на припуск 1,0 - 2,0 мм.

6) Виконати контроль зварювальних матеріалів відповідно до стандарту.

Ескізи виконуваних заготівельних операцій представлені на рисунку 2.6.

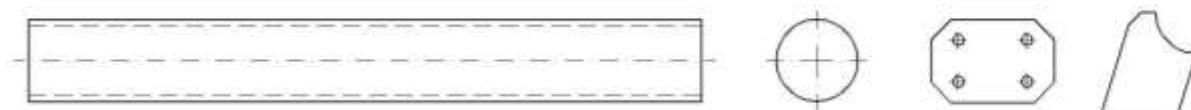


Рисунок 2.6 – Ескізи заготівельних операцій

2.6.2 Складальні операції

Складальні операції мають найбільшу трудомісткість при виготовленні відбійника коліс, тому з метою підвищення продуктивності праці використовується спеціальна установка для виготовлення даного роду виробів.

Складання потрібно виконувати враховуючи наступні рекомендації:

- контроль зазорів;
- збереження розмірів і забезпечення правильної геометрії конструкції;
- відповідність конструкції кресленню;
- виконання складання згідно технічних умов на виготовлення конструкції.

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6.3 Складально-зварювальні операції

До даних операцій відносяться виконання прихоплень в процесі складання, а також зварювання окремих складових частин конструкції або її загальне зварювання.

Основна увага приділяється тут зварюванню, тому необхідно забезпечення правильне налаштування устаткування та апаратури із забезпеченням необхідних параметрів режиму зварювання, в залежності від вибраного способу зварювання.

2.6.4 Опоряджувальні операції

Для опоряджувальних операцій використовуємо, як ручні так і механічні інструменти.

До ручних інструментів відносяться: молоток, зубило, дротяна щітка. До механічних методів: кутові шліфмашини, в даному випадку використовується шліф машинка марки Bosh Professional GWS 19-125 CIE, яка показана на рисунку 2.7. Після зачищення виріб підлягає контролю якості для виявлення присутності дефектів на ньому.



Рисунок 2.7 – Кутова шліфувальна машина марки Bosh Professional GWS 19-125 CIE [9]

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

2.6.5 Допоміжні операції

Допоміжними називаються операції, які виконують другорядну роль при виготовленні відбійника коліс. Сюди відносять: доставку матеріалів, налагоджувальні і ремонтні роботи обладнання, різноманітні навантажувально-розвантажувальні і транспортні переміщення.

2.6.6 Контроль якості

Контроль якості відбійника коліс полягає в наступному:

1) Виконати візуальний огляд конструкції:

- напливи, пропалення, незаварені кратери, несплавлення кромки, зовнішні тріщини шва і біляшовної зони, виплески, непровари кореня шва не допускаються;

- дефектні ділянки швів повинні бути видалені, заварені і заново перевірені. Видалення дефектів - по технології заводу-виробника;

- дефекти зварних швів, які підлягають виправленню, повинні видалятись до основного металу і зварюватись заново тим же методом і з використанням тих же зварювальних матеріалів, якими виконується зварювання даного шва;

- зварні шви повинні бути очищені від шлаку і бризк. По зовнішньому вигляду зварний шов повинен мати плавний перехід до основного металу, рівномірну дрібно-лускувату поверхню однаковою по всій довжині шва.

2) Контроль якості зварних з'єднань необхідно виконувати зовнішнім оглядом і за допомогою вимірювань.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

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

Нормування використовується для визначення витрат матеріалів, часу та електричної енергії, які затрачаються при виготовленні виробів і конструкцій. Дані розрахунки виконуються задля визначення ефективності використання ресурсів, а також можливості їх зменшення, якщо це дозволяє відповідна технологія.

Питомі показники використовуються при нормуванні витрат матеріалів зварювальних на один виріб. Питомими показниками дугового зварювання є витрати зварювальних матеріалів на 1 м зварного шва.

Розрахунок витрат при зварюванні відбійника коліс виконується згідно ДСТУ 3159-95 [10].

Маса наплавленого металу розраховується за формулою:

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

де α_H – коефіцієнт наплавлення, він визначає кількість наплавленого металу протягом 1 години горіння дуги, при силі струму 1 А, в нашому випадку $\alpha_H = 10,0$ г/А·год;

$I_{зв}$ – сила зварювального струму, $I_{зв} = 127$ А;

$l_{ш}$ – загальна довжина зварних швів, $l_{ш} = 0,78$ м.

Тоді:

$$Q_H = 10,0 \cdot 10^{-3} \cdot 127 \cdot 0,78 = 0,99 \text{ кг.}$$

Витрати присаджувального матеріалу розраховуються за формулою:

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

де Q_p – маса розплавленого електродного матеріалу,

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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

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

$$Q_p = 0,99 \cdot 0,7 = 0,69 \text{ кг},$$

$Q_{\text{нп}}$ – маса наплавленого металу,

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

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

$$Q_{\text{нп}} = 0,99 \cdot 0,5 = 0,5 \text{ кг}.$$

Отже:

$$H_{\text{ел}} = 0,69 + 0,5 = 1,19 \text{ кг}.$$

Норми витрат захисного газу розраховуються за формулою:

$$H_{\Gamma} = Q_p \cdot K_{\Gamma}, \quad (2.16)$$

де K_{Γ} – коефіцієнт, що виражає відношення маси витраченого газу до маси розплавленого електродного дроту, $K_{\Gamma}=0,85 \dots 0,9$;

$$H_{\Gamma} = 0,69 \cdot 0,85 = 0,59 \text{ л/ХВ}.$$

Витрати електроенергії на 1 кг наплавленого металу розраховуються за формулою:

$$E = \frac{U_d}{\alpha_H \cdot \eta_H \cdot K_H}, \quad (2.17)$$

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

де – U_d напруга на дузі, В;

η_n – коефіцієнт корисної дії, %;

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

$$E = \frac{26}{10,0 \cdot 0,9 \cdot 0,75} = 3,85 \text{ кВт.}$$

Витрати електроенергії на 1 м шва розраховуються за формулою:

$$E = \frac{0,01 \cdot U_d \cdot I_{зв} \cdot t_0}{\eta_n \cdot K_n}, \quad (2.18)$$

де t_0 – час зварювання одного метра шва, $t_0=0,071$ год;

$$E = \frac{0,01 \cdot 26 \cdot 127 \cdot 0,071}{0,9 \cdot 0,75} = 3,47 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування вибору типу пристосувань, які застосовуються при виготовленні конструкції

Ефективність виготовлення відбійника коліс полягає у правильному виборі і безпосередньо роботі складально-зварювального обладнання.

Таким чином, основним призначенням складально-зварювального обладнання (оснастки) є:

1) збереження з необхідною точністю габаритів, геометричної форми та взаємного розміщення деталей і вузлів виготовлюваних зварних конструкцій;

2) зменшення обсягу ручних робіт при складанні та зварюванні виробів;

3) підвищення продуктивності праці;

4) зменшення трудомісткості робіт;

5) скорочення тривалості виробничого циклу;

6) полегшення умов праці за рахунок механізації ручних робіт;

7) використання менш кваліфікованої робочої сили;

8) зменшення вартості виготовлюваних зварних конструкцій;

9) розширення технологічних можливостей зварювального устаткування;

10) підвищення якості зварних виробів та забезпечення їх взаємозамінності;

11) підвищення рівня комплексної механізації та автоматизації виробництва зварних конструкцій [11, с.16].

Складання і зварювання відбійника коліс виконується на зварювальному маніпуляторі, який зображений на рисунку 3.1. Переваги його полягають у можливості кантувати виріб під час виконання зварювання, що сприяє найкращим умовам його здійснення, так як шви розміщені у нижньому положенні.

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

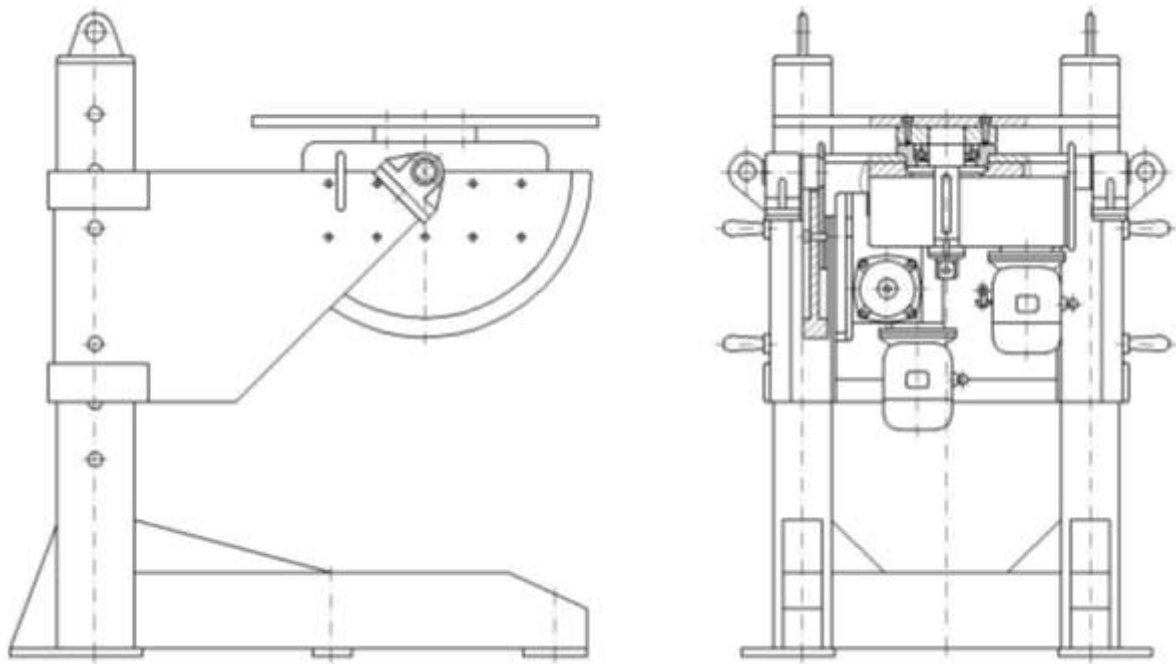


Рисунок 3.1 – Маніпулятор зварювальний

Якість виробів залежить від надійної їх фіксації під час виконання складання і подальшого зварювання, тому притискання деталей одна до одної чи до плити маніпулятора виконується поворотними притискачами. Загальний вигляд одного з них показаний на рисунку 3.2.

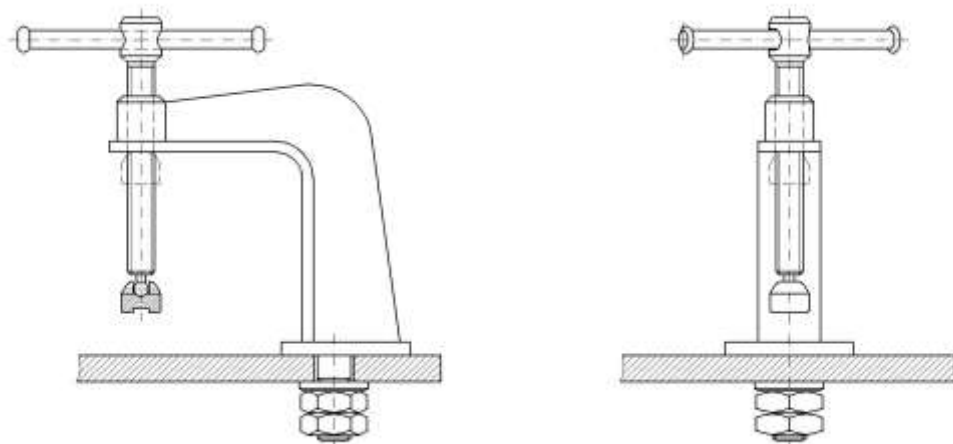


Рисунок 3.2 – Поворотний притискач

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.22.00.00.000.ПЗ

Арк.

36

3.2 Опис роботи зварювального пристосування

Відбійник коліс виготовляється на відповідному пристосуванні. Перелік виконуваних на ньому операцій буде описуватись нижче.

1) Складання штанги із заглушками (рисунок 3.3):

- закріпити штангу 1 із заглушками 2, як показано стрілками на рисунку 3.3.

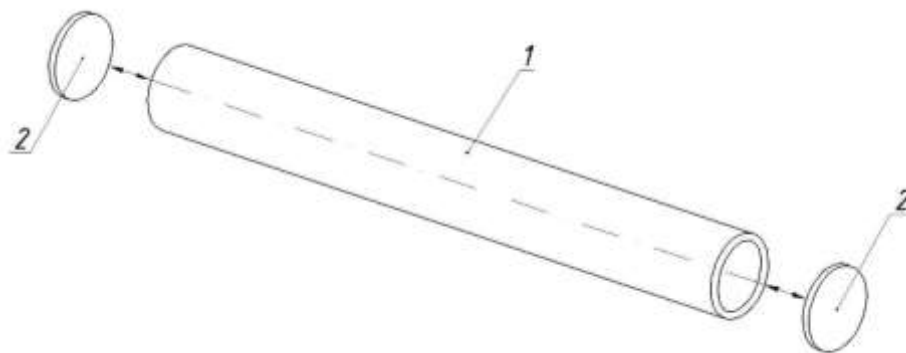


Рисунок 3.3 – Операція складання штанги із заглушками

2) Складання стійки з підшвою (рисунок 3.4):

- приварити стійку 3 до підшви 4.

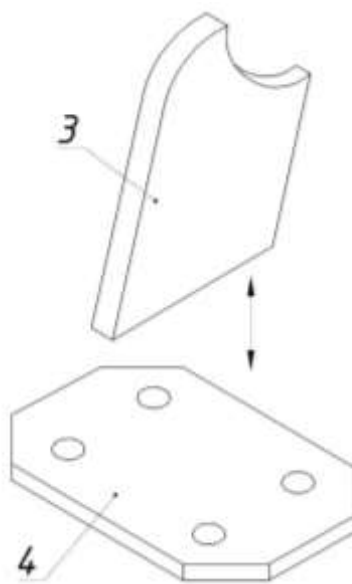


Рисунок 3.4 – Операція складання стійки з підшвою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КР.422.22.00.00.000.ПЗ

Арк.

37

3) Операція складання з штанги зі стійками (рисунок 3.5):

- закріпити попередньо зварену штангу 1 із заглушками 2 на поверхні пристосування;
- встановити на штанзі 1 у відповідних місцях попередньо зварені стійки 3 разом із підошвами 4;
- виконати прихоплення і подальше зварювання цих складальних одиниць.

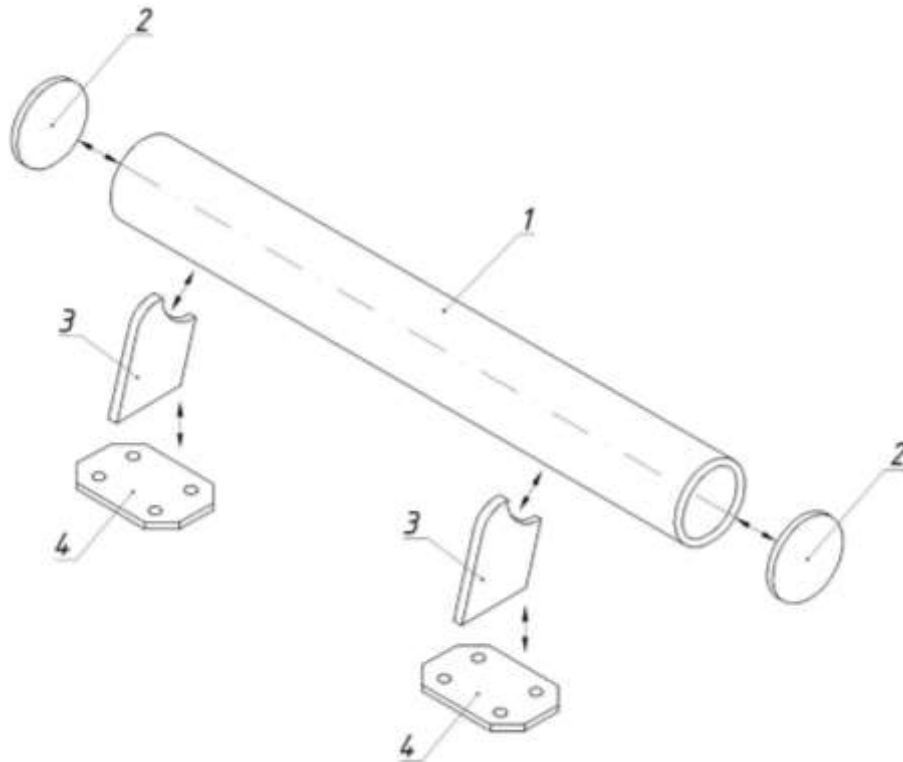


Рисунок 3.5 – Операція складання штанги зі стійками

4) Операція загального зварювання:

- зварити конструкцію відбійника дотримуючись параметрів зварювання згідно стандарту;
- при виконанні зварювання потрібно слідкувати, щоб усі шви знаходились у нижньому положенні;
- після кожного проходу зачищати поверхню шва за допомогою металевої щітки.

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 відбійника коліс

Показник	Одиниці виміру	Кількісна чи вартісна оцінка	
		фактичні дані	проектні дані
Габарити виробу	мм	510x110x102	
Сума витрат по видах та марках основних матеріалів на виріб:			
прокат	кг	3,9	
зварювальний дріт Св-08Г2С (EWM SW 70S G3)	кг	1,19	
захисна суміш– Ar (80%) + CO ₂ (20%)	кг	0,59	
Розміри поворотних відходів на виріб	кг	0,6	
Ціна придбання матеріалу за кг:			
прокат:			
сталь Ст2пс	грн	39,0	38,5
зварювальний дріт Св-08Г2С (EWM SW 70S G3)	грн	164	163,8
захисна суміш– Ar (80%) + CO ₂ (20%)	грн	37,4	37,1
Ціна реалізації поворотних відходів	грн	3,0	

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Таблиця 4.2 - Характеристика технологічного процесу виготовлення відбійника коліс

Зміст операції	Варианти	Устаткування		Інструменти		Розряд роботи	Штучні норми часу
		Назва	Ціна	Назва	Ціна		
1	2	3	4	5	6	7	8
Заготівельні операції	$\frac{3}{II}$	Стрічково-відрізний верстат Karmetal KDG 220x310 DM,	368000	щітка лінійка рулетка молоток маркер	64	III	$\frac{4,4}{3,5}$
		токарно-гвинторізний верстат FDB Maschinen Turner 360x1000W	395000		84 143 132 45		
Складання	$\frac{3}{II}$	Маніпулятор зварювальний	290500			IV	$\frac{5,2}{4,4}$
Зварювання	3	Інверторний апарат EWM Phoenix 551 Puls,	459000			IV	4,32
		пальник EWM MT550WR 3M EZA	16000				
Зачищення швів	$\frac{3}{II}$	Шліфмашина Bosh Professional GWS 19-125 CIE	9200	зачисн. диск молоток щітка	43 132 64	III	3,1
Контроль якості	$\frac{3}{II}$	Контрольний набір «Експерт»	30000			VI	2,52
Транспортні операції	$\frac{3}{II}$	Тельфер	168000			IV	1,43

Штучна норма часу:

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

- а) по технологічних операціях: по заводу 19,54;
по проекту 17,84;
- б) по допоміжних і транспортних операціях: по заводу 1,43;
по проекту 1,43.
- Загальна штучна норма часу: по заводу 20,97;
по проекту 19,27.

Для виготовлення відбійника коліс застосовується технологічна форма організації виробництва. Режим роботи на дільниці приймаємо перервний при одній зміні в день. Дійсний фонд часу роботи устаткування визначаємо за формулою [12, 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, $K_p = 0,03...0,1$.

$$\Phi_{yc} = 253 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 - 0,05) \approx 1920 год.$$

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 [12, с.10]:

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

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

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

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

$B_{пр}$ – програма випуску продукції, у нашому випадку $B_{пр} = 2000 шт.$

Кількість робочих місць для виконання заготівельних операцій при виготовленні відбійника (заводський варіант):

$$n = \frac{4,4 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 4,17 \approx 4шт.$$

Кількість робочих місць для виконання заготівельних операцій при виготовленні відбійника (проектний варіант):

$$n = \frac{3,5 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 3,31 \approx 3шт.$$

Для виконання складання за заводським варіантом необхідно:

$$n = \frac{5,2 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 4,92 \approx 5шт.$$

Для виконання складання за проектним варіантом необхідно:

$$n = \frac{4,4 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 4,17 \approx 4шт.$$

Для зварювання швів кількість робочих місць рівна:

$$n = \frac{4,32 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 4,09 \approx 4шт.$$

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість робочих місць для зачищення зварних швів:

$$n = \frac{3,1 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 2,94 \approx 3 \text{шт.}$$

Кількість робочих місць для контролю якості виробу:

$$n = \frac{2,52 \cdot 2000}{1920 \cdot 1,1} = 2,4 \approx 2 \text{шт.}$$

Кількість засобів транспортувального типу (мостових, козлових, порталних кранів) визначається за формулою [12, 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 на протязі року, 2000 шт;

m - кількість різновидів вантажних об'єктів;

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

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

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

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

$K_{кр} = 0,6 \dots 0,7$.

$$n = \frac{2000 \cdot 5 \cdot 0,20}{2100 \cdot 0,65} = 1,4 \approx 1 \text{шт.}$$

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

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

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 [12, 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 $B_{np} = 2000$ шт;

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

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

Необхідна кількість заготівельників:

- за заводським варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 4,4}{1850 \cdot 1,2} = 3,96 \approx 4 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 3,5}{1850 \cdot 1,2} = 3,15 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість складальників:

- за заводським варіантом:

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 5,2}{1850 \cdot 1,2} = 4,68 \approx 5 \text{ чол.}$$

- за проектним варіантом:

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 4,4}{1850 \cdot 1,2} = 3,96 \approx 4 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зварювальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 4,32}{1850 \cdot 1,2} = 3,89 \approx 4 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість зачищувальників (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 3,1}{1850 \cdot 1,2} = 2,79 \approx 3 \text{ чол.}$$

Необхідна кількість контролерів (за двома варіантами):

$$r_{oi} = \frac{2000 \cdot 2,52}{1850 \cdot 1,2} = 2,27 \approx 2 \text{ чол.}$$

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

Результати розрахунків приведено у таблиці 4.3

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Таблиця 4.3 - Зведена відомість промислово-виробничого персоналу

Категорія працівників	Кількість		Середній розряд	
	З	П	З	П
1	2	3	4	5
Основні робітники:				
заготівельники	4	3	III	III
складальники	5	4	IV	IV
зварювальники	4	4	IV	IV
зачищувальники	3	3	III	III
контролери	2	2	VI	VI
транспортувальники	1	1	IV	IV
Допоміжні робітники:				
налагоджувальники	1	1	IV	IV
ремонтники	1	1	IV	IV
електрики	1	1	IV	IV
ІТР:				
майстер дільниці	1	1		
МОП: прибиральники	1	1	—	—
Разом	24	22	—	—

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.

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

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 Ст2пс	кг	39	38,5	152,1	150,15	304200	300300			
З/П	Зварювальн. дріт Св-08Г2С	кг	164	163,8	195,16	194,92	390320	389844			
З/П	Ar(80%)+CO ₂ (20%)	л	37,4	37,1	22,07	21,89	44132	43778			
Р- ом					369,33	366,96	738652	733922			
В- нт	Транспортно- заготівельні витрати			Загальна сума, грн				Вартість поворотних відходів, грн			
	%ц. куп.	в грн. на один кг		на один виріб		на програму		на один виріб		на програму	
З/П	5	1,95	1,93	7,61	7,51	15210	15015	3,0	3,0	6000	6000
З/П	5	8,2	8,19	9,76	9,75	19516	19492,2				
З/П	5	1,87	1,86	1,1	1,1	2206,6	2188,9				
Р- ом		12,02	11,97	18,47	18,35	36932,6	36696,1	3,0	3,0	6000	6000

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 [12, с.18]:

											Арк.
											47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КР.422.22.00.00.000.ПЗ						

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

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) [12, с.18].

Додаткова заробітна плата основних робітників визначається за формулою [12, 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 [12, 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 заготівельників:

- заводський варіант:

$$Z_{oo} = 3,9 \cdot 24,5 \cdot 4,4 = 420,42 \text{ грн};$$

$$Z_{до} = 420,42 \cdot (0,2 + 0,15) = 147,15 \text{ грн};$$

$$Z_{по} = 420,42 \cdot 0,4 = 168,17 \text{ грн};$$

- проектний варіант:

$$Z_{oo} = 3,9 \cdot 24,5 \cdot 3,5 = 334,43 \text{ грн};$$

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$З_{до} = 334,43 \cdot (0,2 + 0,15) = 117,05 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 334,43 \cdot 0,4 = 133,77 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці складальників:

- заводський варіант:

$$З_{оо} = 3,1 \cdot 28,3 \cdot 5,2 = 456,2 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 456,2 \cdot (0,2 + 0,15) = 159,67 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 456,2 \cdot 0,4 = 182,48 \text{ грн.}$$

- проектний варіант:

$$З_{оо} = 3,1 \cdot 28,3 \cdot 4,4 = 386,01 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 386,01 \cdot (0,2 + 0,15) = 135,1 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 386,01 \cdot 0,4 = 154,41 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зварників:

$$З_{оо} = 3,7 \cdot 29,5 \cdot 4,32 = 471,53 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 471,53 \cdot (0,2 + 0,15) = 165,04 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 471,53 \cdot 0,4 = 188,61 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці зачищувальників:

$$З_{оо} = 5,5 \cdot 24,5 \cdot 3,1 = 417,73 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 417,73 \cdot (0,2 + 0,15) = 146,2 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 417,73 \cdot 0,4 = 167,09 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці контролерів:

$$З_{оо} = 6,4 \cdot 29,5 \cdot 2,52 = 475,78 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 475,78 \cdot (0,2 + 0,15) = 166,52 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 475,78 \cdot 0,4 = 190,31 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці транспортувальників:

$$З_{оо} = 10,9 \cdot 28,7 \cdot 1,43 = 447,35 \text{ грн};$$

$$З_{до} = 447,35 \cdot (0,2 + 0,15) = 156,57 \text{ грн};$$

$$З_{по} = 447,35 \cdot 0,4 = 178,94 \text{ грн.}$$

Для допоміжних робітників розрахунок проводять на річну програму окремо для кожної категорії за формулою [12, с.19]:

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

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

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

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

C_p - годинна тарифна ставка робітника відповідного розряду для погодинної оплати праці, грн.

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

Затрати по оплаті праці налагоджувальників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 60125 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 60125 \cdot 0,35 = 21043,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 60125 \cdot 0,4 = 24050 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці ремонтників:

$$Z_{од} = 1 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 60125 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 60125 \cdot 0,35 = 21043,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 60125 \cdot 0,4 = 24050 \text{ грн}.$$

Затрати по оплаті праці електриків:

$$Z_{од} = 1 \cdot 32,5 \cdot 1850 = 60125 \text{ грн};$$

$$Z_{дд} = 60125 \cdot 0,35 = 21043,75 \text{ грн};$$

$$Z_{пд} = 60125 \cdot 0,4 = 24050 \text{ грн}.$$

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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 [12, с.19]:

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

де Z_{on} - 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_{on}) та премії і надбавки (Z_{nn}) розраховуються так само, як для основних робітників. Затрати по оплаті праці ІТР:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8750 \cdot 12 = 105000 \text{ грн ;}$$

$$Z_{дп} = 105000 \cdot 0,35 = 36750 \text{ грн;}$$

$$Z_{пп} = 105000 \cdot 0,4 = 42000 \text{ грн.}$$

Затрати по оплаті праці МОП:

$$Z_{оп} = 1 \cdot 8270 \cdot 12 = 99240 \text{ грн;}$$

$$Z_{до} = 99240 \cdot 0,35 = 34734 \text{ грн;}$$

$$Z_{по} = 99240 \cdot 0,4 = 39696 \text{ грн.}$$

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

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

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:						
заготівельники	425465,04	253828,58	148912,76	88840	170186,02	101531,43
складальники	577087,94	390644,14	201980,78	136725,45	230835,18	156257,66
зварювальники	477186,34		167015,22		190874,53	
зачищувальники	317053,28		110968,65		126821,31	
контролери	240742,66		84259,93		96297,06	
транспортувальники	113178,77		39612,57		45271,51	
Допоміжні робітники:						
налагоджувальники	60125		21043,75		24050	
ремонтники	60125		21043,75		24050	
електрики	60125		21043,75		24050	
ІТР	105000		36750		42000	
МОП	99240		34734		39696	
Разом	2535329,01	2177248,75	887365,15	762037,06	1379515,86	1236283,75

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.

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Таблиця 4.6 - Калькуляція собівартості виробу

Статті калькуляції	Сума затрат, грн	
	З	П
1	2	3
Основні матеріали:		
сталь Ст2пс	152,1	150,15
зварювальний дріт Св-08Г2С (EWM SW 70S G3)	195,16	194,92
захисна суміш– Ar (80%) + CO ₂ (20%)	22,07	21,89
Поворотні відходи	3,0	
Паливо та енергія на технологічні цілі	83	22,8
Основна заробітна плата основних робітників	1075,36	896,32
Додаткова заробітна плата основних робітників	376,78	313,71
Премії та надбавки основних робітників	430,14	358,53
Відрахування на соціальне страхування	26,35	21,96
Відрахування на медичне страхування	47,05	39,21
Витрати на утримання та експлуатацію устаткування	243,51	243,51
Цехові (дільничні) витрати	275,72	275,72
Всього цехова собівартість	2924,24	2596,02

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

Необхідні визначення проектної суми капітальних витрат подано у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Зведена відомість капітальних витрат

Види капітальних затрат	Кількість натуральних одиниць		Вартість одиниці, грн		Затрати на перевезення та монтаж, грн	
	З	П	З	П	З	П
Будівлі та споруди					-	-
Устаткування:						
заготівельне	4	3	763000	763000	38150	38150
складальне	5	4	290500	290500	14525	14525
зварювальне	4	4	475000	475000	23750	23750
слюсарне	3	3	9200	9200	460	460
контрольне	2	2	30000	30000	1500	1500
транспортне	1	1	168000	168000	8400	8400
Інструменти:						
молоток	7	6	132	132	6,6	6,6
рулетка	6	5	143	143	7,15	7,15
щітка	7	6	64	64	3,2	3,2
зачисний диск	7	6	43	43	2,15	2,15
лінійка	6	5	84	84	4,2	4,2
маркер	9	8	45	45	2,25	2,25
Разом						
Види капітальних затрат	Загальна вартість, грн		Норма амортиз. відрах, %	Річна сума амортиз. відрах., грн		
	З	П		З	П	
Будівлі та споруди	10100000	10098500	5	505000	504925	
Устаткування:						
заготівельне	3090150	2327150	8	247212	186172	

Продовження таблиці 4.7

складальне	1467025	1176525	23	337415,75	270600,75
зварювальне	1923750	1923750	19	365512,5	365512,5
слюсарне	28060	28060	8	2244,8	2244,8
контрольне	61500	61500	10	6150	6150
транспортне	176400	176400	8	14112	14112
Інструменти:					
молоток	930,6	798,6	17	158,2	135,76
рулетка	865,15	722,15		147,08	122,77
щітка	451,2	387,2		76,7	65,82
зачисний диск	303,15	260,15		51,54	44,23
лінійка	508,2	424,2		86,39	72,11
маркер	407,25	362,25		69,23	61,58
Разом	16850350,55	15794839,55			1478236,19	1350219,32

4.7 Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Річний економічний ефект визначається за формулою [12,с.27]:

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

де C_{nz} - повна собівартість виробу за заводськими даними, грн ($C_{nz} = 13029,88$ грн);

C_{nn} - повна собівартість виробу за проектними даними, грн ($C_{nn} = 11924,46$ грн);

Φ_{mz} - фондомісткість продукції за заводськими даними, грн/шт ($\Phi_{mz} = 2924,24$ грн/шт);

Φ_{mn} - фондомісткість продукції за проектними даними, грн/шт ($\Phi_{mn}= 2596,02$ грн/шт);

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

$$E_{\phi} = ((13029,88 + 0,15 \cdot 2924,24) - (11924,46 + 0,15 \cdot 2596,02)) \cdot 2000 = 2309306 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень визначається за формулою [12,с.28]:

$$T_{ок} = \frac{\Phi_{ocz} - \Phi_{ocn}}{E_{yp}}, \quad (4.11)$$

де Φ_{ocn} - вартість основних виробничих фондів за проектним варіантом, грн ($\Phi_{ocn}= 19636660$ грн);

Φ_{ocz} - вартість основних виробничих фондів за заводським варіантом, грн ($\Phi_{ocz}= 21220600$ грн);

E_{yp} - умовна річна економія, грн, яка розраховується за формулою [12,с.28]:

$$E_{yp} = B \cdot (C_{nz} - C_{mn}), \quad (4.12)$$

$$E_{yp} = 2000 \cdot (13029,88 - 11924,46) = 2210840 \text{ грн;}$$

$$T_{ок} = \frac{21220600 - 19636660}{2210840} = 0,72 \text{ р.}$$

Порівняльний аналіз техніко-економічних показників показано у таблиці 4.8.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Таблиця 4.8 - Основні техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу

Показники	Одиниці вимірювання	Величина	
		З	П
1	2	3	4
Річна програма випуску продукції	шт	2000	2000
Кількість технологічного устаткування	шт	16	14
Собівартість товарної продукції	грн	13029,88	11924,46
Чисельність промислово-виробничого персоналу:			
- всього	чол	24	22
- основних робітників	чол	19	17
Фондомісткість продукції	грн/шт	2924,24	2596,02
Умовна річна економія	грн	-	2210840
Річний економічний ефект	грн	-	2309306
Термін окупності капітальних вкладень	роки	-	0,72
Місячний оклад основних робітників:			
- заготівельники	грн	15450,44	12290,12
- складальники	грн	16765,2	14185,94
- зварювальники	грн	17328,65	17328,65
- зачищувальники	грн	15351,39	15351,39
- контролери	грн	17484,77	17484,77
- транспортувальники	грн	16440	16440

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Планування заходів з профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності на підприємстві

Планування заходів з профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності має важливе місце на підприємствах зварювального профілю. Так як даний процес супроводжується підвищеним негативним впливом на організм людини.

Виробничий травматизм – це явище, що характеризується сукупністю виробничих травм і нещасних випадків на виробництві [13].

Професійне захворювання – це патологічний стан людини, обумовлений надмірним напруженням організму, або дією шкідливого виробничого чинника під час трудової діяльності [13].

Нещасні випадки та професійні захворювання є наслідком незадовільних умов праці, що виникають у процесі виробництва в результаті дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Успішна профілактика виробничого травматизму та професійної захворюваності можлива лише за умови ретельного вивчення причин їх виникнення. Для полегшення цього завдання прийнято розділяти причини виробничого травматизму і професійної захворюваності на дві групи чинників: виробничо-технічні або об'єктивні (організаційні, технічні, гігієнічні) і «людські» (суб'єктивні), або, як їх прийнято називати, психофізіологічні чинники [13].

Організаційні причини: відсутність або неякісне проведення інструктажу і навчання; недостатній контроль охорони праці; відсутність інструкцій з охорони праці; незадовільна організація та утримання робочих місць; порушення правил експлуатації обладнання, транспортних засобів, інструменту; порушення норм і правил планово-попереджувального ремонту устаткування; недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами;

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

використання обладнання, механізмів та інструменту не за призначенням [13].

Технічні причини: несправність виробничого обладнання, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисних загороджень, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування [13].

Санітарно-гігієнічні причини: несприятливі метеорологічні умови; висока концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони; незадовільні умови освітлення; високий рівень шуму і вібрації; незадовільні мікрокліматичні умови; наявність шкідливих випромінювань; порушення правил особистої гігієни [13].

Психофізіологічні причини: помилкових дій внаслідок високої важкості та напруженості праці, підвищеної стомлюваності, зниження уважності; монотонні умови праці; недостатня професійна підготовленість; порушення правил безпечного виконання робіт, трудової і виробничої дисципліни; невідповідність психофізіологічних даних працюючого виконуваний роботі або його хворобливий стан [13].

Основні заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму та професійної захворюваності поділяються: на *технічні* та *організаційні* [13], що вносяться до плану з питань охорони праці та затверджуються роботодавцем.

До технічних заходів належать заходи з *виробничої санітарії* та *техніки безпеки*.

Заходи з *виробничої санітарії* передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, які запобігають вплив на працюючих шкідливих виробничих факторів. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря; теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного обладнання; заміна шкідливих речовин і матеріалів

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

нешкідливими; герметизація шкідливих процесів; зниження рівнів шуму та вібрації; встановлення раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму роботи і відпочинку, санітарного та побутового обслуговування [13].

Заходи з *техніки безпеки* передбачають систему організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають вплив на працюючих небезпечних виробничих факторів. До них відносяться: розробка та впровадження безпечного обладнання; механізація і автоматизація технологічних процесів; використання попереджувальних пристосувань, автоматичних блокуючих засобів; правильне і зручне розташування органів управління обладнанням; розробка та впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та управління технологічними процесами, принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів [13].

До *організаційних заходів* належать: правильна організація праці, навчання, контроль і нагляд з охорони праці; дотримання трудового законодавства, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці; впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наочної агітації і пропаганди з питань охорони праці; організація планово-попереджувального ремонту устаткування, технічних оглядів і випробувань транспортних і вантажопідіймальних засобів, посудин, що працюють під тиском [13].

Таким чином, планування заходів з профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності на підприємстві є основою для нормального його функціонування без шкоди для працюючих.

5.2 Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці

Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці має важливе значення, тому що в разі порушення підприємством відповідних норм будуть проінформовані відповідні органи, які мають змогу

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

вжити певних заходів з метою збереження навколишнього довкілля та здоров'я людей, які там працюють чи проживають поблизу.

Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці, створенням безпечних і нешкідливих умов праці, належних виробничих і санітарно-побутових умов, забезпеченням працівників спецодягом, спецвзуттям, іншими засобами індивідуального та колективного захисту здійснюють професійні спілки в особі своїх виборних органів і представників (уповноважених осіб). У разі загрози життю або здоров'ю працівників професійні спілки мають право вимагати від роботодавця негайного припинення робіт на період, необхідний для усунення загрози життю або здоров'ю працівників. Професійні спілки також мають право: проводити незалежну експертизу умов праці, а також об'єктів виробничого призначення, що проектуються, будуються чи експлуатуються, на відповідність їх НПАОП; брати участь у розслідуванні причин нещасних випадків та професійних захворювань і надавати свої висновки про них, вносити роботодавцям, державним органам управління і нагляду подання з питань охорони праці та отримувати від них аргументовану відповідь [14, с.277].

У разі відсутності професійної спілки на підприємстві громадський контроль здійснює уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, яка має право безперешкодно перевіряти на підприємствах виконання вимог з охорони праці і вносити обов'язкові для розгляду роботодавцем пропозиції про усунення виявлених порушень НПАОП. Для виконання цих обов'язків роботодавець за свій рахунок організовує навчання, забезпечує необхідними засобами і звільняє уповноважених з охорони праці від роботи на передбачений колективним договором термін із збереженням за ними середнього заробітку. Не можуть бути проігноровані будь-які законні інтереси працівників у зв'язку з виконанням ними обов'язків уповноважених з охорони праці. Звільнення або притягнення

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

працівників до дисциплінарної чи матеріальної відповідальності здійснюють лише в порядку, визначеному колективним договором [14, с.277].

Якщо уповноважені з охорони праці вважають, що профілактичні заходи вжиті роботодавцем є недостатніми, вони можуть звернутися за допомогою до органу державного нагляду за охороною праці. Вони також мають право брати участь і вносити відповідні пропозиції під час інспекційних перевірок підприємств чи виробництв [14, с.277].

Отже, громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці відіграє важливу роль в життєдіяльності підприємства.

5.3 Вимоги безпеки праці під час проведення зварювальних робіт виготовлення відбійника коліс

Відбійник коліс призначений для перешкоджання проїзду транспортних засобів з дозволеною максимальною масою не більше 3,5 тон. Виготовлення відбійника коліс відбувається за допомогою напівавтоматичного зварювання в захисних газах із застосуванням стаціонарних робочих місць [14, с.195].

Організація праці на робочому місці – це комплекс заходів, що забезпечують трудовий процес та ефективне використання знарядь виробництва і предметів праці [14, с.195].

Робоче місце, як було зазначено вище, це зона, оснащена технічними засобами і в якій відбувається трудова діяльність працівника чи групи людей.

Організація праці на робочому місці полягає у виборі робочої пози та системи робочих рухів, визначенні розмірів робочої зони та розміщених в ній органів керування, інструментів, заготовок, матеріалів, пристроїв тощо, а також у виборі оптимального режиму праці та відпочинку [14, с.195].

Оснащення й обладнання робочого місця залежить від виконуваної роботи (технологічних операцій), від характеру роботи (розумова, фізична, тяжка, монотонна) та від умов праці (комфортні, нормальні, несприятливі).

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Безпосередньо на робочому місці слід передбачати інформаційне устаткування та органи управління, а також технологічну оснастку (опорні елементи, швидкодіючі затискачі, шарнірні монтажні головки, настільні бункери і касети з гніздами тощо.); додаткове обладнання (робочий стіл, сидіння оператора, підставка для ніг, шафа для інструментів та ін.); транспортні засоби (транспортери, підвісні конвеєри тощо); пристрої для укладання матеріалів, заготовок, готових виробів; засоби сигналізації; засоби безпеки [14, с.197].

Вимоги, які пред'являються до робочого місця зварювальника, під час виконання вищезазначених зварювальних робіт [14, с.199]:

- обладнуватись необхідними засобами колективного захисту;
- укомплектовуватись необхідними засобами індивідуального захисту;
- мати параметри санітарно-гігієнічних факторів такими, що не перевищують гранично допустимих значень відповідних нормативних документів;
- природне та штучне освітлення має відповідати вимогам;
- параметри мікроклімату повинні відповідати санітарним нормам;
- наявність вентиляції.

Організація робочого місця зварника.

Зварювальним постом називається робоче місце зварника, обладнане всім необхідним для виконання зварювальних робіт [15].

Зварювальний пост електрозварника укомплектовують джерелом живлення (трансформатор, випрямляч, перетворювач, ацетиленовий генератор), зварювальними кабелями, електродотримачем або пальником, пристосуваннями, інструментами, засобами захисту.

Зварювальні пости можуть бути стаціонарні й пересувні [15].

Стаціонарні пости - це відкриті зверху кабінки для зварювання виробів невеликих розмірів. Каркас кабінки висотою 1800-2000 мм виготовляють із сталі. Для кращої вентиляції стіни кабінки піднімають над підлогою на 200-

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

250мм, їх виготовляють зі сталі, азбестоцементних плит, інших негорючих матеріалів і фарбують вогнетривкою фарбою (цинкові, титанові білила, жовтий крон), яка добре поглинає ультрафіолетові промені зварювальної дуги. Дверний проміжок закривають брезентовою ширмою. Підлогу роблять з бетону, цегли, цементу.

Кабіни повинні освітлюватись денним і штучним світлом і добре провітрюватись. Для роботи сидячи, використовують столи висотою 500-600мм, а при роботі стоячи - близько 900 мм. Кришку стола площею 1 м² виготовляють зі сталі товщиною 15-20 мм або з чавуну товщиною 25 мм. До стола під'єднують струмопровідний кабель від джерела живлення. Поряд з столом розміщують кишені для електродів та їх відходів, інструменти (молоток, зубило, сталева щітка тощо) й технологічну документацію. Для зручності при зварюванні встановлюють металеве крісло з діелектричним сидінням. Під ногами має бути гумовий килимок, а все обладнання kabіни - надійно заземлене [15].

Пересувні пости використовують при зварюванні великих виробів безпосередньо на виробничих дільницях.

На зварювальному столі повинно бути передбачено наступне [15]:

- засоби – пристосування для кантування деталей, виробів і конструкцій;
- швидкий доступ до витратних матеріалів і легка зміна електрода;
- запалювання електроду на чорновій поверхні металу;
- установки нестандартних конструкцій з виступами в спеціальні отвори.

Важливим атрибутом робочого місця електрогазозварника є витяжка. Вона забезпечує видалення шкідливих важких газів із зони зварювання під час плавлення металу та покриття електродів [15].

Таким чином, правильна організація робочого місця зварника дозволяє підвищити працездатність виконуваних робіт, а також уберегти інших працівників дільниці або майстерні від шкідливого впливу зварювального випромінювання.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі проведено аналіз питань, щодо вдосконалення технологічного процесу та устаткування при виготовленні відбійника коліс.

У порівнянні із заводським у проектному варіанті запропоновано вдосконалити існуючий технологічний процес заміною напіваавтоматичного зварювання під флюсом автоматичним зварюванням в суміші захисних газів. Змінити застаріле обладнання на більш сучасніше.

Відбійник коліс виготовляється із конструкційної низьковуглецевої сталі Ст2пс, тому зварювання виконується автоматичним способом в суміші захисних газів, яка складається з 80% аргону і 20% вуглекислого газу згідно EN 439-1995, із використанням дроту марки Св-08Г2С (EWM SW 70S G3) діаметром 0,8 мм.

В якості зварювального обладнання використовується інверторне джерело живлення EWM Phoenix 551 Puls, що комплектується механізмом подачі дроту EWM Phoenix PROGRESS drive 4L WE і пальником EWM MT550WR 3M EZA.

В проекті виконувались розрахунки параметрів режиму зварювання, які мають наступні значення: зварювальний струм зварювальний струм $I_{зв}$ – 127 А, напруга на дузі U_d – 26 В, швидкість подачі електродного дроту $V_{п.д.}$ – 324 м/год, швидкість зварювання $V_{зв.}$ – 14 м/год, витрати захисного газу $Q_{г}$ – 8 л/хв.

В процесі виготовлення відбійників більша частина робіт припадає на складання і зварювання, тому для підвищення продуктивності праці та зменшення трудових затрат робітників використовуються спеціальні пристосування – маніпулятори для виготовлення даного роду виробів.

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуменюк І.В., Іваськів О.Ф., Гуменюк О.В. Технологія електродугового зварювання: підручник. Київ: Грамота, 2006. 512 с.
2. Сталь Ст2пс. Продукція, характеристики, застосування сталі: веб-сайт. URL: <https://metinvestholding.com/ua/products/steel-grades/st2ps> (дата звернення: 23.04.2024).
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. Биковський О.Г., Пінковський І.В. Довідник зварника. Київ: Техніка, 2002. 336 с.
6. Зварювальний інвертор EWM Phoenix 551 Puls. Технічні характеристики апарату: веб-сайт. URL: <https://www.tiberis.ua/katalog/svarochnyj-poluavtomat/ewm/ewm-phoenix-551-puls> (дата звернення: 01.06.2024).
7. Механізм подачі дроту EWM Phoenix PROGRESS drive 4L WE. Технічні характеристики: веб-сайт. URL: <https://www.toool.ua/ewm-phoenix-progress-drive-4l-we-mekhanizm-podachi-provoloki-090-004844-00502.html> (дата звернення: 01.06.2024).
8. EWM MT550WR 3M EZA з рідким охолодженням 3 м. Характеристики: веб-сайт. URL: <https://www.welding-ukraine.ua/catalog.html?itemid=13526> (дата звернення: 01.06.2024).
9. Кутова шліфувальна машина Bosch Professional GWS 19-125 СІЕ. Шліфувальні та полірувальні машини (болгарки) Bosch Professional: веб-сайт. URL: https://rozetka.com.ua/ua/bosch_professional_060179p002/p9542089/?dsl=ok&id=9542089&gclid=Cj0KCQiAhP2BBhDdARIsAJEzXIFDau

					<i>КР.422.22.00.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

F4yz0cph9AZXSVaQUPuJh5BWyGiJH4ODN9r4OICA4_e011mbcaArDpEALw_ wsB (дата звернення: 01.06.2024).

10. 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).

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

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

13. Травматизм та професійні захворювання в галузі. Охорона праці та цивільна безпека: веб-сайт. URL: https://aop.nmu.org.ua/ua/metodicki/specialist/org/lzi/Тема5_Розслідування%20НВ.pdf (дата звернення: 27.05.2024).

14. Охорона праці та цивільний захист: підручник для студентів, які навчаються за спеціальностями галузей знань «Автоматизація та приладобудування» / Левченко О.Г., Полукаров О.І., Зацарний В.В., Полукаров Ю.О., Землянська О.В.; за ред. О.Г. Левченка. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. 420 с.

15. Організація робочого місця зварника. Зварювання: веб-сайт. URL: <https://strojsoc.ptu.org.ua/wp-content/uploads/2020/05> (дата звернення: 27.05.2024).

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

ДОДАТКИ

					КР.422.22.00.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68