

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Окіпний І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« ____ » _____ 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 131 Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Гладкому Остану Івановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Вдосконалення технологічного процесу зварювання рами для листопрокатного виробництва із сталі 20ХМ

Керівник роботи Барановський Віктор Миколайович, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2022 року № 4/7-27

2. Термін подання студентом завершеної роботи 14 червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи , базовий технологічний процес зварювання рами, технічні умови на виготовлення

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Зміст. Вступ. Загально-технічна частина. Технологічна частина.

Конструкторська частина. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Висновки. Перелік посилань.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Креслення заготовки деталі. Технологічна карта виготовлення деталі. Приспосіблення для

зварювання.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Безпека життєдіяльності та основи охорони праці</i>	<i>Окіпний І.Б., зав. каф. ТМ</i>		

7. Дата видачі завдання 24 січня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	<i>Реферат</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Зміст</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Вступ</i>	<i>11.02.2022</i>	
	<i>Загально-технічна частина</i>	<i>11.02.2022</i>	
	<i>Технологічна частина</i>	<i>06.06.2022</i>	
	<i>Конструкторська частина</i>	<i>06.06.2022</i>	
	<i>Безпека життєдіяльності, основи охорони праці</i>	<i>11.06.2022</i>	
	<i>Висновки</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Перелік посилань</i>	<i>14.06.2022</i>	
	<i>Графічна частина</i>	<i>14.06.2022</i>	

Студент

_____ (підпис)

Гладкий О.І.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Барановський В.М.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	5
1. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	6
1.1 Службове призначення та характеристика об'єкту виробництва. Аналіз технічних вимог на виріб	6
1.2 Вибір способу зварювання	10
1.3 Вибір зварювальних матеріалів	11
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	13
2.1 Розрахунок параметрів режимів зварювання	13
2.2 Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення	23
2.3 Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу зварювання деталі	25
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	29
3.1 Суть методу та обладнання для напівавтоматичного зварювання	29
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	38
4.1 Принципи, методи та засоби безпечного життя і діяльності людини	38
4.2 Особливості ураження електричним струмом	42
4.2 Особливості ураження електричним струмом	47
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	51
ДОДАТКИ	

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра складається розрахунково-пояснювальної записки, яка виконана на 52 листах формату А4, має чотири розділи, висновки, список використаної літератури 34 найменувань, 10 додатків, з них 6 листів графічної частини, виконаних на форматі А4.

В роботі представлено загальну характеристику виробу, проведено аналіз способів зварювання рами вібратора.

Запропоновано технологію напівавтоматичного зварювання під флюсом або в середовищі вуглекислого газу, а у разі великого видалення швів один щодо одного – ручне дугове зварювання покритим електродом.

Розраховано параметри режиму зварювання, запропоновано раціональне обладнання пристосування, розроблено заходи з охорони праці; заходи з безпеки життєдіяльності.

ВСТУП

В даний час особливого значення набула проблема використання сировини, матеріалів та електроенергії. Підвищення ефективності використання матеріалів має велике значення, як для економіки окремого підприємства, так і для держави в цілому. Від того наскільки раціонально та грамотно використовуються ресурси залежить як розвиток економіки загалом, і її окремих секторів. Результати використання всіх видів сировини зумовлює збільшення такту випуску при рівних витратах. Одним з основних напрямків у вирішенні цієї проблеми є застосування автоматичного зварювання.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Службове призначення та характеристики об'єкту виробництва.

Аналіз технічних вимог на виріб

Рами служать для зв'язку в одне ціле окремих частин механізму. Вони повинні забезпечувати необхідну жорсткість і міцність конструкції та задовольняти вимогу раціонального компоновання виробу.

Вібророзвантажувач відноситься до засобів механізації та інтенсифікації вивантаження сипких вантажів, що змерзли або залежалися, з транспортних засобів і може бути використаний для розпушування та механізованого вивантаження із залізничних вагонів

Дана конструкція містить:

- направляючу раму (рис. 1.1.), з можливістю вертикального переміщення та робочим органом зі штирями, при цьому робочий орган виконаний у вигляді плити зі штирями, на якій закріплений двовальний електромеханічний вібророзбудник, а також підвіска, прикріплена до плити за допомогою пружин;

- вібророзбудник, виконаний з двох, забезпечених тепловими датчиками, віброударостійких електродвигунів, на кінцях валів роторів яких закріплено дисбаланси; рама напрямна забезпечена напрямними двома опорними амортизованими балками та двома відкидними опорами; плита забезпечена виносними кронштейнами.

У зварювальній практиці існують такі поняття, як фізична та технологічна зварюваність [4]. Зварюваність оцінюється ступенем відповідності властивостей зварного з'єднання тим самим властивостям основного матеріалу та його схильністю до утворення дефектів. Матеріали діляться на добре, задовільно, погано і обмежено зварюванні. Фізична зварюваність має на увазі можливість отримання монолітних зварних сполук з хімічним зв'язком. Технологічна визначає реакцію металу на вплив зварювання та утворює з'єднання із певними експлуатаційними властивостями.

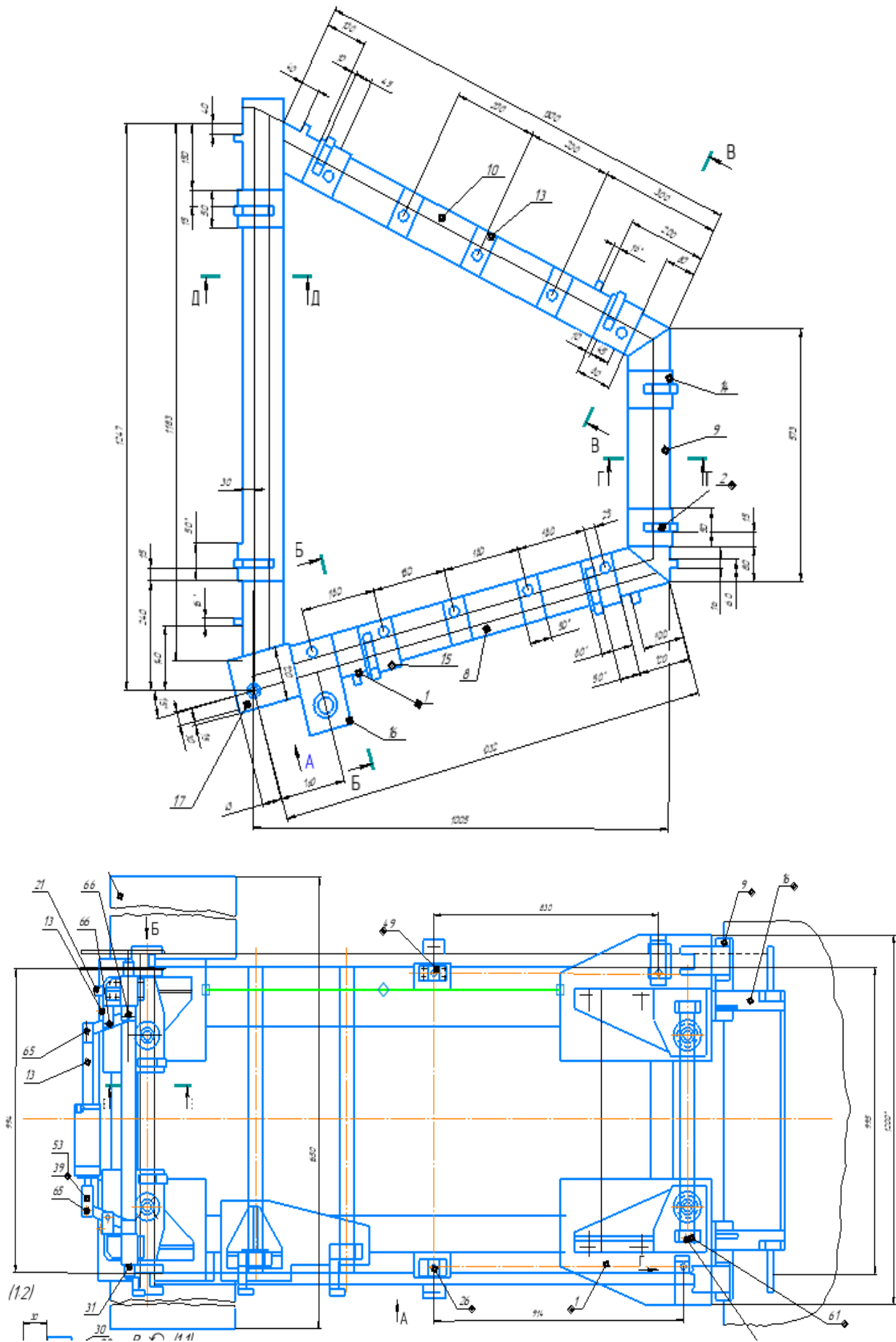


Рисунок 1.1 – Рама вібратора

У цьому випадку зварюваність сприймається як ступінь відповідності властивостей зварних з'єднань однойменним властивостям основного металу чи його нормативним значенням [1].

Для виробництва рами переважно застосовують сталь 20ХМ.

Хімічний склад сталі 20ХМ наведено у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад матеріалу сталі 20ХМ (у %)

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.15...0.25	0,17...0,37	0,4...0,657	≤ 0,3	\leq 0,035	≤ 0,035	до 0,8...1,1	до 0,30

Розглянемо технологічні особливості рамних конструкцій.

Рами є об'ємною просторовою конструкцією, призначеною для з'єднання окремих деталей і механізмів в єдиний агрегат, машину, верстат. Призначення рамних конструкцій та умови їх експлуатації визначають основні рекомендації щодо розробки технології виготовлення зварних рам. Розглянемо їх докладніше.

Однією з головних вимог, що висуваються до рам, є жорсткість конструкції. У зв'язку з цим зварні рами часто включають балки Н-подібного і коробчастого перерізу, підкріплені в багатьох місцях ребрами жорсткості. Отже, характерним для рамних конструкцій є велика кількість щодо коротких швів, розташованих у різних просторових положеннях.

Звідси впливають такі технологічні рекомендації:

1. Для з'єднання деталей доцільно призначати напівавтоматичне зварювання під флюсом або серед вуглекислого газу, а у разі великого видалення швів один щодо одного – ручне дугове зварювання покритим електродом.

2. При зварюванні бажано використовувати позиціонери та кантувачі. Значні розміри рам по ширині змушують вживати особливих заходів, що полегшують доступ до місця зварювання. Для цієї мети використовують кантувачі з підйомними центрами, пересувні підйомні майданчики для зварників або розташовують позиціонер у спеціальному заглибленні так, щоб

зварювання проводилося на рівні підлоги. Другою важливою вимогою є висока точність взаємного розташування окремих вузлів та деталей рами та стабільність розмірів у процесі експлуатації.

Найпростіший технологічний прийом виконання цієї вимоги полягає у призначенні операції механічної обробки після зварювання всього виробу. При виробництві великих рам ця рекомендація у багатьох випадках неможлива, оскільки деякі деталі розташовуються у важкодоступних для механічної обробки місцях.

Крім того, призначення механічної обробки лише після зварювання вимагає збільшення припусків, що підвищує трудомісткість виготовлення. Остаточна механічна обробка до зварювання значно скорочує трудомісткість складання рами, але висуває більш високі вимоги до точності складання та зварювання.

Як правило, при зварюванні складних по конструкції рам неможливо урахувати залишкові деформації і, отже, механічна обробка всього виробу неминуча. Тому найбільшого поширення набув наступний прийом: попередня механічна обробка заготовок з мінімально необхідним припуском, що полегшує взаємне фіксування деталей при складанні, і остаточне механічне оброблення після зварювання.

Перерозподіл залишкових зварювальних напруг під дією експлуатаційних навантажень може призвести до неприпустимих деформацій конструкції. Для стабілізації розмірів рами рекомендується призначати перед механічною обробкою високу відпустку для зняття напруги.

3. Група технологічних рекомендацій, обумовлена тим, що рамні конструкції можуть працювати під дією динамічних навантажень і, отже, технологічний процес повинен передбачати заходи, спрямовані на підвищення міцності втоми.

До таких заходів відносяться такі:

- застосування для кутових з'єднань зварювання «в човник»;
- механічна обробка швів з метою усунення концентраторів напруг;

- оплавлення ділянки переходу від шва до основного металу електродом, що не плавиться в аргоні (накладання гальвових валиків) для отримання плавного обрису контуру шва;

- дробоструминна обробка зварного з'єднання для створення в поверхневих шарах залишкових напруг стиснення.

При розробці технології виготовлення рамних конструкцій істотним є оптимальний вибір послідовності складально-зварювальних операцій. Повне завершення складання до початку зварювання виявляється доцільним лише при виготовленні рам малих за розміром та нескладних за конструкцією.

У більшості випадків перевагу віддають повузловому складання з наступним загальним складанням. Це дозволяє спростити технологію складання та складально-зварювальне оснащення, покращує доступність місць зварювання, дозволяє в процесі виготовлення чергувати зварювання та механічне оброблення.

Крім того. При загальному збиранні з'являється можливість компенсувати деформації, що з'явилися під час збирання та зварювання окремих підвузлів.

1.2 Вибір способу зварювання

Найбільш поширеними способами зварювання конструкційної сталі є: ручне дугове зварювання покритим електродом, зварювання під шаром флюсу, дугове зварювання в захисних газах, зварювання порошковим дротом та дротом суцільного перерізу без додаткового захисту, контактне зварювання. Перераховані способи зварювання ї сталі, в тих або інших випадках мають свої переваги та недоліки. Так, у порівнянні з іншими способами зварювання в захисних газах має низку переваг [13]:

1) висока якість зварних з'єднань на різноманітних металах та сплавах різної товщини;

2) можливість зварювання у різних просторових положеннях;

- 3) можливість візуального спостереження за утворенням шва, що особливо важливо при напівавтоматичному зварюванні;
- 4) відсутність операцій із засипання та прибирання флюсу та видалення шлаку;
- 5) висока продуктивність та ступінь концентрації тепла джерела дозволяють значно скоротити зону структурних перетворень;
- 6) мала зона термічного впливу;
- 7) низька вартість під час використання активних захисних газів;
- 8) можливість повної механізації та автоматизації процесів.

У технології виробництва зварної конструкції рами вібратора, буде використовуватися автоматичне зварювання, так як зварні шви, які потрібно виконати, мають малу та середню протяжність.

Таким чином, для виготовлення рами вібратора вибираємо автоматичне дугове зварювання в суміші захисних газів К-18 (Corgon 18) плавким електродом.

1.3 Вибір зварювальних матеріалів

Для напівавтоматичного зварювання в суміші захисних газів (Corgon 18) зварювальними матеріалами є: захисний газ та зварювальний дріт.

Для отримання якісного шва (відсутність пір) з хорошими механічними властивостями застосуємо легований зварювальний дріт з підвищеним вмістом розкислювальних домішок (марганцю і кремнію).

Найбільш відповідна марка легованого дроту Св-18ХГС. Застосування: зварювальний холоднотягнутий дріт з легової сталі для зварювання (наплавлення) та виготовлення електродів.

Склад дроту Св-18ХГС представлений у таблиці 1.2.

Характеристика захисного середовища.

Доцільніше застосувати для захисту зварювальної ванни суміш аргону з вуглекислим газом. В реальному технологічному процесі використовують

суміші аргону з 20-25% CO₂ та 20% CO₂ і 5% O₂. Якщо в суміші спостерігається до 15% CO₂ то зварювання подібне до зварювання в чистому аргоні.

Зростання відсотку вуглекислого газу сприяє підвищенню напруги дуги та відповідно зменшення її довжини. Якщо маємо 25% C₂, то процес подібний до зварювання в чистому вуглекислому газі. При вмісті 50% CO₂ форма провару нагадує аналогічний провар в чистому вуглекислому газі.

При зварюванні в суміші аргону з 20-25% C₂ або з 20% CO₂ і 5% O₂ проходить краще формування шва та краща форма провару в порівнянні з іншими методами. Також спостерігаємо менше випромінювання дуги та одержуємо процес з частими короткими замиканнями [31].

Таблиця 1.2 – Хімічний склад матеріалу Св-18ХГС

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N
0,15...0,22	0,9...1,2	0,8...1,1	до 0,3	до 0,025	до 0,03	0,8...1,1	до 0,015

Захисні газові суміші для зварювання електродом, що плавиться, на основі аргону:

- газова суміш Corgon 18 (К-18). Це найбільш універсальна з усіх сумішей для вуглецево-конструкційних сталей. Складається з 82% аргону та 18% двох окису вуглецю. Підходить для всіх типів матеріалів.

- газова суміш К-3.2. Складається з 86% аргону та 12% двоокису вуглецю, 2% кисню. Переваги: має стійку дугу добрий провар профілю. Використовується для зварювання коротких швів та глибокого провару.

- газова суміш К-3.3. Складається з 78% аргону та 20% двоокису вуглецю, 2% кисню. Використовується для глибокого проварювання широкого асортименту профілів.

Після вивчення характеристик газових захистів вибираємо для механізованого зварювання газову суміш Corgon 18 (К-18).

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок параметрів режимів зварювання

Зварна конструкція рами зібрана та зварена такими видами з'єднань: Н5; Т3; Т9; Т6; У8, рис. 2.1, рис. 2.2.

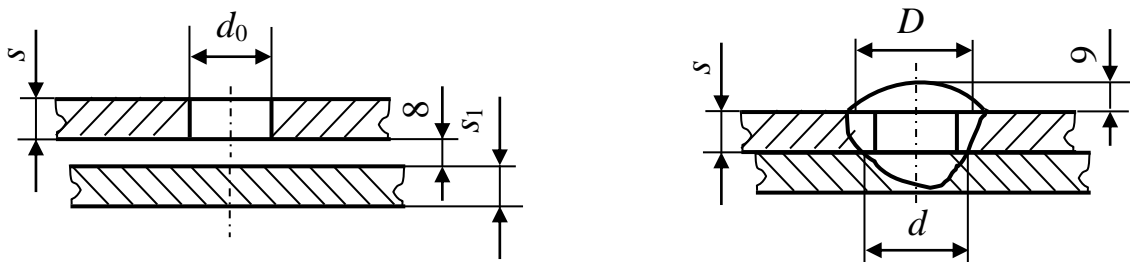


Рисунок 2.1 – Зварний шов № 1, з'єднання Н5

Дане з'єднання виконується експериментальним шляхом і тому розрахунки для нього не проводимо.

При цьому:

- $S = 10$;
- $d_0 = 18$;
- $D = 28$; $g = 4$.

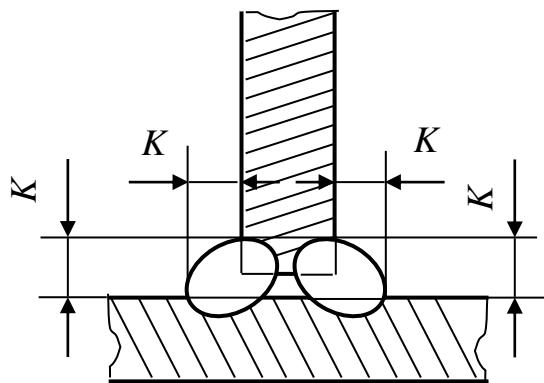


Рисунок 2.1 – Зварний шов № 2, з'єднання Т3

Конструктивні елементи зварного з'єднання Т3 наведено в табл. 2.1.

Розрахуємо параметри режимів зварювання для з'єднання Т3.

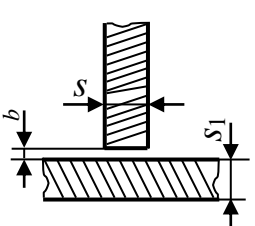
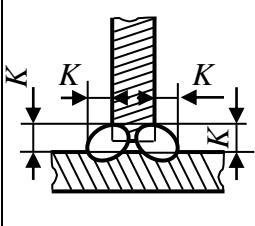
Розрахуємо площу наплавленого металу для зварного шва № 2 за формулою:

$$F = \frac{K^2}{2} + 1,05K ; \quad (2.1)$$

де K – катет шва, при цьому $K = 19$ мм.

$$F = \frac{19^2}{2} + 1,05 \cdot 19 = 200,45 \text{ (мм}^2\text{)},$$

Таблиця 2.1 – Конструктивні елементи зварного з'єднання ТЗ

Умовне позначення зварного з'єднання	Конструктивні елементи		Спосіб зварювання	s	b	
	Підготовлених кромки зварювальних деталей	Зварного шва			Номин.	Гран. відхил.
ТЗ $s_1 \geq 0,5s$			ИНП, ИП, УП	0,8-3 3,2-5,5 6 до 20	0	+0,5
						+1,0
						+1,5

Глибину проплавлення зварного шва катетом $K = 8$ мм визначимо за формулою [1]:

$$h_{k1} = (0,7 \pm 1,1)K ; \quad (2.2)$$

де h_{k1} – розрахункова глибина проплавлення, мм, при цьому $h_{k1} = 6$ мм²;

$$h_{k1} = (0,7 \pm 1,1) \cdot 8 = 5,6 \pm 8,8 \text{ (мм)}.$$

Уточнимо розрахункова глибина проплавлення:

$$h_p = 0,6h_{k1} - 0,5b ; \quad (2.3)$$

$$h_p = 0,6 \cdot 6 - 0,5 \cdot 0 = 3,6 \text{ (мм)}.$$

Діаметр дроту визначаємо за формулою:

$$d_e = K_d F_n^{0,625} ; \quad (2.4)$$

$$d_e = 0,12 \cdot 35^{0,625} = 1,1 \text{ (мм)}.$$

Розраховуємо значення зварного стуму $I_{зв}$ через розрахункову глибину проплавлення та коефіцієнт проплавлення K_H уточнюємо за таблицями:

$$I_{зв} = \frac{h_{ki}}{K_H} \cdot 100; \quad (2.5)$$

$$I_{св} = \frac{3,6}{2,1} \cdot 100 = 172 \text{ (А)}.$$

Прийmemo $I_{св} = 175 \pm 5 \text{ (А)}$.

Розрахуємо оптимальний виліт електродного дроту:

$$l_e = 10d_e \pm 2d_e; \quad (2.6)$$

$$l_e = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2 = 12 \pm 2,4 \text{ (мм)}.$$

Розрахуємо щільність струму:

$$J = \frac{4I_{зв}}{\pi d_e^2}; \quad (2.7)$$

$$J = \frac{4 \cdot 175}{3,14 \cdot 1,2^2} = 155 \text{ (А/мм}^2\text{)}.$$

Приймаємо величину втрат $\psi = 3,8\%$.

Знайдемо величину коефіцієнта розплавлення та наплавлення:

$$\alpha_p = 1,21 I_{св}^{0,32} l_e^{0,39} \frac{1}{d_e^{0,64}}; \quad (2.8)$$

$$\alpha_p = 1,21 \cdot 175^{0,32} \cdot 12^{0,39} \frac{1}{1,2^{0,64}} = 17,31 \text{ (г/Ач)}.$$

$$\alpha_H = \alpha_p \frac{100 - \psi}{100}; \quad (2.9)$$

$$\alpha_H = 17,31 \frac{100 - 3,8}{100} = 16,65 \text{ (г/Ач)},$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення, (г/Ач);

α_H – коефіцієнт наплавлення, (г/Ач).

Швидкість зварювання:

$$V_{3B1} = \frac{\alpha_H I_{36}}{3600 \rho F_{H1}}; \quad (2.10)$$

$$V_{CB1} = \frac{16,65 \cdot 286}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,35} = 0,48 \text{ см / с} = 17,28 \text{ м/год},$$

де ρ – густина сталі, $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$.

Розрахуємо напругу на дузі:

$$U_D = 14 + 0,005 I_{CB}; \quad (2.11)$$

$$U_D = 14 + 0,005 \cdot 286 = 28 \text{ В.}$$

Виконаємо розрахунок погонної енергії:

$$q_n = \frac{I_{36} U_D \eta}{V_{36}}; \quad (2.12)$$

$$q_n = \frac{286 \cdot 28 \cdot 0,75}{0,48} = 12512 \text{ Дж/см},$$

де η – ККД дуги, при цьому $\eta = 0,75$.

Розрахуємо коефіцієнт провару:

$$\psi_{np} = K(19 - 0,01 I_{36}) \frac{D_e U_D}{I_{36}}; \quad (2.13)$$

$$\psi_{np} = 0,92(19 - 0,01 \cdot 286) \frac{1,2 \cdot 28}{368} = 1,74,$$

де K – поправочний коефіцієнт, величина якого залежить від щільності струму та полярності.

Перевіримо глибину проплавлення за формулою

$$h = 0,0081 \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{np}}}; \quad (2.14)$$

$$h = 0,0081 \sqrt{\frac{12075}{2,53}} = 0,56 \text{ см.}$$

Розрахункова глибина проплавлення складе 5,6 мм, що більше, ніж задана мінімальна величина 3,6 мм.

Розрахуємо швидкість подачі електродного дроту:

$$V_{e\partial} = \frac{4F_H V_{зг} (1 + 0,01\psi)}{\pi d_e^2}; \quad (2.15)$$

$$V_{e\partial} = \frac{4 \cdot 35 \cdot 17 (1 + 0,01 \cdot 3,8)}{3,14 \cdot 1,2^2} = 549 \text{ м/хв.}$$

Для зварювання заповнюючих швів приймаємо дріт діаметром 1,2 мм, щоб не проводити заміну касет після зварювання проходів.

Величину зварювального струму приймаємо виходячи з параметрів джерела живлення, що забезпечує роботу з ПВ=100% на величині зварювального струму, що дорівнює 360 А.

Приймаємо переріз заповнюючого валика $F_H = 55 \text{ мм}^2$.

Кількість проходів 3.

У технологічних цілях приймаємо дріт діаметром 1,2 мм.

Розрахуємо оптимальний виліт електродного дроту під час проведення зварювальних робіт:

$$L_e = 10d_e \pm 2d_e; \quad (2.16)$$

$$L_e = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2 = 12 \pm 2,4 \text{ мм.}$$

Розрахуємо щільність струму:

$$J = \frac{4I_{зг}}{\pi d_e^2}; \quad (2.17)$$

$$J = \frac{4 \cdot 360}{3,14 \cdot 1,2^2} = 320 \text{ (А/мм}^2\text{)}$$

Приймаємо величину втрат $\psi = 1,5\%$.

Знайдемо величину коефіцієнта розплавлення та наплавлення:

$$\alpha_p = 1,21 I_{3\phi}^{0,32} I_e^{0,39} \frac{1}{d_e^{0,64}}; \quad (2.18)$$

$$\alpha_p = 1,21 \cdot 360^{0,32} \cdot 12^{0,39} \frac{1}{1,2^{0,64}} = 18,4 \text{ (г/Ач);}$$

$$\alpha_H = \alpha_p \frac{100 - \psi}{100}; \quad (2.19)$$

$$\alpha_H = 18,4 \frac{100 - 1,5}{100} = 18,1 \text{ (г/Ач),}$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення, (г/Ач);

α_H – коефіцієнт наплавлення, (г/Ач).

Розрахуємо швидкість зварювання кореневого проходу в процесі проведення зварювальних робіт:

$$V_{CB1} = \frac{\alpha_H I_{3\phi}}{3600 \rho F_{H1}}; \quad (2.20)$$

$$V_{CB1} = \frac{18,61 \cdot 360}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,55} = 0,48 \text{ см / с} = 15,2 \text{ м/год,}$$

де ρ – густина сталі, при цьому $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$.

Розрахуємо напругу на дузі:

$$U_D = 14 + 0,005 I_{3\phi}; \quad (2.21)$$

$$U_D = 14 + 0,005 \cdot 360 = 32 \text{ В.}$$

Виконаємо розрахунок погонної енергії

$$q_n = \frac{I_{36} U_D \eta}{V_{36}}; \quad (2.22)$$

$$q_n = \frac{360 \cdot 32 \cdot 0,75}{0,42} = 20571 \text{ Дж/см},$$

де η – ККД дуги, при цьому $\eta = 0,75$.

Розрахуємо коефіцієнт провару:

$$\psi_{np} = K(19 - 0,01I_{36}) \frac{D_e U \delta}{I_{36}}; \quad (2.23)$$

$$\psi_{np} = 0,92(19 - 0,01 \cdot 360) \frac{1,2 \cdot 32}{368} = 1,4,$$

K – коефіцієнт, величина якого залежить від щільності струму та полярності.

Розрахуємо швидкість подачі електродного дроту під час проведення зварювання:

$$V_{ed} = \frac{4F_H V_{cs} (1 + 0,01\psi)}{\pi d_e^2}; \quad (2.24)$$

$$V_{ed} = \frac{4 \cdot 55 \cdot 15 (1 + 0,01 \cdot 1,5)}{3,14 \cdot 1,2^2} = 744 \text{ м/хв.}$$

Розрахунок зварного з'єднання У8.

Конструктивні елементи зварного з'єднання У8 (схеми зварювання деталей) наведено у табл. 2.2.

Приймаємо наступні показники:

$$S = 20, \quad e = 15, \quad e_1 = 17, \quad \alpha = 50^\circ, \quad g = g_1 = 1$$

Розрахуємо площу наплавленого металу

$$F_H = (s \cdot b) + \frac{[s - c]^2}{2} \cdot \text{tg} \alpha; \quad (2.25)$$

$$F_H = (9 \cdot 1) + \frac{[9 - 2]^2}{2} \cdot 119 = 92 \text{ мм}^2.$$

Таблиця 2.2 – Конструктивні елементи зварного з'єднання У8

УП 33	Конструктивні елементи		СЗ	s	e		e ₁		g = g ₁		α, град. (гв. ±2)
	Підготовлених кромки зварювальних деталей	Шва зварного з'єднання			Н В	Г В	Н В	Г В	Н В	Г В	
У8			ИНП, ИП	6-9 10-12 14-16 18-20	7 9 13 17		5 7 11 15	± 1	1	± 1	50
			УП	6-10 11-16 18-22 24-28 30-34 36-40 42-45 48-53 56-63 65-70 73-80 85-90 95-100	8 10 13 16 19 22 26 30	± 2	6 8 11 14 17 20 24 28	± 2			2

Позначення:

УП 33 – умовне позначення зварного з'єднання;

СЗ – спосіб зварювання;

НВ – номінальне відхилення;

ГВ – граничне відхилення;

гв – граничне відхилення.

Зварюванням у захисному газі допускається отримання перерізів наплавленого металу зварного шва до 65 мм² [1].

Виконаємо зварювання у 2 проходи.

Приймемо для розрахунків площа наплавленого металу проходу дорівнює $F_{н1} = 38 \text{ мм}^2$.

Глибину проплавлення стикового шва визначаємо за формулою:

$$h_{к1} = 0,7s - 0,5b; \quad (2.26)$$

$$h_{k1} = 0,7 \cdot 9 - 0,5 \cdot 1 = 5,8 \text{ мм.}$$

Діаметр електродного дроту:

$$d_e = K_d F_n^{0,625}; \quad (2.27)$$

$$d_e = 0,12 \cdot 38^{0,625} = 1,2 \text{ (мм).}$$

Розраховуємо значення зварного стуму I_{36} через розрахункову глибину проплавлення та коефіцієнт проплавлення K_H уточнюємо за таблицями:

$$I_{36} = \frac{h_{ki}}{K_H} \cdot 100; \quad (2.28)$$

$$I_{36} = \frac{5,8}{2,1} \cdot 100 = 176 \text{ (А).}$$

Прийmemo $I_{36} = 275 \pm 5 \text{ (А)}$.

Розрахуємо оптимальний виліт електродного дроту:

$$l_e = 10d_e \pm 2d_e; \quad (2.29)$$

$$l_e = 10 \cdot 1,2 \pm 2 \cdot 1,2 = 12 \pm 2,4 \text{ (мм).}$$

Розрахуємо щільність струму:

$$J = \frac{4I_{36}}{\pi d_e^2}; \quad (2.30)$$

$$J = \frac{4 \cdot 276}{3,14 \cdot 1,2^2} = 244 \text{ (А/мм}^2\text{)}.$$

Приймаємо величину втрат $\psi = 1,5\%$.

Знайдемо величину коефіцієнта розплавлення та наплавлення:

$$\alpha_p = 1,21 I_{36}^{0,32} l_e^{0,39} \frac{1}{d_e^{0,64}}; \quad (2.31)$$

$$\alpha_p = 1,21 \cdot 276^{0,32} \cdot 12^{0,39} \frac{1}{1,2^{0,64}} = 16,9 \text{ (г/Ач);}$$

$$\alpha_H = \alpha_p \frac{100 - \psi}{100}; \quad (2.32)$$

$$\alpha_H = 16,9 \frac{100 - 3,8}{100} = 16,6 \text{ (г/Ач),}$$

де α_p – коефіцієнт розплавлення, (г/Ач);

α_H – коефіцієнт наплавлення, (г/Ач);

Швидкість зварювання для кореневого проходу:

$$V_{3B1} = \frac{\alpha_H I_{3B}}{3600 \rho F_{H1}}; \quad (2.33)$$

$$V_{3B1} = \frac{16,6 \cdot 276}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,38} = 0,48 \text{ см / с} = 15,12 \text{ м/год,}$$

де ρ – густина сталі.

При цьому $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$.

Розрахуємо напругу на дузі:

$$U_D = 14 + 0,005 I_{3B}; \quad (2.34)$$

$$U_D = 14 + 0,005 \cdot 276 = 28 \text{ В.}$$

Виконаємо розрахунок погонної енергії:

$$q_n = \frac{I_{3B} U_D \eta}{V_{3B}}; \quad (2.35)$$

$$q_n = \frac{276 \cdot 28 \cdot 0,75}{0,48} = 13307,15 \text{ Дж/см,}$$

де η – ККД дуги.

При цьому $\eta = 0,75$.

Розрахуємо коефіцієнт провару

$$\psi_{np} = K(19 - 0,01I_{36}) \frac{D_e U \delta}{I_{36}}; \quad (2.36)$$

$$\psi_{np} = 0,92(19 - 0,01 \cdot 276) \frac{1,2 \cdot 28}{276} = 1,79$$

де K – коефіцієнт, величина якого залежить від щільності струму та полярності.

Перевіримо глибину проплавлення за формулою:

$$h = 0,0081 \sqrt{\frac{q_n}{\psi_{np}}}; \quad (2.37)$$

$$h = 0,0081 \sqrt{\frac{13307,15}{1,79}} = 0,59 \text{ см.}$$

Прийнята до розрахунку глибина проплавлення ($h_{кл} = 5,8$ мм) і фактична глибина проплавлення ($h = 5,9$ мм) практично збіглися, відхилення складає менше 10%, що допустимо.

Розрахуємо швидкість подачі електродного дроту:

$$V_{ed} = \frac{4F_H V_{36} (1 + 0,01\psi)}{\pi d_e^2}; \quad (2.38)$$

$$V_{ed} = \frac{4 \cdot 16 \cdot 38 (1 + 0,01 \cdot 1,5)}{3,14 \cdot 1,2^2} = 558 \text{ м/хв.}$$

2.2 Вибір варіанту технологічного маршруту механічного оброблення

№ операції	Назва операції	Зміст операції	Обладнання
1	Заготівельна	Розкрій листа на заготовки. Різання у розмір.	Установка лазерного різання «FI BER.
2	Транспортування	Транспортувати заготовки на складально-зварювальну плиту.	Кран мостовий. Транспортний візок.

3	Контрольна	Провести контроль габаритних розмірів заготовок.	Комплект вимірювальних приладів ГОСТ 7644-80. Рулетка з діапазоном вимірювань від нуля до 10 000мм.
4	Транспортування	Транспортувати заготівлі на складально-зварювальну плиту.	Кран мостовий. Транспортний візок.
5	Складання рами	Встановити, виконати під час хватки L = 25 мм, крок 250 мм.	Кантувач КС-ПЦ, п/а Lorch S RoboMIG.
6	Нагрівання швів	Нагріти поверхню до 260 ⁰ .	Горілка універсальна.
7	Зварювання	Виконати зварювання зварних з'єднань Т3, Т9, Т6, У8 по вимогах вказаних відповідно до вимог креслення.	Зварювальний робот.
8	Зачистка	Провести зачистку зварних швів.	Шліфувальна машинка Bosch.
9	Транспортування	Транспортувати верхню рамку та основу на складально-зварювальну плиту.	Кран мостовий.
10	Складання	Встановити раму на плиту. Виставити плиту на раму.	п/а Lorch S- RoboMIG.
11	Зварювання	Виконати зварювання з'єднання Н5 відповідно до вимог.	Зварювальний робот.
12	Зачистка	Провести зачистку зварних швів.	Шліфувальна машинка Bosch GWS26-230 JBVe. Круг шліфувальний, віяловий, пелюстковий. Шпильці.

13	Контрольна	Виконати візуальний контроль. Виконати магнітопорошковий контроль.	Лупа 4х-10х збільшення. УШС МП
----	------------	---	-----------------------------------

2.3 Техніко-економічне обґрунтування технологічного процесу зварювання деталі

У даній роботі спроектовано технологічний процес збирання та зварювання рами вібратора із застосуванням автоматичного (роботизованого) зварювання в середовищі захисних газів.

За базовим варіантом робота виконувалася механізованим (напівавтоматичним) зварюванням у середовищі CO₂. При цьому для збирання та зварювання використовувалася зварювальна установка, до складу якої входили: зварювальний напівавтомат ПДГ-251 з джерелом ВДГ-302, зварювальний пальник, зварювальна плита, балон з вуглекислотою.

Проектована технологія передбачає заміну механізованого зварювання рами вібратора на автоматичне зварювання у захисній суміші Corgon 18 (К-18) (Ar-82%; CO₂ - 18%).

Для початку потрібно зрозуміти, що робочі пристрої підходять далеко не для всіх сфери. Це же правило стосується зварочних цехів. Є такі дільниці на виробництві, де людина перемає роботів по швидкості та якості роботи. Крім цього, його труд буде обходитись дешевше. Тому потрібно прорахувати економічні показники кожного процесу (операцій) і тільки потім замінити частину персоналу роботи.

Сьогодні частіше поширені колаборативні моделі роботів, коли людина працює в парі з роботом. Отже, потрібно створити умови як для людини, так і для електромеханічного пристрою. А саме, забезпечити персонал від травм при роботі рядом з роботизованим пристроєм, скласти правила та норми по технічних умовах. Провести якісну електромережу, розраховану на максимальну потужність всіх пристроїв.

Установити захисні блоки від непередбачених скачків мережі.

Навчити кваліфіковані кадри для роботи та обслуговування автоматичної техніки.

Визначення капіталоутворних інвестицій.

Визначення технологічних норм часу для отримання зварного виробу.

Загальний час виконання зварювальної операції $T_{шт-к}$, год., складається з кількох компонентів і визначається за формулою

$$T_{шт-к} = t_{осн} + t_{нз} + t_в + t_{обс} + t_n, \quad (2.39)$$

де $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляційний час на виконання зварювальної операції, год

$t_{осн}$ – основний час, год.;

$t_{нз}$ – підготовчо-заключний час, год.;

$t_в$ – допоміжний час, год.;

$t_{обс}$ – час обслуговування робочого місця, год.

Визначимо основний час

$$t_{осн} = \frac{\sum L_{шв}}{V_{зв}}; \quad (2.40)$$

де $\sum L_{шв}$ – сума довжини всіх швів;

$V_{зв}$ – швидкість зварювання;

$$t_{осн} = \frac{70}{8} = 8,75 \text{ (год)} - \text{базовий варіант};$$

$$t_{осн} = \frac{70}{15} = 4,67 \text{ (год)} - \text{проектний варіант}.$$

Приймаємо $t_{нз} = 10\%$ від $t_{осн}$:

$$t_{нз} = 0,86 \text{ (год)} - \text{базовий варіант};$$

$$t_{нз} = 0,47 \text{ (год)} - \text{проектний варіант}.$$

Допоміжний час ($t_в$) включає час на заправку касети з електродним

дротом t_c , огляд та очищення зварюваних кромок $t_{кл}$, очищення швів від шлаку та бризок $t_{бр}$, таврування швів $t_{кл}$, встановлення та поворот виробу, його закріплення $t_{уст}$:

$$t_6 = t_e + t_{кр} + t_{бр} + t_{уст} + t_{кл} . \quad (2.41)$$

При напівавтоматичному та автоматичному зварюванні у допоміжне час входить час для заправки касети з електродного дроту. Цей час можна прийняти рівним $t_e = 5 \text{ хв} = 0,083 \text{ год}$.

Час зачистки кромок або шва $t_{кр}$ (хв.) обчислюють за такою формулою

$$t_{кр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) , \quad (2.41)$$

де n_c – кількість шарів при зварюванні за кілька проходів, при цьому $n_c = 3$;

$$t_{кр} = 70(0,6 + 1,2 \cdot (3 - 1)) = 210 \text{ хв.}, \text{ або } 3,1 \text{ год.}$$

Зварювання та в базовому та проектованому варіанті проводиться в один прохід.

Час на очищення швів від шлаку та бризок $t_{бр}$ (хв.) розраховуємо за формулою

$$t_{бр} = L_{шв} (0,6 + 1,2 \cdot (n_c - 1)) ; \quad (2.41)$$

$$t_{бр} = 3,1 \text{ год.}$$

Приймаємо $t_{кл} = 0,21 \text{ хв.} = 0,0035 \text{ год.}$, $t_{уст} = 8,4 \text{ хв.} = 0,14 \text{ год}$.

Отже, $t_6 = 0,083 + 3,1 + 3,1 + 0,0035 + 0,14 = 6,43 \text{ год}$.

Час на обслуговування робочого місця ($t_{обс}$) включає час на встановлення режиму зварювання, налагодження автомата, прибирання інструменту і т.д., приймаємо рівним

$$t_{обс} = (0,06 \dots 0,008)t_{осн} ; \quad (2.42)$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 8,75 = 0,61 \text{ год} - \text{ базовий варіант};$$

$$t_{обс} = 0,07 \cdot 4,67 = 0,33 \text{ год} - \text{ проектний варіант.}$$

Час перерви на відпочинок та особисті потреби залежить від ступеня складності, зварювальних робіт

$$t_n = 0,007 \cdot t_{осн}. \quad (2.43)$$

Таким чином, розрахунок загального часу $T_{ум-к}$ на виконання зварювальної операції за обома варіантами робимо за формулою

$$T_{ум-к} = 8,75 + 0,86 + 6,43 + 0,61 + 0,61 = 17,26 \text{ год. - базовий варіант;}$$

$$T_{ум-к} = 4,67 + 0,47 + 6,43 + 0,33 + 0,33 = 11,23 \text{ год. - проектний варіант.}$$

Розрахунок кількості обладнання та його завантаження.

1) Час зварювання на один виріб:

$$T_{ум} = \frac{L_{ув}}{V_{зв}}, \quad (2.44)$$

$$t_{осн} = 8,75 \text{ год. (базовий варіант);}$$

$$t_{осн} = 4,67 \text{ год. (проектований варіант).}$$

Визначаємо загальну трудомісткість річної виробничої програми $T_{вир-пр}$ зварних конструкцій за операціями технологічного процесу.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1 Суть методу та обладнання для напівавтоматичного зварювання

Сутність методу та загальні принципи напівавтоматичного зварювання.

Механізоване зварювання, як та інші види дугового зварювання, здійснює за рахунок більшої теплової енергії зварювальної дуги сконцентрованої у місці її горіння.

Температура дуги більша за температуру плавлення металів, тому під її впливом кромки зварного виробу плавляться, утворюючи зварювальну ванну з рідкого металу. Дуги при цьому горить між основним металом та зварювальним дротом, який виконує функції підведення дуги до зони зварювання та є присадним металом для заповнення зазору між кромками.

Зварювальний дріт з касети безперервно подається в зону зварювання за допомогою механізму, який подає його по каналу в рукаві до сопла зварювального пальника. Зварювальна дуга, розплавлений метал, кінець зварювального дроту, навколо шовна зона знаходяться під захистом газу, що виходить із пальника.

Для отримання більш якісного шва іноді виконують подачу захисного газу додатково з зворотного боку шва. На відміну від ручного зварювання відсутність покритих електродів дозволяє механізувати процес або повністю автоматизувати.

Зазвичай під роботизованим зварюванням мають на увазі такий тип зварювання, при якому робота відбувається в автоматичному режимі. Металеві деталі подаються на ділянку конвеєра або зону збирання, де відбувається їхнє з'єднання між собою.

Елементи скріплюють методом сплавлення металу у точці варіння за допомогою високих температур.

При цьому зварювальний апарат працює самостійно за заданою програмою, або частково чи повністю управляється оператором.

Робота за допомогою роботизованого зварювального апарату має ряд переваг:

- швидкість та продуктивність;
- безупинний процес, виняток «людського фактора»;
- висока точність зварювання, відмінна якість варильних швів;
- робота у агресивних середовищах.

Портал типу NU (рис. 3.1) для зварювання в середовищі захисного газу сконструйований для повністю механізованого виготовлення рами вібратора із вигинами форми до 13° з листового металу.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд порталу для зварювання типу NU

При конструюванні цієї установки основну увагу було приділено підвищенню продуктивності. Високий ступінь автоматизації не тільки підвищує якість зварювання, а й суттєво знижує вартість виробництва. Для початку необхідно зрозуміти, що роботизовані пристрої підходять далеко не для всіх сфер. Це правило стосується зварювальних цехів. Є такі ділянки на виробництві, де людина перевершуватиме роботів за швидкістю та якістю роботи. Окрім цього, його праця буде коштувати дешевше. Тому потрібно заздалегідь прорахувати економічні показники кожного процесу (операції) і потім замінити частину персоналу роботами.

Сьогодні найчастіше поширені колаборативні моделі роботів, коли людина працює у парі з роботом. Виходить, потрібно створити умови для людини, так і для електромеханічного пристрою.

А саме:

- убезпечити персонал від травм під час роботи поруч із роботизованим пристроєм (облаштувати зони безпеки, частково відгородити маніпулятори кожухами);

- створити правила та норми з ТБ;

- навчити персонал роботи з автоматичними пристроями;

- провести якісну електромережу, розраховану на пікову потужність усіх пристроїв;

- встановити захисні блоки від непередбачених мережевих стрибків;

- зробити резервну лінію живлення, щоб робота не стала при відключенні електроенергії (генераторна станція або батарейні блоки);

- мати підмінний фонд роботизованих пристроїв; якщо один робот вийде з ладу, його можна замінити іншим; це актуально на великих підприємствах із замкненим циклом виробництва;

- навчити кваліфіковані кадри для роботи та обслуговування автоматичної техніки.

Ці правила є правильними для всіх роботизованих пристроїв. Але є й окремі моменти, які необхідно врахувати перед інсталяцією автоматичних ліній зварювання.

Для розкрою металу вибираємо установку для лазерного розкрою «FIBERMAK», рис. 3.2.

Для збирання та зварювання рами вібратора вибираємо кантувач горизонтальний з підйомними центрами КС-ПЦ.

Кантувач горизонтальний з підйомними центрами КС-ПЦ для синхронного підйому, утримання та кантування на 360° великогабаритних та великовагових деталей та їх вузлів при проведенні зварювальних та інших технологічних робіт.



Рисунок 3.2 – Установка для лазерного розкроювання «FIBERMAK»

Система управління кантувача. Система електрообладнання кантувача може працювати в наступних режими управління:

- ручний з місцевої панелі керування;
- автоматичний з місцевої панелі керування;
- дистанційний автоматичний радіоканал.

Система електрообладнання призначена для забезпечення роботи кантувача в заданому режимі та захисту обслуговуючого персоналу та його складових частин від аварійних ситуацій.

Система електрообладнання виконує такі функції:

- увімкнення та вимкнення електрообладнання кантувача;
- керування операцією завантаження та обертанням кантувача в ручному або автоматичному режимі;
- дистанційне керування виконавчими пристроями кантувача по радіоканалу з переносного пульта;
- безперервний контроль за положенням виконавчих механізмів та світловою індикацією на панелі управління;
- аварійне завершення випробування у разі виникнення нештатних режимів роботи.

Органи управління, візуалізації та світлової сигналізації розміщені на двері шафи.

Світлосигнальний маяк закріплюється зовні у верхній частині шафи.

Робот для дугового зварювання FANUC ARC Mate 100iC/12, рис. 3.3.

Конструкція зварювального роботизованого пристрою практично ідентична маніпуляційній роботі, рис. 3.4.

В його основі лежать кілька базових елементів:

1. Рука-маніпулятор. Рухлива частина робота, яка може складатися з кількох зчленувань. Маніпулятор має різні ступені свободи залежно від конкретної моделі.
2. Зварювальна головка знаходиться на кінці кисті маніпулятора.
3. Стаціонарна колона або рухома платформа, на яку кріпиться робот.
4. Подавальний механізм.
5. Блок управління, який відповідає за організацію роботи.

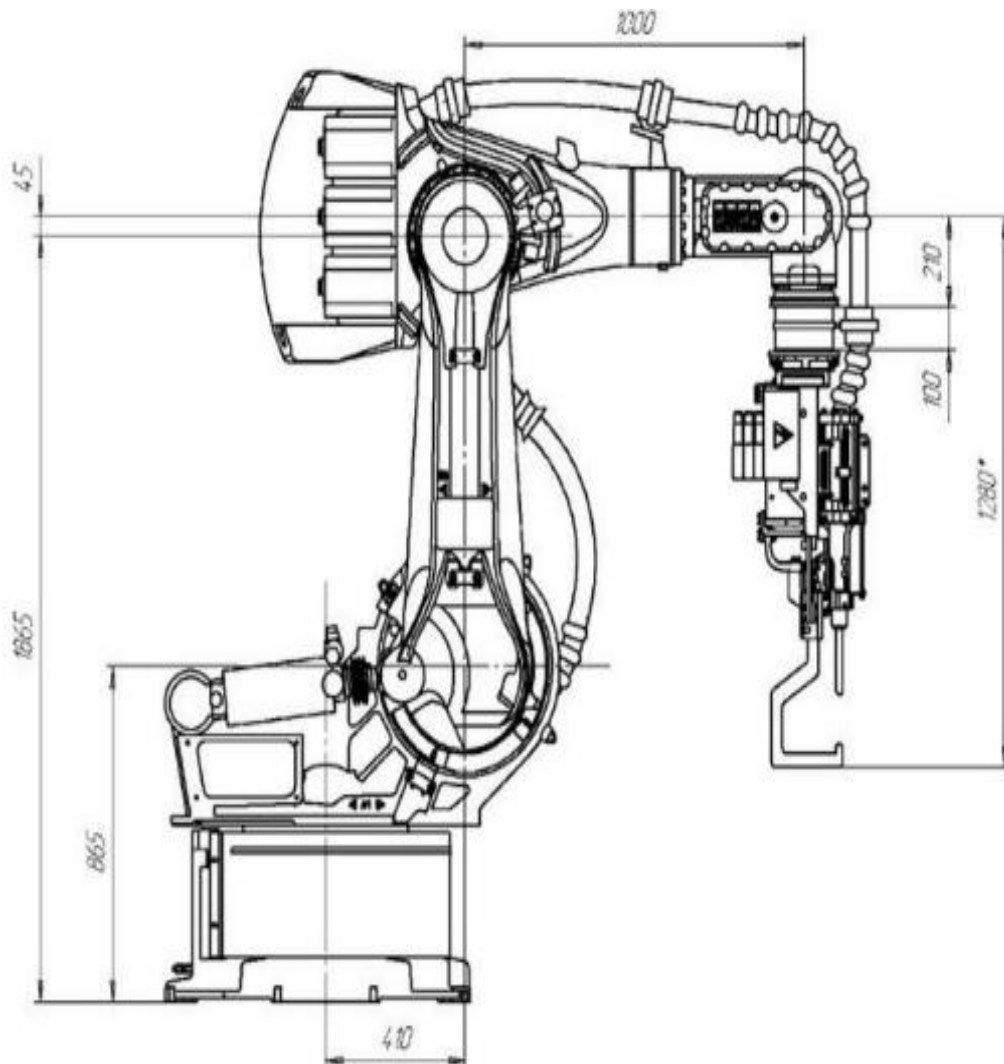


Рисунок 3.3 – Конструкція робота для дугового зварювання FANUC ARC Mate 100iC/12



Рисунок 3.4 – Загальний вигляд робота для дугового зварювання FANUC ARC Mate 100iC/12

Також на роботі стоять датчики зворотного зв'язку, оптичні сенсори та інші вимірювальні пристрої, які допомагають машині орієнтуватися у просторі та виконувати свою роботу.

Для дугового зварювання потрібен балон із інертним газом.

Особливості моделі:

- шестиосьовий робот призначений для роботи з великими деталями, за рахунок об'ємної робочої площі
- відрізняється універсальністю кріплення як у перевернутому вигляді, під кутом так і в стандартному положенні, для ефективного використання робочого простору;
- виконує зварювальні роботи на великій швидкості;
- співвідношення радіусу робочої дії та довжини ходу складає 1420 мм до 1066 мм;
- спільно з вбудованим контролером R-30iB відбувається інтеграція із системою зварювання, на базі контролера підключається функція технічного зору.

Джерела живлення зварювальної дуги, рис. 3.5.

Для зварювання серед захисних газів виготовляють джерела живлення з жорсткими зовнішніми вольтамперними характеристиками. Зварювання проводиться на джерелах постійного струму - зварювальні випрямлячі, перетворювачі, інвертори або спеціальні установки, що містять у собі джерело живлення та механізм, що подає, а також блок управління.

Джерела живлення змінного струму мало використовуються.



Рисунок 3.5 – Джерело живлення зварювальної дуги

Механізми подачі дроту, рис. 3.6.

Механізми подачі дроту використовуються для стабільної подачі дроту та регулювання швидкості подачі у зварювальний пальник. Зазвичай механізм, що подає, складається з електродвигуна, редуктора, гальмуючого пристрою, подавальних і притискних роликів, а також касети з дротом. Існують різні варіанти виконання подавальних механізмів – закритого та відкритого типу.



Рисунок 3.6 – Загальний вигляд конструкцій подавальних механізмів

В залежності від числа роликів розрізняють двороликові та чотирироликові подавальні механізми, рис. 3.7. Останні більш надійні і рекомендується використовувати для дроту великого січення.

Для збільшення радіуса проведення зварювальних робіт та забезпечення стабільної подачі дроту можуть застосовуватися проміжні механізми подачі. Це дозволяє збільшити зону проведення зварювальних робіт від 10 до 20 метрів. Проміжні механізми синхронізуються з основними, що дозволяють значно видалити джерела живлення або напівавтомата та газового обладнання.

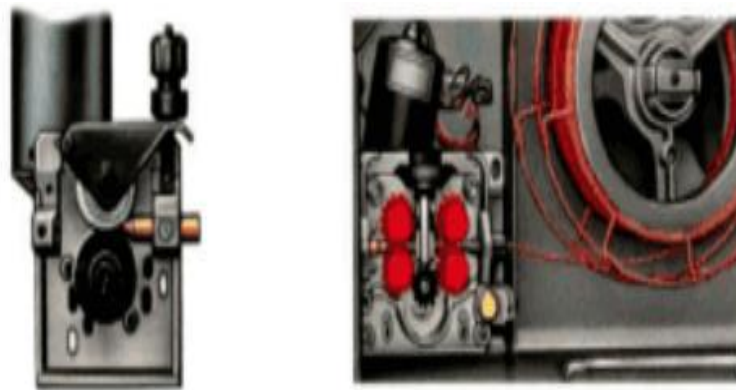


Рисунок 3.7 – Конструкції двороликових та чотирироликових подавальних механізмів

Існує чотири способи збільшення точності роботи:

- існування неточностей збірки сполучених робіт, корекція помилок нульових датчиків, які відображають кути повороту шарнірів робота. Щоб звести дію даних факторів до мінімуму, потрібно використовувати спеціальні ПО, які враховують подібні помилки.

- внесение G-кодів. Використання спеціальних програм, які коректно перетворюють тримірні файли CAD/CAM в G-коди.

- зменшення мікрівібрацій. Вони проходять із-за використання в роботах редукторів з низьким мертвим ходом, ці виникаючі мікроімпульси можуть відобразитися на точності сварки. Ведучі виробники враховують цей фактор. Вони закладають у програмний код «метод додаткових сигналів в команді моменту інерції двигуна». Це вводить кількість вібрацій і резонансів до нуля.

- контроль системи координат роботи. Спеціальний програмний код, який враховує розміщення торця зварювального апарату після закінчення роботи. Також відомий як «метод вимірювання інструмента».

Контроль шва необхідно виробляти для виявлення якості зовнішніх дефектів шва. Для виявлення зовнішніх дефектів використовується візуально-вимірювальний контроль шва і МПД (магнітно-порошкова дефектоскопія). Візуально вимірювальний контроль (ВВК) зварних швів – це зовнішній огляд досить крупних зварних конструкцій, як людським оком, так і за допомогою різних технічних можливостей для виявлення більш дрібних дефектів, які не піддаються початковій візуалізації, а також за допомогою переобладнання візуальної інформації.

Магнітопорошковий контроль (МПД). Для виявлення дефекту на верхньому контрольному виробі наносять магнітний порошок. Після намагнічування деталей частинки порошку з'єднують в ланцюг, а над дефектом вони скачуються під дією результуючої сили.

Види зовнішніх дефектів: перекося і зміщення кромки, нерівномірне сичення шва по ширині і товщині, подрізи кромки основного металу, пропали, не провари, не заварені пустоти швів, зовнішні тріщини в шві, в основному металі.

Система оптичного відслідковування за швом лазерним датчиком ТН6D (рис. 3.8) призначена для використання в автоматизованих виробничих процесах лазерного та дугового зварювання, клейки або в інших технологічних операціях, де потрібно безпомилкове позиціонування робочого інструмента.



Рисунок 3.8 – Лазерний датчик контролю за швом Scansonic TH 6D

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Принципи, методи та засоби безпечного життя і діяльності людини

У структурі загальної теорії безпеки принципи й методи відіграють евристичну та методологічну роль і дають цілісне уявлення про зв'язки у системі «людина–середовище».

Небезпеки існують у просторі й часі та реалізуються у вигляді потоків енергії, речовини та інформації. Потенційна небезпека стає реальною у тому випадку, коли вона впливає на об'єкти. Наприклад, шторм в океані становить небезпеку, якщо в зоні шторму знаходяться кораблі, і є просто природним явищем, якщо кораблів немає.

Для реалізації (дії) небезпеки необхідно: – Наявність джерела небезпеки. Носіями небезпек є природні процеси та явища, елементи техногенного середовища, людські дії, що криють у собі загрозу небезпеки.

Виникнення чинників небезпеки.

Наявність джерела небезпеки ще не означає того, що людині чи групі людей обов'язково має бути спричинена якась шкода чи пошкодження. До цього може призвести конкретний вражаючий чинник.

Уразливість людини і елементів навколишнього середовища.

Уразливість – це незахищеність від небезпеки. Уразливість може бути застосована до окремого елемента системи і всієї системи в цілому. Задля формулювання основних принципів захисту людини введемо декілька визначень: гомосфера (Г) – простір, у якому знаходиться людина в процесі трудової і іншої діяльності, а також відпочинку; ноксосфера (Н) – простір, у якому постійно існують або можливо виникнення чинників небезпеки.

Для реалізації небезпеки необхідне існування перетину гомосфери і ноксосфери. І навпаки – безпека буде забезпечена, якщо гомосфера і ноксосфера не перетинаються. У процесі формування та експлуатації системи

«людина–середовище» доцільно керуватися такими основними принципами забезпечення безпеки життєдіяльності, що відображають комплексний, системний підхід до вирішення міжвідомчих та міжрегіональних проблем.

До них належать:

- розділення гомосфери і ноксосфери у просторі та часі;
- нормалізація ноксосфери, під якою розуміють приведення параметрів чинників небезпеки у відповідність до характеристик людини;
- зміна гомосфери, під якою розуміють підвищення захисних функцій і властивостей людини шляхом її адаптації і застосування засобів захисту.

Принципи БЖД дозволяють знаходити оптимальні рішення захисту від небезпек на основі порівняльного аналізу конкуруючих варіантів. Принципи БЖД можуть бути застосовані в різних сферах: техніці, медицині, організації праці та відпочинку.

Вони вказують на різноманіття шляхів і методів забезпечення безпеки в системі «людина–середовище», що включають як організаційні заходи, конкретні технічні рішення, так і забезпечення адекватного управління, що гарантує стійкість системи, а також деякі методологічні положення, що позначають напрямок пошуку рішень.

Методи забезпечення безпеки життєдіяльності – це способи досягнення мети. Методи БЖД засновані на застосуванні принципів, що вище перелічені. Користуючись методами забезпечення БЖД, можна узгодити взаємодію характеристик людини з навколишнім середовищем.

Розглянемо основні методи.

1. Технічні методи – це методи, що направлені на безпосереднє запобігання або зменшення дії чинників небезпеки за допомогою технічних засобів. До них належать методи:

- блокування – в систему вводиться елемент, який не дозволяє людині потрапити в зону дії чинника небезпеки до моменту припинення дії цього чинника (наприклад, автоматичні шлагбауми, заслінки, двері, які закриваються або фіксуються при наближенні людини до небезпечної зони);

- герметизація – небезпечні і шкідливі речовини розміщуються в герметичних місткостях; слабкої ланки – в систему вводиться елемент, що сприймає або реагує на зміну певних параметрів, запобігаючи реалізації небезпеки (наприклад, плавкі запобіжники, штифти, запобіжні муфти. Так, для запобігання руйнівної дії вибуху в апаратах, газоходах, пилепроводах та інших пристроях застосовують противибухові клапани різних конструкцій, а також розривні мембрани з алюмінію, міді, азбесту, паперу);

- забезпечення неприступності – забезпечується неприступність для людини зони дії чинників небезпеки шляхом розміщення джерела небезпеки на достатній відстані від людини або застосуванням різних огорож і завад;

- надійності – забезпечується необхідна вірогідність безвідмовної роботи або необхідне напрацювання на відмову технічних засобів, від яких залежить безпека людини, шляхом підвищення надійності окремих елементів застосування резервування і ін.;

- екранування – між джерелом небезпеки і людиною розташовується екран, перешкоджаючи розповсюдженню чинника небезпеки.

Організаційні методи – це методи, що зменшують дію чинників небезпеки шляхом організації певної взаємодії елементів системи як між собою, так і із зовнішнім середовищем.

До них належать методи:

- захисти часом – розділення гомосфери і ноксосфери у часі; захисти відстанню – просторове розділення або зменшення перетину гомосфери і ноксосфери в системі (принцип дії методу заснований на тому, що деякі небезпечні або шкідливі фактори знижують свій вплив на людину зі збільшенням відстані);

- інформації – передача і засвоєння людиною відомостей, виконання яких забезпечує її безпеку (наприклад, інструктажі, навчання, попереджуючі знаки, сигналізація);

- нормування – встановлення таких параметрів ноксосфери, дотримання яких забезпечує безпечне перебування людини (наприклад, ГДК і ГДР хімічних

речовин у середовищі, рівень випромінювання), (необхідність нормування обумовлюється тим, що досягти абсолютну безпеку практично неможливо і нормування має важливе методологічне значення, норми є вихідними даними для розрахунку та організації заходів щодо забезпечення безпеки);

- ергономічності – врахування антропометричних та психофізіологічних параметрів людини при організації її діяльності;

- класифікації – розподіл об'єктів на класи (категорії, зони) за ознаками, пов'язаними з небезпеками.

Управлінські методи – це методи, що забезпечують необхідний взаємозв'язок між окремими стадіями і етапами процесу забезпечення безпеки.

До них належать методи:

- контролю – це проведення постійного, періодичного або іншого контролю;

- відповідальності – це застосування законодавчих і нормативних актів з питань безпеки;

- стимулювання – застосування штрафних санкцій або матеріального заохочення при забезпеченні безпеки.

Стимулювання реалізує такий важливий фактор, як особистий інтерес. Крім того, методи забезпечення безпеки можна класифікувати по сфері їх реалізації на:

- суспільно-методологічні методи, до яких належать основоположні принципи, наприклад, класифікації, контролю та ін.;

- медико-біологічні методи, засновані на обліку медико-біологічних показників життєдіяльності людини, наприклад, санітарного зонування, профілактики захворювань та ін.;

- інженерно-технічні методи, що реалізуються в технічній сфері, наприклад, блокування, слабкої ланки, надійності та ін.

Засоби забезпечення безпеки мають забезпечувати нормальні умови для діяльності людини. Ця вимога має бути в першу чергу врахована в ході створення засобів безпеки, оскільки багато з них створюють суттєві незручності

і найчастіше різко знижують працездатність людини. Саме через це від засобів безпеки часто відмовляються, що збільшує ймовірність шкоди, адже вони мають застосовуватися в тих випадках, коли безпека не досягається за допомогою інших засобів – організаційних, технічних та управлінських методів. Такі засоби призначені для забезпечення безпеки шляхом безпосереднього захисту людини від дії чинників небезпеки.

4.2 Особливості ураження електричним струмом

Чинники, що впливають на тяжкість ураження людини електричним струмом, поділяються на три групи:

- електричного характеру;
- неелектричного характеру;
- чинники виробничого середовища.

Основні чинники електричного характеру – це величина струму, що проходить крізь людину, напруга, під яку вона потрапляє, та опір її тіла, рід і частота струму. Величина струму, що проходить крізь тіло людини, безпосередньо і найбільше впливає на тяжкість ураження електричним струмом.

За характером дії на організм виділяють:

- відчутний струм – викликає при проходженні через організм відчутні подразнення;
- невідпускний струм – викликає при проходженні через організм непереборні судомні скорочення м'язів руки, в якій затиснуто провідник;
- фібриляційний струм – при проходженні через організм викликає фібриляцію серця.

Відповідно до наведеного вище:

- пороговий відчутний струм (найменше значення відчутного струму) для змінного струму частотою 50 Гц коливається в межах 0,6-1,5 мА і 5-7 мА - для постійного струму;

- пороговий невідпускний струм (найменше значення невідпускного струму) коливається в межах 10-15 мА для змінного струму і 50-80 мА – для постійного;

- пороговий фібриляційний струм (найменше значення фібриляційного струму) знаходиться в межах 100 мА для змінного струму і 300 мА – для постійного.

Гранично допустимий струм, що проходить крізь тіло людини при нормальному (неаварійному) режимі роботи електроустановки, не повинен перевищувати 0,3 мА для змінного струму і 1 мА – для постійного.

Величина напруги, під яку потрапляє людина, впливає на тяжкість ураження електричним струмом в тій мірі, що зі збільшенням прикладеної до тіла напруги зменшується опір тіла людини. Останнє призводить до збільшення струму в мережі замикання через тіло людини і, як наслідок, до збільшення тяжкості ураження.

Гранично допустима напруга на людину при нормальному (неаварійному) режимі роботи електроустановки не повинна перевищувати 2-3 В для змінного струму і 8 В для постійного.

Тіло людини являє собою складний комплекс тканин. Це шкіра, кістки, жирова тканина, сухожилля, хрящі, м'язова тканина, кров, лімфа, спинний і головний мозок і т. ін. Електричний опір цих тканин суттєво відрізняється. Шкіра є основним фактором, що визначає опір тіла людини в цілому.

Опір шкіри різко знижується при ушкодженні її рогового шару, наявності вологи на її поверхні, збільшенні потовиділення, забрудненні. Крім перерахованих чинників, на опір шкіри впливають щільність і площа контактів, величина прикладеної напруги, величина струму і час його дії. Зі збільшенням величини напруги, струму і часу його дії опір шкіри, а також і тіла людини в цілому падає. Опір тіла людини залежить від її статі і віку: у жінок він менший, ніж у чоловіків, у дітей менший, ніж у дорослих, у молодих людей менший, ніж у літніх. Спричиняється така залежність товщиною і ступенем огрубіння верхнього шару шкіри.

Враховуючи багатofункціональну залежність опору тіла людини від великої кількості чинників, при оцінці умов небезпеки ураження людини електричним струмом опір тіла людини вважають стабільним, лінійним, активним і рівним 1000 Ом.

Частота і вид струму. Через наявність в опорі людини ємнісної складової, збільшення частоти прикладеної напруги супроводжується зменшенням повного опору тіла людини і, як наслідок, збільшенням величини струму, який проходить через людину. Останнє дає підставу вважати, що тяжкість ураження електричним струмом має зростати зі збільшенням частоти. Але така закономірність спостерігається тільки в межах частот 0...50 Гц.

Подальше збільшення частоти, незважаючи на зростання струму, що проходить через людину, не супроводжується зростанням небезпеки ураження. При частотах 450-500 кГц вірогідність загальних електротравм майже зникає, але зберігається небезпека опіків дугових за рахунок проходження струму через тіло людини. При цьому струмові опіки спостерігаються на шкірі і прилеглих до неї тканинах – за рахунок поверхневого ефекту змінного струму.

Як подразнюючий чинник постійний струм викликає подразнення в тканинах організму при замиканні і розмиканні струму, що проходить через людину. В проміжку часу між замиканням і розмиканням цієї мережі дія постійного струму зводиться, переважно, до теплової. Змінний струм викликає більш тривалі інтенсивні подразнення за рахунок пульсації напруги. З цієї точки зору, змінний струм є небезпечнішим.

В дійсності, ця закономірність зберігається до величини напруги 400-600 В, а при більшій нарузі постійний струм більш небезпечний для людини.

Основними чинниками неелектричного характеру є шлях струму через людину, індивідуальні особливості і стан організму людини, тривалість дії струму, раптовість і непередбачуваність дії струму.

Шлях струму через тіло людини суттєво впливає на тяжкість ураження. Особливо небезпечно, коли струм проходить через життєво важливі органи і безпосередньо на них впливає.

До індивідуальних особливостей організму, які впливають на тяжкість ураження електричним струмом, при інших незмінних чинниках належать: чутливість організму до дії струму, психічні особливості та риси характеру людини (холерики, сангвініки, меланхоліки, флегматики).

Тривалість дії струму. Зі збільшенням часу дії струму зменшується опір тіла людини за рахунок зволоження шкіри від поту та електролітичних процесів в тканинах, поширюється пробій шкіри, послаблюються захисні сили організму, підвищується вірогідність збігу максимального імпульсу струму через серце з фазою Т кардіоциклу (фазою розслаблення серцевих м'язів), що, в цілому, призводить до більш тяжких уражень.

Чинник раптовості дії струму.

Вплив цього чинника на тяжкість ураження обумовлюється тим, що за несподіваного потрапляння людини під напругу захисні функції організму не налаштовані на небезпеку. Експериментально встановлено, що якщо людина чітко усвідомлює загрозу можливості потрапити під напругу, то у разі реалізації цієї загрози значення порогових струмів на 30-50% вищі. І, навпаки, якщо така загроза не усвідомлюється, і дія струму проявляється несподівано, то значення порогових струмів будуть меншими.

Чинниками виробничого середовища, які впливають на небезпеку ураження людини електричним струмом, є температура повітря в приміщенні, вологість повітря, запиленість повітря, наявність у повітрі хімічно активних домішок тощо. За чинниками виробничого середовища ПУЕ виділяють такі типи приміщень:

- гарячі, температура в яких впродовж доби перевищує 35 С;
- сухі, відносна вологість в яких не перевищує 60%, тобто знаходиться в межах оптимальної за гігієнічними нормативами;
- вологі, відносна вологість в яких не перевищує 75%, тобто знаходиться в межах допустимої за гігієнічними нормативами;
- сирі, відносна вологість в яких більше 75%, але менше вологості насичення;

- особливо сирі, відносна вологість в яких близька до насичення, спостерігається конденсація пари на будівельних конструкціях, обладнанні;
- запилені, в яких пил проникає в електричні апарати та інші споживачі електроенергії і осідає на струмопровідні частини, при цьому такі приміщення діляться на приміщення зі струмопровідним і неструмопровідним пилом;
- приміщення з хімічно агресивним середовищем, яке призводить до порушення ізоляції, або біологічним середовищем, що у вигляді плісняви утворюється на електрообладнанні.

Протікання струму через тіло людини супроводжується термічним, електролітичним та біологічним ефектами.

Термічна дія струму полягає в нагріванні тканини, випаровуванні вологи, що викликає опіки, обвуглювання тканин та їх розриви парою. Тяжкість термічної дії струму залежить від величини струму, опору проходженню струму та часу проходження. За короткочасної дії струму термічна складова може бути визначальною в характері і тяжкості ураження.

Електролітична дія струму проявляється в розкладі органічної речовини (її електролізі), в тому числі і крові, що призводить до зміни їх фізико-хімічних і біохімічних властивостей. Останнє, в свою чергу, призводить до порушення біохімічних процесів у тканинах і органах, які є основою забезпечення життєдіяльності організму. Біологічна дія струму проявляється у подразненні і збуренні живих тканин організму, в тому числі і на клітинному рівні. При цьому порушуються внутрішні біоелектричні процеси, що протікають в організмі, який нормально функціонує, і пов'язані з його життєвими функціями. Збурення, спричинене подразнюючою дією струму, може проявлятися у вигляді мимовільного непередбачуваного скорочення м'язів. Це, так звана, пряма або безпосередня збурююча дія струму на тканини, по яких він протікає. Збурююча дія струму на тканини може бути і не прямою, а рефлекторною – через центральну нервову систему. Останнє може призвести до серйозних порушень діяльності життєво важливих органів, у тому числі серця та легенів, навіть коли ці органи не знаходяться на шляху проходження струму.

ВИСНОВОК

В результаті виконання кваліфікаційної роботи бакалавра було проаналізовано базовий варіант виготовлення рами вібратора, виявлено його недоліки. Було розглянуто інші способи зварювання та обраний раціональний спосіб зварювання рами з застосуванням роботизованого комплексу. Зроблено розрахунки режимів зварювання. Розрахована економічна ефективність проектного способу, яка довела, що проектований спосіб є економічно вигідним для виробництва.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Чвертко А.И. Основы рационального проектирования оборудования для автоматической и механизированной электрической сварки и наплавки. К.: Наукова думка, 1988. 240 с.
2. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. М.: Машиностроение, 1980. 319 с.
3. ОСТ 23.2. 429-80. Соединения сварные сельскохозяйственных машин и тракторов. Общие технические требования. Взамен ОСТ 23.2.429-73; Введ. 01.07.1981. М.: ВИСХОМ, 1981. 26 с.
4. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 4-х т. Т.4 / Под ред. М.И. Клецкина. М.: Машиностроение, 1969. 536 с.
5. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977. 432 с.
6. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г. Сорокина. М.: Машиностроение, 1989. 640 с.
7. Сварка в машиностроении: В 4-х т. Т.4 / Под ред. Ю.Н. Зорина. М.: Машиностроение, 1979. 512 с.
8. Теория сварочных процессов / Под ред. В.В. Фролова. М.: Высшая школа, 1988. 559 с.
9. Технология и оборудование сварки плавлением / Г.Д. Никифоров, Г.В. Бобров, В.М. Никитин и др.; Под ред. Г.Д. Никифорова. М.: Машиностроение, 1986. 320 с.
10. Ю.Думов С.И. Технология электрической сварки плавлением. Л.: Машиностроение, 1987. 461 с.
11. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б.Е. Патона. М.: Машиностроение, 1974. 767 с.
12. Сварка в машиностроении: В 4-х т. Т.2 / Под ред. А.И. Акулова. М.: Машиностроение, 1978. 462 с.

13. Александров А.Г., Заруба И.И., Пиньковский Н.В. Эксплуатация сварочного оборудования. К.: Будивэльник, 1990. 224 с.
14. Куркик С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация и контроль качества в сварочном производстве. М.: Высшая школа, 1991. 398 с.
15. Гитлевич А.Д., Этингоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства. М.: Машиностроение, 1972. 280 с.
16. Сварка в машиностроении: В 4-х т. Т.3 / Под ред. В.А. Винокурова. М.: Машиностроение, 1979. 567 с.
17. Волченко В.Н. Контроль качества сварных конструкций. М.: Машиностроение, 1986. 152 с.
18. ДСТУ 3159-95. Ресурсозбереження. Нормування витрат зварювальних матеріалів. Загальні вимоги, методи визначення нормативів ручного і механізованого електрозварювання. Чинний від 01.07.1996. К.: Держстандарт України, 1995. 36 с.
19. Юрьев В.Т. Справочное пособие по нормированию материалов и электроэнергии для сварочной техники. М.: Машиностроение, 1972. 52 с.
20. Терещенко В.И., Либаков А.И. Выбор и применение способов сварки при изготовлении конструкций. К.: Наукова думка, 1987. 192 с.
21. Рыморов Е.В. Новые сварочные приспособления. Л.: Стройиздат, 1988. 125 с.
22. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. М.: Машиностроение, 1983. 277 с.
23. Гитлевич А.Д., Этингоф Л.А. Механизация и автоматизация сварочного производства. М.: Машиностроение, 1979. 280 с.
24. Потапьевский А.Г. Сварка в углекислом газе. М.: Машиностроение, 1984. 80 с.
25. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів та курсової роботи по дисципліні “Організація, планування і управління машинобудівним виробництвом (ОПіУВ)” для

- студентів спеціальності “Обладнання і технологія зварювального виробництва” / І.С. Вовчак, О.І. Дубик, М.П. Галушак і ін. Тернопіль.: ТШ, 1993. 40 с.
26. Охорона праці. Лабораторний практикум / М.П. Купчик, М.П. Гандзюк, І.Ф. Степанець. К.: Основа, 1998. 224 с.
27. Охорона труда в машиностроении / Е.Л. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев и др. / Под ред. Е.Я. Юдина, С.В. Белова. М.: Машиностроение, 1983. 432с.
28. Губський А.І. Цивільна оборона. К.: Міністерство освіти, 1995. 216 с.
29. Повышение устойчивости работы объектов народного хозяйства в военное время / Под ред. Г.П. Димеденко. К.: Вища школа, 1984. 232 с.
30. Ансеров Ю.М., Дурнев В.Д. Машиностроение и охрана окружающей среды. Л.: Машиностроение, 1979. 224 с.
31. Ливчак И.Ф., Воронов Ю.В. Охрана окружающей среды. М.: Стройиздат, 1988. 191 с.
32. Методичні вказівки до розділу дипломного проекту по охороні навколишнього середовища / І.П. Твердоступ, А.Д. Молчанов, О.А. Буняк. Тернопіль.: ТШ, 1994. 39 с.
33. Иванов М.Н. Детали машин. М.: Высшая школа, 1991. 383 с.
34. Збірник російсько-українських термінів зварювання та споріднених технологій. К.: НАН України. Інститут електрозварювання імені Е.О. Патона, 1995. 78 с.

ДОДАТКИ