

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

(повна назва університету)

Фізико-технічний інститут, інженерно-фізичний факультет

(повне найменування інституту, назва факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Проектування дільниці по виготовленню деталей підвіски
залізничних вагонів з використанням електрошлакової технології

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Гришко Дмитру Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема проекту (роботи) Розробка дільниці по виготовленню деталей підвіски залізничних вагонів з використанням електрошлакової технології

Курсник проекту (роботи) Білоник Ігор Методійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Виконав: студент VI курсу, групи ІФ-318м
Спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Тема дані до проекту (роботи)

Креслення виробу

Технічні дані на виріб

Річна програма № 9000 шт.

Освітньої програми «Технології та
устаткування зварювання»

(код і назва напряму підготовки, спеціальності)
(освітня програма)

Гришко Д.Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник Білоник І.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Климов О.В.

(прізвище та ініціали)

Запоріжжя 2019 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Інженерно-фізичний
 Кафедра Обладнання та технології зварювального виробництва
 Рівень вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень) _____
 Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
 (код і назва)
 Освітня програма «Технології та устаткування зварювання»
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри д-р техн. наук, проф.
Овчинников О.В.
 «16» 12 2019 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Гришку Дмитру Дмитровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка дільниці по виготовленню деталей підвіски залізничних вагонів з використанням електрошлакової технології

керівник проекту (роботи) Білоник Ігор Методійович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “29” листопада 2019 року №425

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 15.12.2019

3. Вихідні дані до проекту (роботи) _____

Креслення виробу

Технічні дані на виріб

Річна програма N = 9000 шт

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

1 – Стан питання; 2 – Технологічний процес виготовлення серги підвіски;
3 – Вибір устаткування для виготовлення серги підвіски; 4 – Проектування плану дільниці; 5 – Техніко-економічні розрахунки дільниці для виготовлення серги підвіски; 6. – Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

1 – Букса; 2 – Серга; 3 – Обладнання і параметри плазмового різання заготовки серги підвіски; 4 – Кристалізатор; 5 – Установка для електрошлакової наплавки А-550М;
6 – Механізм корекції; 7 – Вибір флюсу для приплавлення цапфи до серги;
8 – Властивості зварного з'єднання отриманого з використанням електрошлакової технології; 9 – План дільниці; 10 – Техніко-економічні показники дільниці виготовлення серги підвіски.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Технічний	Білоник І.М. к.т.н., доцент		
Економічний	Круглікова В.В. к.е.н., доцент	10.09.19	12.12.
Охорона праці	Нестеров О.В. к.т.н., доцент		
Нормо – контролер	Шумикін С.О. к.т.н., доцент		16.12.19.

7. Дата видачі завдання 1 жовтня 2019р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Титульний аркуш; завдання; вступ	05.10.2019	Виконав
2	Розділ 1 Стан питання	16.10.2019	Виконав
3	Розділ 2 Вибір устаткування	24.10.2019	Виконав
4	Розділ 3 Технологічний процес	02.11.2019	Виконав
5	Розділ 4 Проектування плану ділянки	09.11.2019	Виконав
6	Розділ 5 Техніко – економічні розрахунки ділянки	16.11.2019	Виконав
7	Розділ 6 Охорона праці та безпеки у НС	21.11.2019	Виконав
8	Висновки; перелік посилань	23.11.2019	Виконав
9	Креслення	06.12.2019	Виконав
10	Додатки	08.12.2019	Виконав
11	Реферати; перелік умовних позначень	10.12.2019	Виконав

Студент

Гришко Д.Д.
(підпис)Гришко Д.Д.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Білоник І.М.
(підпис)Білоник І.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 107с., 33табл., 21рис., 2 додатки, 29 джерел.

НАПЛАВКА, СЕРГА, ЦАПФА, СТАЛЬ, ФЛЮС, ОБРОБКА,
ЗНОСОСТІЙКІСТЬ, ТЕРМООБРОБКА, ППЧ.

Об'єкт дослідження – технологічний процес наплавлення цапфи серги підвіски з плануванням ділянки.

Мета роботи – розробка технології та плану ділянки наплавлення цапфи серги.

На основі аналізу даних обґрунтована доцільність виготовлення деталі серга з використанням електрошлакової технології. Розроблена електрошлакова технологія приплавлення цапфи до серги, досліджена якість зварного з'єднання та металу серги.

Здійснений аналіз технологічного процесу на базовому підприємстві та розроблений альтернативний варіант технологічного процесу з розрахунком норм часу на виготовлення. Вибрані наплавлювальні матеріали та обладнання для наплавлення.

Виконані розрахунки техніко – економічних показників та розраховано економічний ефект від впровадження нової технології. Розроблений план ділянки для виготовлення серги підвіски.

ABSTRACT

Explanatory note: 107p., 33tables, 21figs, 2 appendices, 29 sources.

SURFACING, EARRING, TRUNNION, STEEL, FLUX, FINISHING,
WEAR RESISTANCE, HEAT PROCESSING, THE FURNACE.

The object of study is the technological process of surfacing the axle of the suspension earring with the planning of the site.

The purpose of the work is to develop a technology and a plan for the site of surfacing of a stud axle.

Based on the analysis of the data, the feasibility of manufacturing the earring part using electrosag technology is substantiated. Developed electrosag technology for melting the trunnion to the earring, the quality of the welded joint and the metal earring was investigated.

The analysis of the technological process at the base enterprise and an alternative version of the technological process with the calculation of the norms of time for manufacturing. Selected surfacing materials and equipment for surfacing.

The technical and economic indicators were calculated and the economic effect of the introduction of new technology was calculated. A site plan has been developed for the manufacture of pendant earrings.

ЗМІСТ

Перелік скорочень, умовних позначок, одиниць і термінів.....	9
Вступ.....	10
1 Стан питання.....	11
1.1 Конструкція серги підвіски.....	11
1.2 Умови експлуатації серги підвіски.....	15
1.3 Матеріал серги підвіски.....	17
1.4 Електрошлакова технологія в виробництві деталей.....	18
1.5 Флюси для електрошлакового процесу.....	20
1.6 Хімічний склад електрошлакового металу.....	22
1.7 Структура електрошлакового металу.....	23
1.8 Неметалеві включення в електрошлаковому металі.....	26
1.9 Механічні властивості електрошлакового металу.....	29
2 Вибір устаткування для виготовлення цапфи серги підвіски.....	30
2.1 Вибір стандартного устаткування і оснащення.....	30
2.2 Опис конструкції, принцип дії і технічні характеристики устаткування.....	30
2.2.1 Регулятор автоматичний ОБ-1728.....	30
2.2.2 Плазмовий верстат з ЧПУ.....	32
2.2.3 Електрошлакова установка А-550М.....	35
2.2.4 Електропіч СНО.4.8.3/11.....	39
2.2.5 Охолоджувальний термостат RT-100.....	41
2.2.6 Індукційна нагрівальна установка ПЕТРА-0501.....	42
2.2.7 Установка для ультразвукового контролю ОБ-2233.....	43
3 Технологічний процес виготовлення цапфи серги підвіски.....	46
3.1 Альтернативні варіанти технологічних процесів отримання серги підвіски.....	46
3.2 Вибір технологічного процесу виготовлення серги підвіски.....	48

3.3	Вибір режимів виготовлення серги підвіски.....	49
3.4	Хімічний склад деталі серга підвіски після наплавлення.....	53
3.5	Макроструктура наплавленого металу і зони сплавлення.....	54
3.6	Мікроструктура зварного з'єднання.....	55
3.7	Механічні властивості зварного з'єднання.....	56
3.8	Мікротвердість зварного з'єднання.....	57
4	Проектування плану дільниці.....	59
4.1	Розрахунок необхідної кількості обладнання і оснащення.....	59
4.2	Розрахунок чисельності персоналу дільниці.....	61
4.3	Вибір і розрахунок транспортних засобів.....	64
4.4	Розрахунок плану дільниці.....	66
5	Техніко – економічні розрахунки дільниці для виготовлення серги підвіски.....	69
5.1	Організація виготовлення цапфи серги підвіски.....	69
5.1.1	Виробнича програма дільниці.....	70
5.1.2	Розрахунок кількості обладнання та площі дільниці.....	70
5.1.3	Розрахунок чисельності персоналу дільниці.....	72
5.2	Планування витрат на виробництво.....	74
5.2.1	Матеріальні витрати.....	74
5.2.2	Вартість основних виробничих фондів.....	75
5.2.3	Розрахунок фонду оплати праці.....	78
5.2.4	Розрахунок собівартості наплавлених робіт.....	82
5.3	Економічне обґрунтування розробленого проекту.....	85
5.4	Ефективність та результативність.....	86
6	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	89
6.1	Аналіз потенційних небезпек.....	89
6.2	Заходи по забезпеченню безпеки.....	90
6.3	Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	93
6.4	Заходи по забезпеченню безпеки у надзвичайних ситуаціях	96
6.4.1	Заходи з пожежної безпеки.....	96

6.4.2 Заходи захисту від СДОР.....	98
Висновки.....	102
Перелік джерел посилання.....	103
Додаток А Специфікації.....	106
Додаток Б Маршрутна карта.....	107

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

σ_T , – межа текучості, МПа;

σ_B , – межа міцності, МПа;

$\sigma_{0,2}$, – умовна межа плинності, МПа;

δ , – відносне подовження, %;

ψ , – відносне звуження, %:

KCU , – ударна в'язкість, кДж/м²;

N_i – річна програма, шт;

R_o – чисельність основних робітників, чол.;

$N_{оп}$ – кількість кранових операцій;

W – потужність всього обладнання, кВт.

ВСТУП

В машинобудівництві досить часто доводиться виготовляти партії деталей, частини яких різко відрізняються по геометричним розмірам, наприклад, колінчатий вал (шийка й щока) нестандартне кріплення (головка і стержень болта) цапфи валів та інші. Серга підвіски також відноситься до типу таких деталей. Враховуючи високі вимоги до якості деталі серга, заготовку для її виготовлення на базовому підприємстві отримують методом ковки. Після чого, проводять остаточну механічну обробку. При цьому, порядку від 45% до 50% металу йде в стружку.

Розроблений в ІЕЗ НАНУ ім. Б.Є. Патона електрошлаковий процес дозволяє кординальним чином змінити технологію отримання заготовок деталей з різко відрізняючими геометричними розмірами. Завдяки науковим розробкам по електрошлаковій наплавці (при плавленні) вирішене питання отримання високоякісного електрошлакового зварного з'єднання частин деталей. Це дає можливість значно знизити, як матеріалоємність, так і витрати на механічну обробку.

Тому тема даного дипломного проекту «Проектування ділянки по виготовленню деталей підвіски залізничних вагонів з використанням електрошлакової технології» являється економічно обґрунтованою і актуальною.

1 СТАН ПИТАННЯ

1.1 Конструкція серги підвіски

Зовнішній вид серги підвіски представлений на рисунку 1.1[3]



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд серги підвіски

На базовому підприємстві серга виготовляється із сталі 45 (ГОСТ 1050–88) методом гарячого штампування з наступною механічною обробкою. При цьому значна частина металу (до 55%) йде в стружку. Твердість поверхні після нормалізації становить від 1,67 гПа до 2,07 гПа. Шорсткість поверхні після обробки R_a 1,6 мкм.

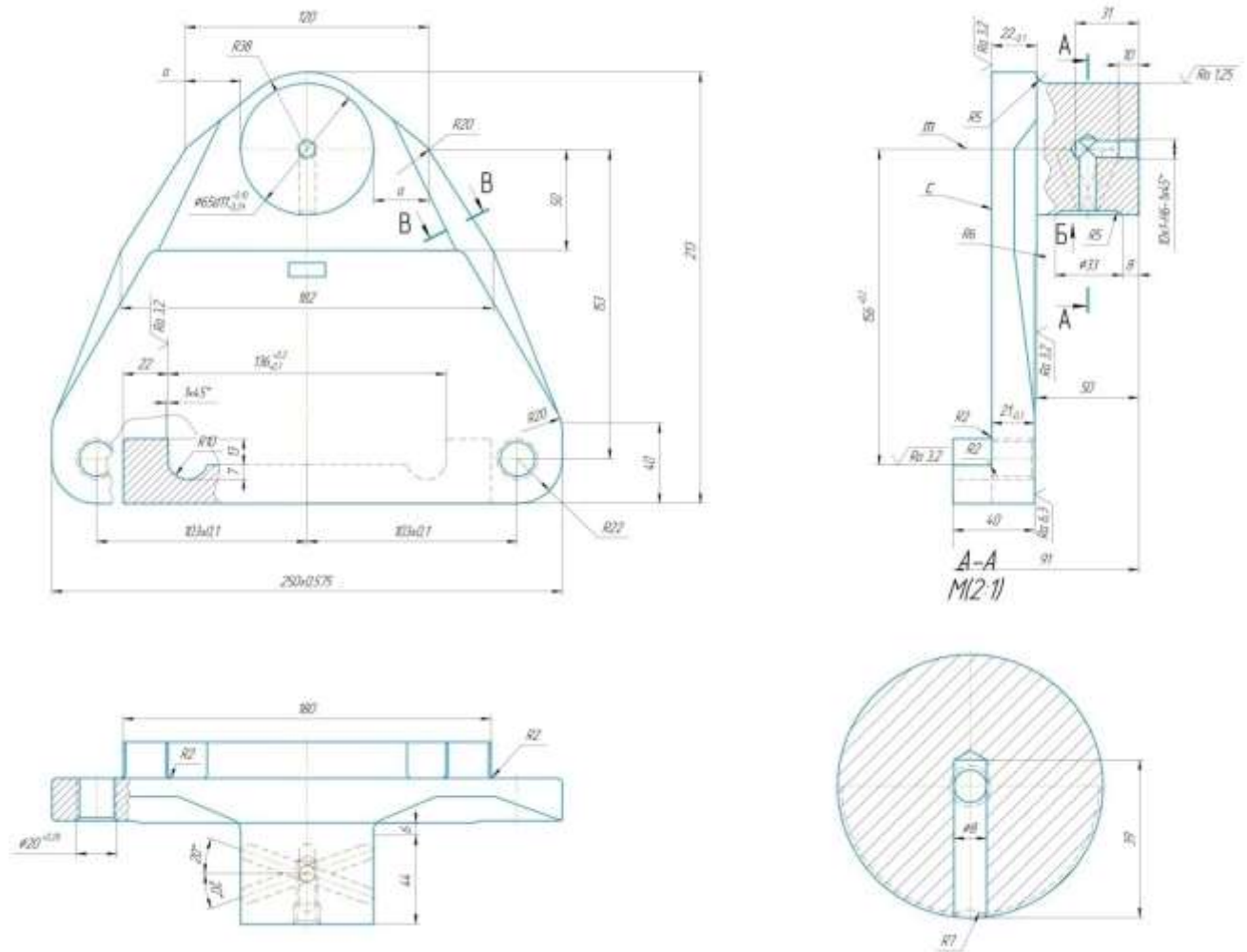


Рисунок 1.2 – Серга підвіски

Сталь 45 відноситься до середньовуглецевих нелегованих якісних конструкційних сталей і має ферритно – перлітову структуру (рисунок 1.3) [5].



Рисунок 1.3 – Мікроструктура сталі 45 (x200)

Хімічний склад сталі 45 наведено в таблиці 1.1 [4].

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сталі 45

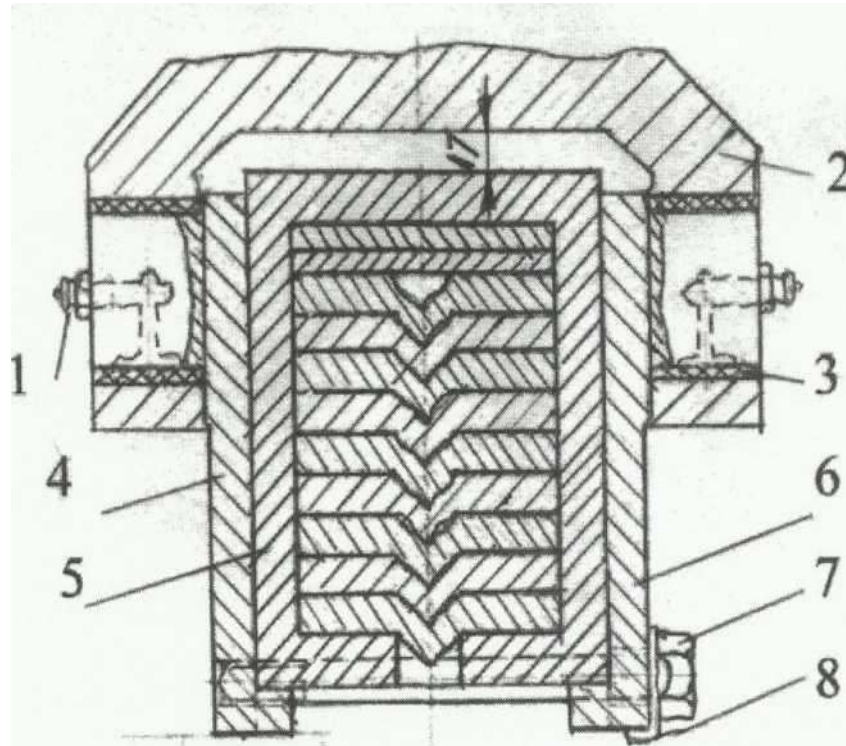
Хімічний склад, мас. %								
C	Si	Mn	Cr	S	P	Сн	Ni	As
			не більше					
0,42–0,50	0,17–0,37	0,50–0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,25	0,08

Механічні властивості сталі 45 наведено в таблиці 1.2 [4].

Таблиця 1.2 – Механічні властивості сталі 45

Механічні властивості					
$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	K_{CU} , кДж/м ²	Твердість ГПа
320	570	17	38	390	1,67–2,07

Серга входить у вузол ресорного підвішування підвіски залізничних вагонів. Вона служить для підвішування листової ресори, обтиснутої хомутом, до корпусу букси. Цапфи сережок вставлені в отвори нижніх припливів корпусу букси і на нижній виступ яких спирається хомут листової ресори. В отвори нижніх припливів букси впресовані втулки 3. У нижній частині серги стягнуті двома болтами 7, мимовільному вивертанню яких перешкоджають пластини 8. Для подавання консистентного мастила на тертьові поверхні служить маслянка 1 (рисунок 1.4) [3].



Умовні позначення

- 1 – маслянка;
- 2 – корпус букси;
- 3 – втулки;
- 4, 6 – сержки;
- 5 – хомут;
- 7 – болт;
- 8 – пластина.

Рисунок 1.4 – Підвіска листової ресори

Нерухома букса представлена на рисунку 1.5 [3].

Термін служби серги складає 800000 км. Цапфа серги змащується консистентним мастилом кожні 20000 км, через технологічний отвір, просвердлений в ній за допомогою спеціальної маслянки, це робиться для зменшення тертя цапфи о втулку, видалення продуктів зносу та зменшення шумності роботи вузла.

Ціна серги становить 1200 грн. Маса серги 8,5 кг [3].

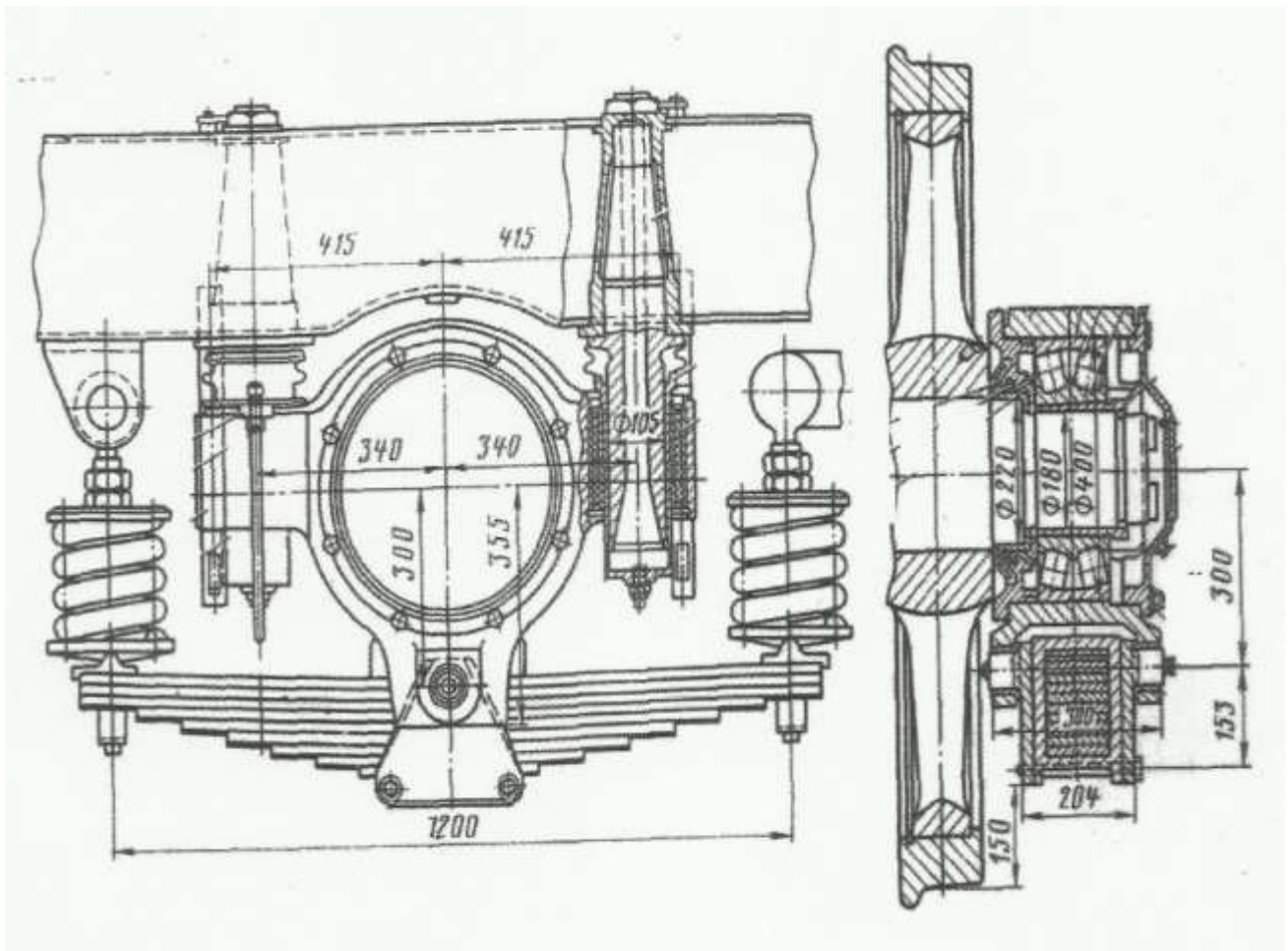


Рисунок 1.5 – Нерухома букса

1.2 Умови експлуатації серги підвіски

Серга підвіски відноситься до особливо відповідальних деталей. На цапфу серги підвіски діє сила, яка дорівнює 30 кН. На нижню половину цапфи і букси діє напруга зминання $\sigma_{см}$ і напруга зрізу $\tau_{зр}$ прикладена між щогою серги і буксою (рисунок 1.6) [3].

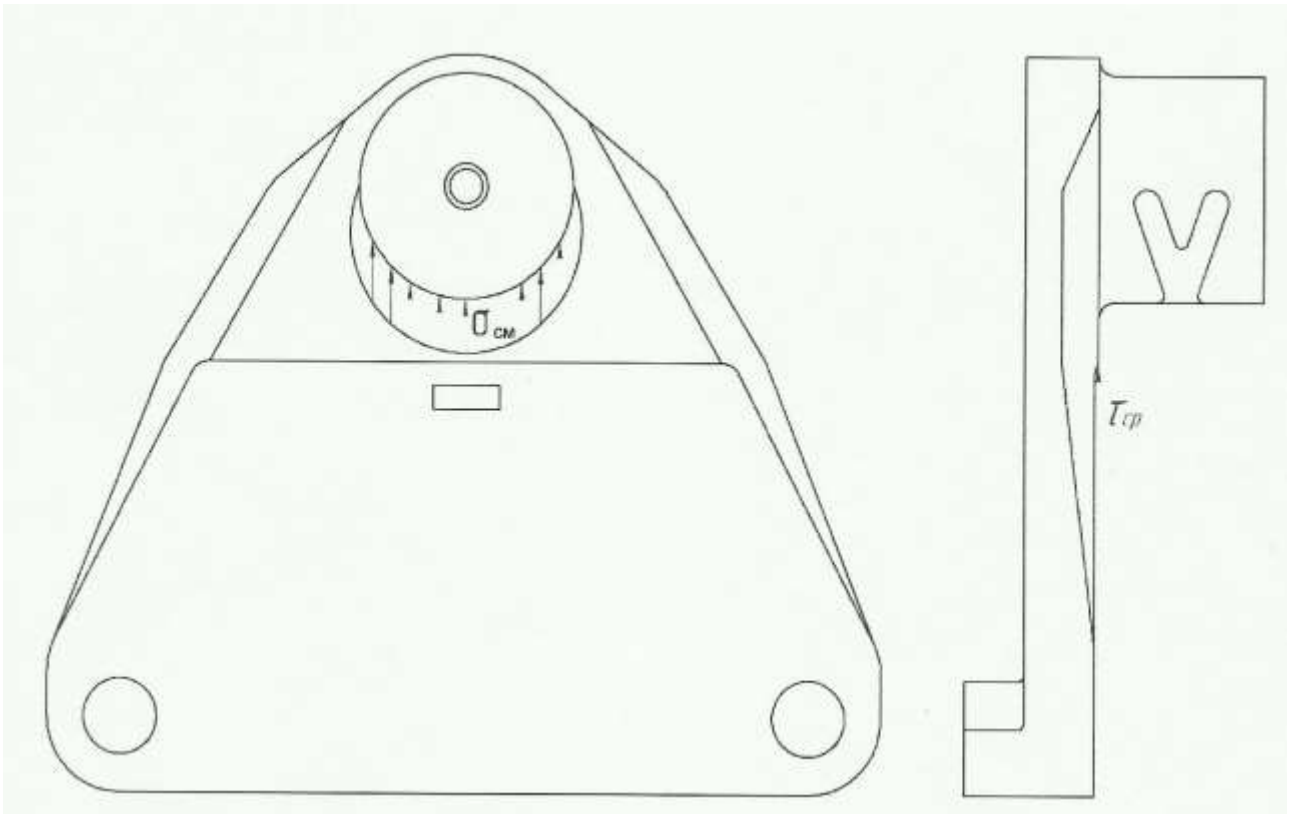


Рисунок 1.6 – Схема напруг, прикладених до цапфи серги

При стоянці на сергу діють статичні напруги, при русі вони змінюються ударними. Поворот цапфи серги становить (6–8)°. Дана деталь працює в умовах навколишнього середовища при температурі від мінус 40 °С до плюс 60 °С. Робочим середовищем для цапфи є консистентне мастило, в якому не виключено знаходження продуктів зносу у вигляді металевої стружки. Тертя цапфи відбувається по втулці букси, що виготовлена із сталі 40Х (ГОСТ 4543–71). Хімічний склад та механічні властивості сталі 40Х представлені в таблиці 1.3 і таблиці 1.4 відповідно [4]

Таблиця 1.3 – Хімічний склад сталі 40Х

Хімічний склад, масс. %							
С	Si	Мп	Сг	С	Р	Си	Ni
				не більше			
0,36–0,44	0,17–0,37	0,50–0,80	0,80–1,10	0,035	0,035	0,30	0,30

Таблиця 1.4 – Механічні властивості сталі 40Х

Механічні властивості					
σ_T , мПа	σ_B , мПа	δ , %	Ψ , %	KSU, кДж/м ²	Твердість гПа
345	590	18	45	450	1,74–2,17

1.3 Матеріал серги підвіски

Для виготовлення серги можна застосувати якісні середньовуглецеві сталі 30, 35, 40, 45, 50 у сукупності з поверхневим загартуванням. Ці сталі в нормалізованому стані добре обробляються, що не призведе до труднощів при свердлінні отворів і фрезеруванні канавок для змащення в цапфі серги. Після поверхневого загартування поверхня серги має високу твердість і добре протистоїть абразивного зносу, а серцевина, залишаючись пластичною, протистоїть знакозмінним навантаженням. Внаслідок меншої вартості і часу виготовлення серг і вище перерахованих переваг доцільно вибрати дану групу матеріалів.

Хімічний склад і механічні властивості деяких середньовуглецевих сталей наведені в таблиці 1.5 [4].

Таблиця 1.5 – Хімічний склад і механічні властивості якісних середньовуглецевих конструкційних сталей для виготовлення серги

Марка сталі	C, мас. %	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ
		мПа		%	
1	2	3	4	5	6
30	0,27–0,35	500	300	21	50
35	0,32–0,40	540	320	20	45

Продовження таблиці 1.5

1	2	3	4	5	6
40	0,37–0,45	580	340	19	45
45	0,42–0,50	610	360	16	40
50	0,47–0,55	640	380	14	40

З перелічених вище сталей найбільш підходить сталь 45, яка забезпечує достатню твердість поверхні і пластичність серцевини серги і забезпечує її працездатність між плановими ремонтами.

1.4 Електрошлакова технологія в виробництві деталей

Електрошлакова технологія знаходить все більш широке застосування при виготовленні деталей машин і агрегатів [1].

Електрошлакове наплавлення деталей здійснюють при вертикальному або горизонтальному положенні наплавляємої поверхні [2]. Розроблено спосіб горизонтальної електрошлакової наплавки неплавким електродом, по шарі порошкової шихти. Забезпечується отримання зносостійкого покриття товщиною від 1 мм до 5 мм, з глибиною проплавлення до 0,5 мм.

Електрошлаковий процес широко використовується при виготовленні крупномодульних шестерен з сталей 40Х, 45Л і 40ХН [6].

Останнім часом все більше застосування знаходить виробництво заготовок методом електрошлакового приплавлення, коли до електрошлакової заготовки, прокату або поковки приплавляють патрубки, бобишки, штуцери і т.п. Досить ефективна ця технологія застосовується при виготовленні патрубків на корпусах парогенераторів і сепараторів паро атомних електростанцій, сосудах високого тиску, обичайках компенсаторів [7]. Сутність способу полягає в тому, що на поверхні заготовки в місці майбутнього патрубка встановлюється

водоохолоджуваний кристалізатор, в який заливають рідкий шлак і ведуть переплав витрачаємого електрода.

Розроблено технологію відновлення електрошлаковою наплавкою кувальних штампів [8]. Зношений штамп поміщається в мідний водоохолоджуваний кристалізатор. Початок процесу наплавлення здійснюється нижче тіла штампа з метою оплавлення і сплаву нижньої його кромки з наплавляючим металом.

Широке поширення отримало електрошлакове відновлення та електрошлакова наплавка заготовок інструменту. Наплавлення проводиться в водоохолоджуваному кристалізаторі, на введений всередину торець заготовки, що має сферичне поглиблення [5].

Існує кілька технологічних схем отримання заготовок валка шляхом електрошлакової виплавки та наплавлення. Інтерес представляє використання полого злитка в якості витрачаємого кристалізатора, в якому методом заплавлення виплавляються шийки і серцевина валка. Набула поширення електрошлакова наплавка заготовки валка в вертикальному положенні електродом–трубою в мідному водоохолоджуваному кристалізаторі [9].

Широке застосування знайшла електрошлакова наплавка бил молоткових дробарок і млинів. Шлакова ванна наводиться неплавким графітовим електродом, закріпленим в нижній частині плавкого електрода. Так як в формуючому пристрої не передбачений вихід початку наплавлення за габарити била, в початковий період наплавлення утворюється непровар, який усувається попереднім підігрівом нижньої кромки била графітовим електродом і підваркою.

Розроблена технологія електрошлакового наплавлення зношених молотків дробарок з високомарганцевої сталі в вертикальному положенні з заливанням рідкого шлаку в плавильний простір. Для забезпечення сплаву наплавляємого металу з основної деталі на початковому етапі наплавку починають в углубленні (кишені) [6].

Електрошлакова наплавка використовується для зміцнення зубів ковшів

екскаваторів металом з програмованими хімічним складом і зносостійкістю. При виготовленні зубів ковшів роторних екскаваторів успішно застосований спосіб об'ємного зміцнення (стикошлакова наплавка) [10]. Електрод, що витрачається представляє комбінацію заготовки виробу і розплавленої надставки. Спочатку розплавляється надставка, заповнюючи формує порожнину кристалізатора. Потім в шлакову ванну занурюється заготовка, прогрівається до оплавлення і стикується з відливою частиною.

Для електрошлакового виготовлення деталей необхідно розробити новий процес, із застосуванням для розведення витрачаємих електродів, виконанням початку електрошлакового процесу безпосередньо в межах деталі або заготовки, без використання "кишень" на твердому старті, що забезпечує бездефектне сплавлення основного і наплавленого металів.

1.5 Флюси для електрошлакового процесу

Плавлення електродного металу в електрошлаковому процесі відбувається в результаті виділення тепла при проходженні струму через шлак. Шлаки є основним засобом регулювання хімічного складу металу і виконує ряд функцій: рафінування металу від неметалевих включень, газів і шкідливих домішок, захист рідкого металу від впливу атмосфери, забезпечення чистої поверхні злитка, попередження виникнення кристалізаційних дефектів [11].

Велике значення для характеру протікання електрошлакового процесу і отримання високоякісного металу має склад флюсу. Найбільшого поширення набули шлаки на основі CaF_2 , з додаванням високоміцних оксидів, а також шлаки на основі системи CaO , Al_2O_3 . Якість металу електрошлакового процесу в значній мірі залежить від окислювальної здатності флюсів. Потрібно максимально низьке їх окислення. Зміна співвідношення компонентів флюсу (CaF_2 , CaO , Al_2O_3 , MgO) дозволяє послабити процес окислення металу при

електрошлаковому процесі.

До складу шлаку повинні входити елементи, що володіють більшою спорідненістю до кисню, ніж елементи, що входять до складу переплавленого металу. Це виключає чад легкоокислюючих елементів з металу і перехід їх з шлаку в метал за рахунок відновлення відповідних оксидів. Для отримання металу з низьким вмістом вуглецю, фосфору та інших домішок застосовують шлаки з високим вмістом FeO або MnO. Додаток в шлак FeO дає зниження концентрації азоту [12]. Цікавим є використання кислих шлаків різних складів. Підвищення концентрації кремнезему у флюсі дозволяє поліпшити якість сталі за рахунок утворення в металі менш міцних і більш деформуючих силікатних включень глобулярної форми.

Рафінуюча здатність шлаку визначається цілою низкою чинників: необхідно, щоб фізична розчинність шкідливих домішок в рідкому шлаку була вище, ніж в металі, що переплавляється; рафінування переплавляючого металу залежить від міжфазного і поверхневого натягу застосованих шлаків; необхідно, щоб сили зчеплення шлаку з включеннями були більше, ніж з оброблюваним металом.

Фтористі шлаки краще, ніж оксидні, змочують включення кремнезему і глинозему, АНФ-6 добре змочує нітрид перехідних металів, очищає метал від сульфідних включень, але поступається АНФ-1 в очищенні від оксидних включень [13].

Чим вище основність шлаку, тим вище його обезсірковуюча здатність. Шлаки з високим вмістом вапна мають високу обезсірковуючу здатність і добре видаляють кисень. З точки зору видалення неметалевих включень ці шлаки перевершують шлаки системи $\text{CaF}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$. У міру зменшення десульфураційної здатності шлаки можна розташувати в ряд: $\text{CaF}_2 - \text{CaO}$; $\text{CaF}_2 - \text{MgO}$; $\text{CaF}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3$ [14].

Ефективність застосування шлаків багато в чому визначається їх фізико-хімічними властивостями, зокрема, електропровідністю, в'язкістю. З підвищенням електропровідності рідкого шлаку зростає стійкість

електрошлакового процесу. Однак при проходженні електричного струму через шлаки з високою електропровідністю, тобто тих що мають низький опір, виділяючих мало тепла, якого бракує для розплавлення металу. При надмірно високому опорі виникає необхідність підвищення напруги, що небажано через можливий перехід електрошлакового процесу в дуговий. Найбільшою електричною провідністю володіє флюс АНФ-1, шлаки на основі системи $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ мають найменшу електричну провідність [15].

1.6 Хімічний склад електрошлакового металу

Електрошлаковий процес забезпечує практично повну відповідність хімічного складу металу злитка і електрода по основним легуючим елементам. Випаровування летючих елементів незначно і суттєво не змінює склад металу. В процесі електрошлакового процесу хімічний склад сталей практично не змінюється, за винятком зниження сірки від 1,4 до 1,6 рази. Значна гнучкість процесу дозволяє уникнути при переплаву труднощів, що виникають при наявності в металі, що переплавляється легкоокислюючих елементів, але втрати високоактивних легуючих елементів повністю майже неможливо запобігти [16].

Ступінь десульфурації металу при електрошлаковому процесі у відкритому кристалізаторі становить від 30% до 80%. Причому на краю шлак – оплавлений електрод видається близько 67% сірки, на поверхні розділу шлак – краплі металу – 8% і на поверхні рідка чавунна ванна – шлак – 25% сумарної кількості сірки, витягнутої з витраченого електрода. Ступінь видалення кисню 40–80%, водень знижується незначно або взагалі не зменшується [46].

1.7 Структура електрошлакового металу

Неоднорідність розмірів, форми і місць розподілу кристалів в обсязі злитка, є головною проблемою отримання якісного металу. Ця проблема успішно вирішується на основі електрошлакової технології.

Якісна основа структури електрошлакового металу закладається в період його кристалізації. Кристалізація металу починається біля стін кристалізатора. На фронті кристалізації не утворюються центри кристалізації, здатні до зростання. Має місце зростання стовпчастих кристалів до центру злитка, тобто для макроструктури електрошлакового металу характерна наскрізна транскристалізація. Утворюється дві зони: відносно вузька периферична зона, що складається з дрібних дендритів, і зона з стовпчастих кристалів, що досягає центру злитка [18].

При утворенні стовбчатої структури електрошлакового злитка важливе значення має взаємне розташування орієнтованих кристалів, що ростуть від протилежних стінок злитка. Зростаючий кристал відтісняє розплав з лікватами і неметалічними включеннями в зону стику кристалів. Спливання неметалічних включень і газів із зони стику кристалів забезпечується, якщо в горизонтальному перетині злитка стик кристалів має кут, що відрізняється від 180° [19].

Завдяки осьової або радіально – осьової спрямованості цих кристалів по осі електрошлакового злитка не утворюються слабини і зв'язані з ними тріщини. Електрошлаковий метал відрізняється високою фізичною однорідністю. Дефекти усадочного походження відсутні.

Зі збільшенням маси електрошлакового металу і зниженням теплопровідності, в залежності від складу металу і температурного інтервалу його кристалізації, через зниження охолоджуючого впливу стінок кристалізатора і піддону можуть створюватися умови для утворення зони

рівноосних кристалів, орієнтованих уздовж осі злитка з відхиленням від вертикалі не більше $5-10^\circ$ [20].

У зоні рівноосних кристалів електрошлакового злитка усадочні, ліквационні і сегрегаційні явища виражені в значно меншій мірі, ніж в звичайному зливку, оскільки метал чистіший по домішках і затвердіння металу цієї зони відбувається не в замкнутому просторі, а при наявності підживлення металом металевої ванни і відведенням в цю ванну лікватів.

Перехід від дендритних до рівноосної структури залежить від виявлення фрагментів дендритів. Перехід відбувається, коли вторинні і третинні фрагменти дендритів вторгаються в рідку середу попереду фронту дендритів. Ці фрагменти існують досить довго, щоб служити зародками для утворення рівноосної структури.

На розміри структурних зон в електрошлаковому зливку істотно впливає конвекція рідкого металу при його затвердінні. Кристали, утворені у стінки виливниці в початковий період затвердіння, переносяться за рахунок конвекції в центральні зони злитка. Вони є центрами кристалізації осьової зони разорієнтованих дендритів, яка утворюється одночасно або раніше, ніж зона столбчатих кристалів. Тим самим зона разорієнтованих кристалів буде обмежувати розміри зони транскристалізації. Ступінь розвитку структурних зон електрошлакового металу істотно залежить від хімічного складу сталі. Ймовірність формування столбчастої структури зростає в міру наближення змісту легуючих елементів до нижньої межі їх марочного складу, а шкідливих домішок – до мінімуму. Ймовірність утворення рівноосної кристалічної структури зростає зі збільшенням ступеня легування сплаву елементами з низькою дифузійною рухливістю і малим коефіцієнтом розподілу між твердою і рідкою фазами. На розмір структурних зон електрошлакових злитків впливає також температурний градієнт перед фронтом затвердіння. Високі швидкості кристалізації і температурний градієнт у фронту затвердіння електрошлакового металу створюють сприятливі умови для зростання щодо, більш тонких кристалів. Відстань між осями другого порядку в литому електрошлаковому

металі менше, ніж в металі звичайного виробництва. Дисперсність дендритної структури залежить від тривалості перебування металу в двофазному стані і швидкості його охолодження. Дані про залежність розмірів дендритів від хімічного складу металу суперечливі. Відстань між вторинними осями дендритів зростають при збільшенні концентрації розчинених речовин.

Відстанню між первинними осями або вторинними осями дендритів робить істотний вплив на механічні властивості електрошлакового металу.

Специфічною особливістю кристалічної будови електрошлакового металу є відмінністю його від вихідного металу більш впорядкованими зв'язками. Щільність дислокацій в сплаві вихідної виплавки становила $(4 - 10) \cdot 10^5$ а у електрошлаковому металі вона не перевищувала $4 \cdot 10^5$ ліній на 1 см. Зерна електрошлакового металу являють собою монокристалічні утворення. Разорієнтування головних дендритних осей в межах одного зерна для електрошлакового металу не перевищують 0° , в той час як для металу відкритої виплавки ця величина в 3 рази більше.

У електрошлаковому металі спостерігаються два типи кордонів. За междендритним обсягами проходять чіткі межі кристалів без грубих виділень надлишкових фаз і зубчастого характеру кордонів. Усередині кристалітів є більш тонкі субкордони.

Наведені відомості дають повне подання про формування структури металу і її особливості при електрошлаковому переплаві. При цьому практично відсутні дані про структуру електрошлакового металу при його сплаві з металом деталі або заготовки в початковий період процесу. Необхідно провести додаткові дослідження впливу електрошлакового процесу на формування структури перехідної зони.

1.8 Неметалеві включення в електрошлаковому металі

Неметалеві включення є однією з основних плавочних характеристик сталі, в значній мірі визначає її властивості.

Вплив неметалевих включень на властивості сталі непропорційно їх кількості в обсязі металу [21]. Це пояснюється їх нерівномірним розподілом, несприятливою формою, їх особливими фізичними, механічними і хімічними властивостями, що різко відрізняються від властивостей основного металу. Неметалеві включення зумовлюють виникнення ряду дефектів сталі: тріщин, рванин, волосовин, а також анізотропії властивостей металу. Включення суттєво впливають на пластичність сталей і сплавів, міцності, жароміцні і магнітні властивості, хладноломкість, корозійну стійкість і міцність від втоми. Великий вплив неметалевих включень на ударну в'язкість як концентраторів напружень або своєрідних надрізів. Визначення оптимальних умов рафінування металу при електрошлаковій технології, управління утворенням неметалічних включень в усі періоди переплавки сталі, в процесі кристалізації і при охолодженні вже твердої сталі дозволяє поліпшити якість одержуваного металу, більше використовувати резерви цього методу. Одним з переваг електрошлакової технології є значно менша забрудненість металу неметалевими включеннями [22].

Неметалеві включення в сталях за походженням ділять на дві групи: ендегенні, що утворюються в процесі металургійних реакцій, і екзогенні, механічно попадаючі в сталь. Перва група включає оксиди, сульфідів і нітриди, присутні в литій сталі в формі кристалів і глобули. Включення, виділяючі в твердому стані з рідкої сталі, що не належать до аморфного скла, мають кристалічну форму, властиву даного мінералогічного складу. Неметалеві частинки, утворюючі у вигляді рідини і твердіючі після прилеглої до них металу, мають кулясту форму незалежно від того, кристалічна або аморфна речовина цих включень. Зазвичай комплексні глобулярні частинки після

затвердіння розпадаються на кілька компонентів, утворюючи характерні структури розпаду.

При зниженні температури рідкої сталі значно знижується розчинність кисню, сірки, азоту, що випадають з металічного розчину і вступаючих в сполучення з компонентами сплаву, що призводить до утворення неметалевих включень. При великій розчинності цих компонентів в рідкій сталі, різко знижується тільки в момент кристалізації, неметалеві включення розташовуються навколо первинних зерен в формі евтектичних оболонок.

До другої групи включень відносять сторонні, чужорідні частинки, механічно заплутавші в рідкому металі. Так, при електрошлаковій технології це нерозплавляючі або закристалізуючі частки шлаку в металі.

На чистоту металу і форму включень значний вплив мають технологічні чинники процесу електрошлакової технології. Швидкість спливання включень розміром від 5 мкм до 15 мкм порівнянна зі швидкістю наплавлення промислових злитків, зменшуючи швидкість можна збільшити кількість віддалених включень. Встановлено, що в краплях, що проходять через шлак, вміст включень нижче, ніж в електроді, а зниження швидкості переплаву призводить до зменшення товщини плівки рідкого металу на конусі електрода. Видалення неметалевих включень при електрошлаковому наплавленні відбувається, головним чином, в цій плівці.

Зміст оксидних включень у сталі, обробленої шлаком, визначається не стільки видаленням вихідних включень, скільки складною взаємодією металевого розплаву зі шлаком. Зникнення в електрошлаковому металі вихідних включень відбувається або за рахунок їх повного переходу в шлак, або за рахунок розчинення їх в расплавленому металі. Відповідно зі швидкістю дифузії в плівці металу на конусі електрода здатні розчинятися включення розміром до 10 мкм, дисоціація включень продовжується в рідкій металевій ванні.

Особливий інтерес представляє управління утворенням ендогенних включень в період переплавки металу, кристалізації і охолодження вже твердої

сталі. На утворення, наприклад, сульфідів марганцю, на їх розмір і кількість сильно впливає початковий вміст вуглецю в металі, так як цей елемент сильно ліквідує і підвищує активність сірки. Сульфіди марганцю утворюються на ділянках дендритних осередків, де концентрація вуглецю наближається до евтектичної. Розташування евтектичних карбідів і сульфідів збігається. При низькій вихідній концентрації сірки утворення сульфідів марганцю починається в твердій фазі. При утворенні включень у твердій фазі їх розміри знаходяться за межами роздільної здатності мікроскопа – субмікроскопічні включення. Межі первинних зерен більшою мірою забруднені сульфідними включеннями, що обумовлено утворенням їх на останньому етапі кристалізації, в момент зрощування сусідніх осей дендритів.

Утворення нітридів починається в перший момент кристалізації практично в рідкій фазі. Зниження концентрації нітридообразуючих елементів призводить до утворення нітридів на різних стадіях кристалізації дендритної осередки. Утворення нітридів титану при звичайних концентраціях нітридообразуючих елементів починається на більш ранній стадії затвердіння дендритних осередків, ніж утворення сульфідів марганцю, що підтверджується більш близьким розташуванням нітридних включень до осей дендритів, часто в перехідній зоні від осі до міжосній ділянці [23].

Основною причиною підвищення чистоти електрошлакової сталі є те, що неметалеві включення утворюються в переплавленні металу в набагато більш дрібнодисперсному вигляді і рівномірно розподілені за обсягом. Вони не утворюють сегрегації або скупчення. У сталі, що не піддається рафінуванню, крива розподіленням включень, за величиною містить всі розміри аж до 25 мкм тоді як в електрошлаковій сталі відсутні включення розміром більше 6 мкм. Об'ємна частка включень зменшилася в 7 разів, тобто в набагато більшому ступені, ніж зменшився вміст кисню і сірки в сталі [24].

1.9 Механічні властивості електрошлакового металу

Зміни в чистоті, структурі, щільності та інших фізичних параметрах електрошлакового металу знайшли відображення в механічних властивостях сталі, зокрема міцності, пластичності, в'язкості, опорі тендітному і втомному руйнуванню.

Електрошлаковий переплав металів і сплавів сприяє підвищенню їх міцності характеристик. Зростає циклічна міцність, контактна втомна міцність і втомна. Міцність на вигин для литої електрошлакової сталі не відрізняється від такої для кованого металу.

Пластичність сталі, зокрема поперечне звуження, істотно підвищується за рахунок видалення і диспергування крупних включень. Підвищенню пластичності електрошлакового металу сприяє також збільшення швидкості кристалізації, що забезпечує меншу забрудненість міждендритних ділянок, де відбувається переважне зародження і розвиток тріщин [25].

2 ВИБІР УСТАТКУВАННЯ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ЦАПФИ СЕРГИ ПІДВІСКИ

2.1 Вибір стандартного устаткування і оснащення

Для наплавлення цапфи серги підвіски використовується апарат для електрошлакового наплавлення А–550М з регулятором рівня металевої ванни ОБ–1728 і джерелом живлення ТШС–3000–1. Для вирізання заготовок використовується плазмовий станок з ЧПУ. Для попереднього підігрівання використовується піч WT–60, для подальшої термічної обробки використовується камерна електропіч з підйомними дверима СНО–4.8.3/11, а для поступового охолодження серги після наплавлення термостат RT–100. Для проточки на робочій поверхні канавок для мастила, свердління технологічних отворів і нарізки різьблення застосовується свердлувально–фрезерний верстат СФ32Б. Для загартування струмами високої частоти використовується установка ПЕТРА–0501.

2.2 Опис конструкції, принцип дії і технічні характеристики устаткування

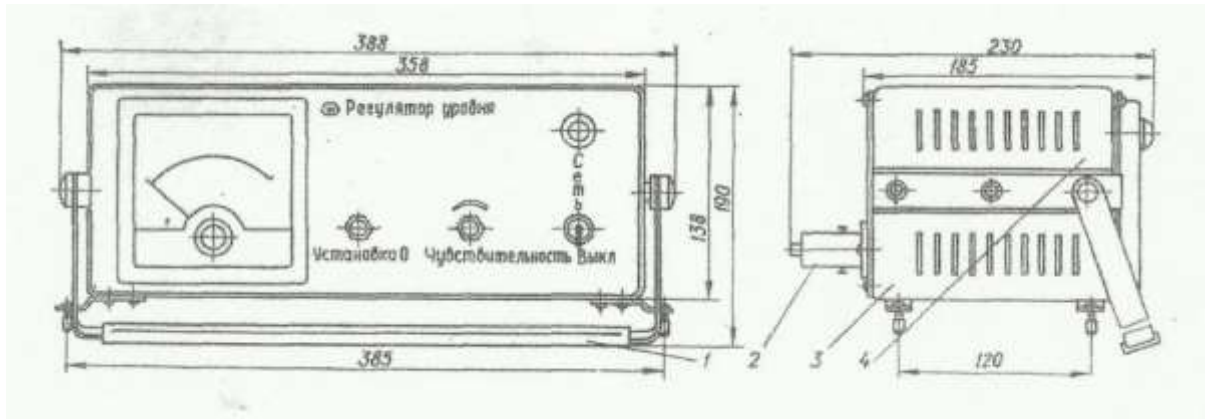
2.2.1 Регулятор автоматичний ОБ–1728

Регулятор призначений для автоматичної підтримки рівня металевої ванни при електрошлаковому напавленні. Конструктивно регулятор виконаний у вигляді блока зі знімними кришками. На задній панелі розташовані клеми для підключення до мережі, датчику рівня, до виконавчого пристрою.

В процесі наплавлення напруга, що знімається з датчика рівня і пропорційна відстані від рівня металу до осі датчика, подається на чутливий елемент регулятора, який, впливає на привід переміщення зварювального

повзуна, підтримує заданий рівень рідкою металевої ванни відносно повзунів.

Регулятор управляє приводами переміщення кристалізаторів або зварювальних повзунів відповідних установок відносно рівня рідкого металу. Встановлюється в шафах управління установками або окремо (рисунок 2.1) [26].



Умовні позначки

- 1 – ручка;
- 2 – роз'єм;
- 3 – нижня кришка;
- 4 – верхня кришка

Рисунок 2.1 – регулятор рівня металевої ванни ОБ–1728

Технічні характеристики регулятора рівня металевої ванни ОБ–1728 приведені в таблиці 2.1 [26]

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики регулятора рівня металевої ванни ОБ–1728

Номінальна напруга живлячої однофазної мережі частотою 50 Гц, В	220
Споживана потужність, Вт	30
Потужність, комутована вихідними контактами регулятора, Вт	30
Габаритні розміри регулятора, мм	390x230x190
Маса, кг	10

2.2.2 Плазмовий верстат з ЧПУ

Плазмові гази в дузі частково піддаються дисоціації і іонізації, що робить їх електропровідними. Завдяки високій щільності енергії і температурі плазма розширюється і рухається у напрямку до виробу зі швидкістю, яка в три рази перевищує швидкість звуку.

Завдяки рекомбінації атомів і молекул на поверхні виробу спожита енергія відразу ж вивільняється і підсилює парниковий ефект впливу плазмової дуги на виріб. У плазмовій дузі температура доходить до 30 000 К. У поєднанні з високою кінетичної енергією плазмового газу така температура забезпечує надзвичайно високу швидкість різання всіх матеріалів, що володіють електричною провідністю, яка залежить від товщини матеріалу.

Для початку процесу різання в першу чергу запалюється пілотна дуга між соплом і електродом шляхом подачі високої напруги. Ця низькоенергетична пілотна дуга готує простір між плазмовим різакон і виробом, викликаючи часткову іонізацію. Коли пілотна дуга контактує з виробом, завдяки автоматичного збільшення потужності запалюється основна плазмова дуга.

Металевий матеріал плавиться і частково випаровується завдяки теплової енергії дуги і плазмового газу. Розплавлений метал видувається з різу під дією кінетичної енергії плазмового газу. На відміну від кисневого різання, при якій близько 70% теплової енергії виробляється завдяки згорянню заліза, в процесі плазмового різання енергія, яка потрібна, для того щоб розплавити матеріал в розрізі створюється тільки під дією електрики.

Вибір використовуваного плазмового газу залежить від того, який матеріал потрібно розрізати. Наприклад, одноатомний газ аргон і / або двоатомні гази, такі як водень, азот, кисень і суміші цих газів, а також очищене повітря, використовуються в якості плазмового газу і ріжучого газу.

Різакон можуть мати як водяне, так і газове охолодження. Залежно від того, де використовуються процеси плазмового різання, розрізняють процеси,

що виконуються над водою і на ній, а також такі, які виробляються під поверхнею води.

Правильна організація подачі струму грає важливу роль. Вона зумовлюється технічними характеристиками плазмотрона і використовуваним режимом різання. Неправильно обраний режим різання може привести до подвійного виникнення дуги (коли дуга горить з електрода на сопло, а з сопла на метал). Це руйнує сопло і електрод, також деформує краї вирізаючої заготовки. Щоб правильно вибрати режим, слід знати деякі показники. В першу чергу, його вибір залежить від: 1 – типу розрізання; 2 – діаметра сопла; 3 – товщини розрізається листа; 4 – середньої ширини різку; 5 – сили струму; 6 – напруги; 7 – швидкості різання.



Рисунок 2.2 – Плазмовий верстат з ЧПУ

Для орієнтування у виборі режиму можна скористатися даними з наведеної нижче таблиці 2.2. У ній представлені середні параметри, наприкладі повітряно – плазмового різання.

Таблиця 2.2 – Режими плазмового різання

Тип ріжучого металу	Товщина (мм)	Діаметр сопла (мм)	Сила струму А	Швидкість різання (м/хв)	Середня ширина різку (мм)
Сталь	1–10	0,9–1,1	40–60	2–0,2	1–1,3
	10–15	1,4	60–90	1,8–0,3	1,5–1,8
	15–20	2,7	90–140	1,5–0,5	1,8–2,2
	20–35	1,9	100–150	1,2–0,15	2–2,5
Алюміній	1–15	1,4	60–90	1,5–0,5	1,5–2
	10–30	1,7	90–140	1,2–0,5	2–2,5
	20–40	1,9	100–150	0,5–0,1	2,5
Мідь	10	3	300	3	3
	20			1,5	3,5
	30			0,7	4
	40			0,5	4,5
	50			0,3	5,5
	60	3,5	400	0,4	6,5

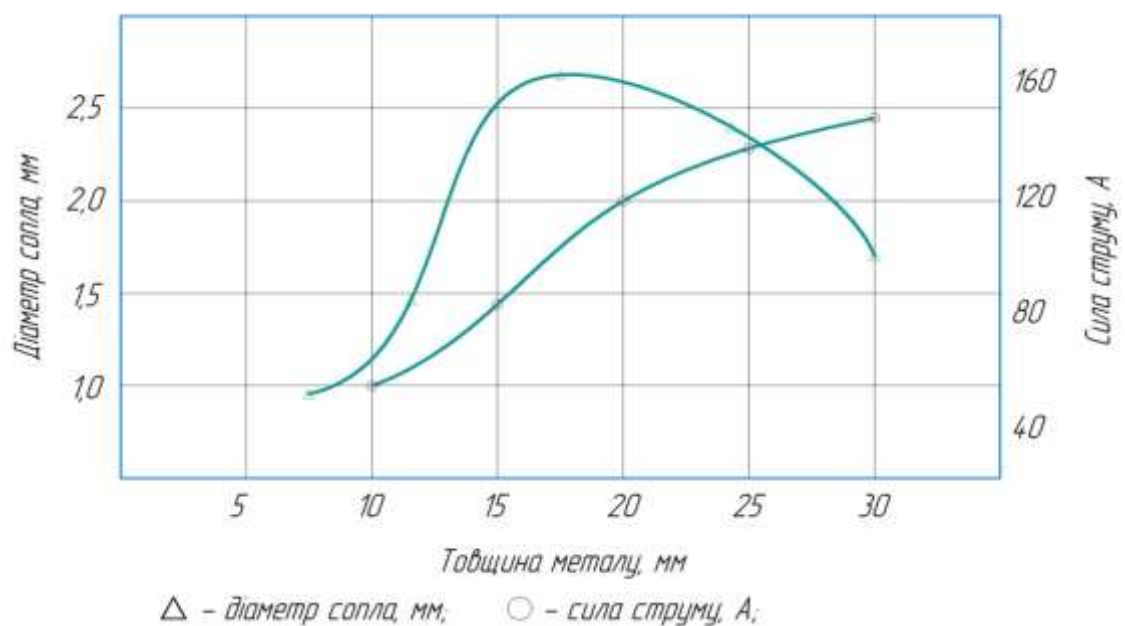


Рисунок 2.3 – Залежність діаметра сопла та сили струму від товщини металу

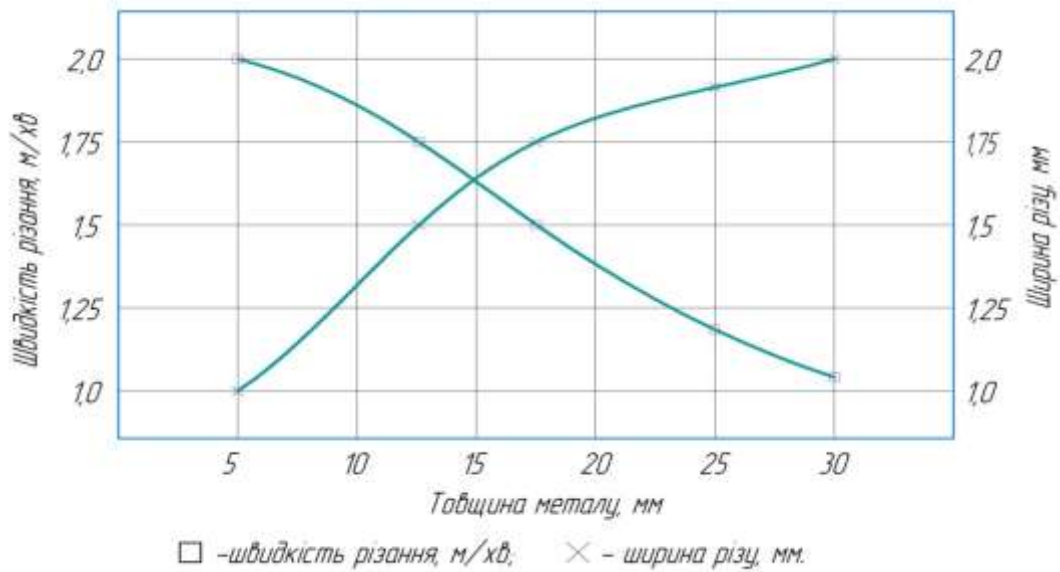


Рисунок 2.4 – Залежність швидкості різання та ширини різку від товщини металу

2.2.3 Електрошлакова установка А-550М

Електрошлакове наплавлення — вид електрошлакового процесу, що використовує для нагрівання зони плавлення тепло шлакової ванни, що нагрівається електричним струмом. Шлак захищає зону кристалізації від окислення і насичення воднем. У холодному металі розчинність водню на два порядки нижче, ніж у рідкому, а в атмосфері водню завжди вистачає. Тому, якщо метал без спеціального захисту розплавити, а потім швидко охолодити, то виходить водень може спровокувати утворення тріщин. Електрошлаковий процес є бездуговим. На відміну від дугового зварювання для розплавлення основного і присадного металів використовують теплоту, що виділяється при проходженні струму через розплавлений електропровідний шлак (флюс). Потім електрод занурюють в шлакову ванну, горіння дуги припиняється і струм починає проходити через розплавлений шлак. Наплавлення виконують знизу вгору найчастіше при вертикальному положенні зварюваних деталей із зазором між ними. Для формування шва по обидві сторони зазору встановлюють мідні

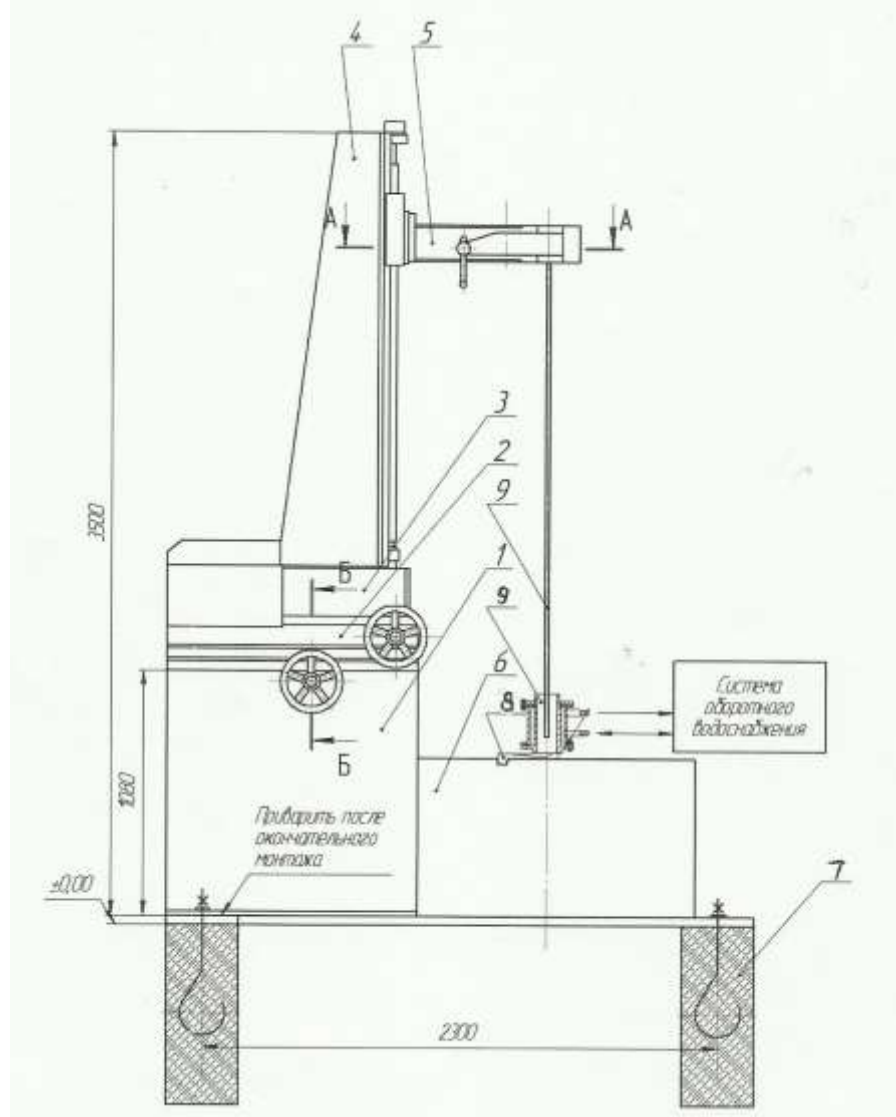
повзуни–кристалізатори, охолоджувані водою. У міру формування шва повзуни переміщуються в напрямку зварювання.

За видом електроду розрізняють електрошлакове наплавлення дротяним або пластинчастим плавким електродом і плавким мундштуком; за наявності коливань електроду — без коливань і з коливаннями електроду, за числом електродів — одно-, дво- і багатоелектродним.

У перший момент наплавлення між початковою планкою, встановленої в нижній частині зварюваного стику, та електродним дротом збуджується електрична дуга, яка розплавляє флюс, в просторі, обмеженому крайками деталей і охолоджуваними планками. Після того як під впливом тепла дуги зварювальний флюс розплавився і утворилася шлакова (жужільна) ванна, електродуговий процес припиняється. Електричний струм починає протікати через шлакову ванну, нагріваючи її до високої температури.

Для наплавлення можна використовувати один або кілька дротяних електродів або електродів іншого збільшеного перетину. У результаті цього досягається висока продуктивність і економічність процесу, яка підвищується із зростанням товщини зварюваного металу.

Електрошлакова установка А–550М приведена на рисунку 2.5 [7]



Умовні позначки

- 1 – станина;
- 2 – механізм подачі;
- 3 – механізм підйому;
- 4 – направляючі;
- 5 – электродоудерживач;
- 6 – стіл;
- 7 – підставка;
- 8 – відновлювана деталь;
- 9 – кристалізатор;
- 10 – электрод.

Рисунок 2.5 – Загальний вигляд апарата для електрошлакового наплавлення

А–550М

Технічні характеристики установки А–550М представлені в таблиці 2.3 [27]

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики установки А–550М

Наименование параметра	Значення
Діаметр електроду, мм	15–45
Швидкість подачі електроду, м/год	0,88–10,7
Швидкість наплавлення, м/год	0,76
Електродвигун П11: Потужність N, КВт Частота обертання п, хв. ⁻¹	0,5 1500
Витрата води, м ³ /год	0,3–0,36
Струм : При розводці, А При наплавленні, А	1200–1300 1000–1100
Напруга наплавлення, В	38–40
Напруга підключення, В	380
Габаритні розміри, мм	2300x1200x3500
Маса установки, кг	1530

Технічні дані джерела живлення ТШС– 3000–1 приведені в таблиці 2.4 [27].

Таблиця 2.4 – Технічні дані джерела живлення ТШС– 3000–1

Найменування параметру	Значення
Напруга, В: Живлячої мережі Вторинна напруга холостого ходу	380 46
Номінальна сила струму, А	3000
Межі регулювання напруги, В	5–46
Число ступеней регулювання	10
Спосіб регулювання	ступінчате
Тривалість роботи (ПВ) %	100
Номінальна потужність кВт	138
Габаритні розміри, мм	960x706x780

2.2.4 Електропіч СНО–4.8.3/11

Електропіч СНО–4.8.3/11 призначена для термічної обробки металу (відпал, загартування, відпустка) в повітряному середовищі при максимальній температурі 1250 °С. Двері цього типу електропечей піднімаються і опускаються як вручну так і за допомогою підйомного механізму.



Рисунок 2.6 – Електропеч CHO–4.8.3/11

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики електропечі

№	Характеристики	CHO–4.8.3/11
	1	2
1	Номінальна потужність, кВт, $\pm 5\%$	23.7
2	Напруга мережі, В	380 $\pm$ 19
3	Частота змінного струму, Гц	50
4	Номінальна температура в робочому просторі, °С, не більше	1100
5	Тип термопари	ТХА–0188
6	Марка терморегулятора	ТРП–08–ТП
7	Розміри робочого простору, мм, не менше	
	Ширина	400
	Довжина	800
	Висота	300
8	Середовище в робочому просторі	воздух
9	Час розігріву електропечі до номінальної температури, мин	не регламентується

Продовження таблиці 2.5

№	1	2
10	Діапазон автоматичного регулювання температури, °C	40–1100
11	Стабільність регулювання температури в установлюючому тепловому режимі, °C	± 3
12	Нерівномірність розподілення температури по об'єму камери в установленному режимі, °C	± 15
13	Нагрівач Х23Ю5Т	
14	Перетин мідного (алюмінієвого) чотирьох-жильного кабеля для підключення електropечі, мм ² , не менше	10(16)

2.2.5 Охолоджувальний термостат RT–100

Термостат RT–100 є двосекційним, тому в ньому можливо незалежне одночасне охолодження двох серг. Технічні характеристики термостата для охолодження наплавленої серги приведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики термостата RT–100

Найменування параметру	Значення
Робоча камера, мм	
ширина	500
висота	300
довжина	700
Габаритні розміри, мм	
ширина	1350
висота	1600
довжина	1400

Продовження таблиці 2.6

Об'єм, м ³	0,10
Потужність, кВт	15
Максимальна температура, °С	560
Маса, кг	400
Напруга, В	380

2.2.6 Індукційна нагрівальна установка ПЕТРА–0501

Індукційна нагрівальна установка ПЕТРА–0501 має високу міру безпеки, індуктор через вторинну обмотку трансформатора ізольований від мережі і заземлений. На базі ПЕТРА–0501 проектується установки для нагріву заготовок, загартування валів, шестерень і інших деталей.

Зовнішній вигляд установки ПЕТРА–0501 для загартування струмом високої частоти приведений на рисунку 2.7.

Технічні характеристики установки ПЕТРА– 0501 приведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики установки ПЕТРА– 0501

Споживча потужність, кВт	30
Частота контурного ланцюга, кГц	22
Число фаз живлячого ланцюга	3
Номінальна напруга живлячого ланцюга, В	380
Температура нагріву під загартування, °С	900–1100
Максимальні розміри гартованих деталей типу вал, мм	
– діаметр	75
– довжина	200
Витрата води, м ³ /год	1,5
Маса установки, кг	340
Глибина прожарюваного шару, мм	1,6–3,2

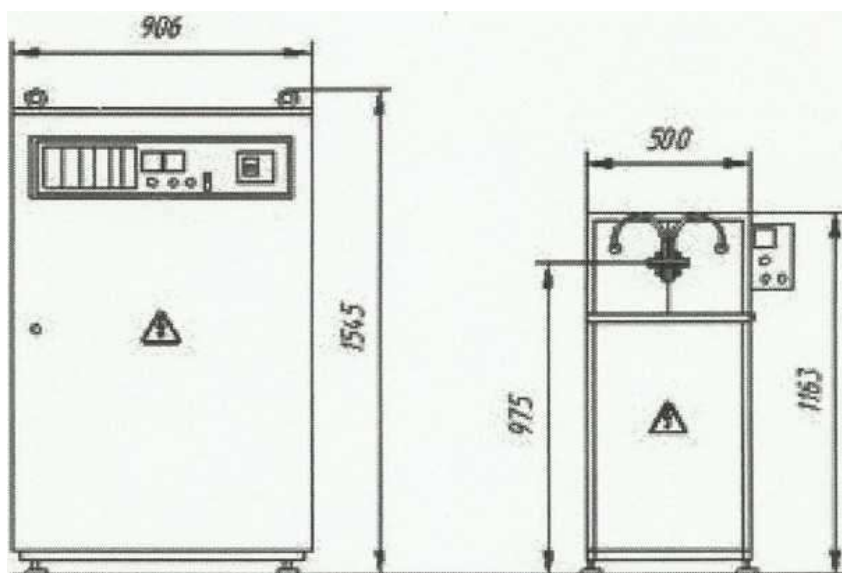


Рисунок 2.7 – Зовнішній вигляд установки для загартування струмом високої частоти ПЕТРА–0501

2.2.7 Ультразвуковий дефектоскоп ОБ–2233

Для ультразвукового контролю якості можна застосувати малогабаритний дефектоскоп ОБ–2233 з цифровою індикацією результатів контролю (рисунок 2.8) [26].

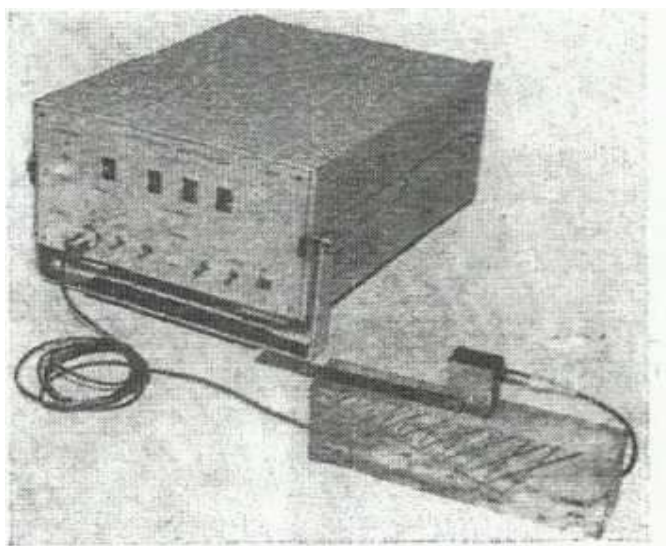


Рисунок 2.8 – Зовнішній вигляд ультразвукового дефектоскопа ОБ–2233

Дефектоскоп призначений для ручне ультразвукового контролю якості виробів з матеріалів з малим загасанням ультразвуку (низьколегованих сталей, алюмінієвих і титанових сплавів).

Дефектоскоп складається з п'яти електронних блоків: блоку генератора–підсилювача, блоку виміру амплітуди, блоку виміру координати, блоку компенсації впливу акустичного контакту на чутливість, блоку живлення. Крім того, в комплект дефектоскопа входять набір шукачів і сполучні кабелі.

Дефектоскоп конструктивно відрізняється від пристроїв аналогічного призначення відсутністю електронно–променевої трубки, яка замінена цифровими індикаторами основних параметрів луна–сигналу : амплітуди і затримки, перетвореної в координату відбивача ультразвуку.

Характерною схемною особливістю приладу є одночасне закінчення процесів автоматичного виміру амплітуди і затримки вершини луна–сигналу по команді компаратора, який порівнює амплітуду луна–сигналу з рівнем вимірювальної напруги, що ступінчасто знижується.

Дефектоскоп має адаптивні властивості. По–перше, він автоматично виділяє луна–сигнали за вказівкою їх порядкового номера в зоні контролю. По–друге, автоматично компенсує зміни чутливості контролю, що відбуваються внаслідок порушень акустичного контакту між шукачем і контролюємим виробом. Контроль стану акустичного контакту здійснюється за допомогою сигналу бокової хвилі, що виникає в призмі шукача при проходженні у виробі під призмою поперечної хвилі. Прилад вимірює амплітуду луна–сигналів в одиницях, рівних одному ступеню вимірювального напруження, і координату дефекту – в міліметрах, що відкладаються по масштабній лінійці, що з'єднана з шукачем.

Технічні характеристики установки для ультразвукового контролю якості ОБ–2233 приведені в таблиці 2.8 [28].

Таблиця 2.8 – Технічні характеристики установки для ультразвукового контролю якості ОБ–2233

Найменування параметру	Значення
Товщина стінки контролюємого виробу, мм	5–50
Число рівнів квантування амплітуди	100
Діапазон виміру координат, мм	5–199
Частота ультразвуку в імпульсі, МГц	2,5; 5,0
Частота посилок зондуючих імпульсів, Гц	10^3
Погрішність виміру координат, мм	± 1
Напруга живлячої мережі, В	220
Споживана потужність, Вт	5
Габаритні розміри приладу, мм	330x266x203
Маса приладу, кг	6,5

При виявленні в наплавленій цапфі тріщин, пір або шлакових включень, виготовлена деталь бракується і відправляється на повторне наплавлення.

3 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ СЕРГИ ПІДВІСКИ

3.1 Альтернативні варіанти технологічних процесів отримання серги підвіски

Для виготовлення цапфи серги підвіски можна скористатися ручним дуговим наплавленням, автоматичним наплавленням під шаром флюсу, автоматичним і напівавтоматичним наплавленням в середовищі захисних газів і електрошлаковим наплавленням.

Ручне дугове наплавлення – найбільш поширений метод, перевагами якого є простота процесу і використовуваного з наплавочного обладнання, можливість його застосування для ремонту деталей різної конструкції і розмірів. До недоліків відносяться непостійність якості наплавленого шару, низька продуктивність і важкі умови праці, так само великий вплив на якість наплавленого шару має людський фактор і майстерність зварника.

При механізованому наплавленні під шаром флюсу в зону горіння дуги за допомогою спеціальних апаратів подається електродний дріт або стрічка. Зона горіння дуги і ванна розплавленого металу захищені гранульованим флюсом спеціального складу. Переміщення дуги вздовж виробу здійснюється автоматично, тому розміри валиків і склад зварювального металу є більш стабільними, ніж при ручному наплавленні.

Найкращий захист металу досягається при використанні інертних газів (аргон або гелій). При наплавленні в вуглекислому газі активні легуючі елементи (хром, алюміній, титан і ін) інтенсивно окислюються. До недоліків цього способу наплавлення можна віднести низьку продуктивність, високі вимоги до якості газу, висока ціна на інертні гази, необхідність захисту від світлового випромінювання дуги.

Електрод і основний метал електрично пов'язані через розплавлений шлак. Теплота, що виділяється в шлаковій ванні перегріває її вище температури плавлення основного і електродного металів. У результаті метал електрода і

кромки основного металу оплаваються і, зважаючи на більшу щільності металу, ніж шлаку, стікають на дно розплаву, утворюючи ванну розплавленого металу (металева ванна). Електродний метал у вигляді окремих крапель, проходячи через рідкий шлак, взаємодіє з ним, змінюючи при цьому свій склад. Шлакова ванна, перебуваючи над поверхнею розплавленого металу, перешкоджає його взаємодії з повітрям. При правильно підібраній швидкості подачі електроду зазор між торцем електрода і поверхнею металевої ванни залишається постійним

Рідкий метал, шлакова та металеві ванни утримуються від витікання зазвичай спеціальними формуючими пристроями – рухомими або нерухомими мідними повзунами, які охолоджуються водою. Верхня кромка повзуна розташовується трохи вище дзеркала шлакової ванни. Закристалізований в нижній частині металевої ванни розплавлений метал утворює шов.

До переваг способу відноситься можливість зварювання за один прохід металу практично будь-якої товщини, що не вимагає видалення шлаку і відповідної настройки зварювальної установки перед зварюванням подальшого проходу, як при інших способах зварювання. При застосуванні електродів збільшеного перерізу досягається висока продуктивність і економічність процесу. При правильно підібраних режимах зварювання електрошлакове зварювання забезпечує найвищу якість наплавленого металу, що обумовлює її застосування для особливо відповідальних деталей і відмінна якість зварювальної поверхні, що зменшує припуски на механічну обробку. Висока стійкість процесу мало залежить від роду струму, нечутлива до короткочасних змін струму, забезпечує високу якість захисту ванни від повітря. При електрошлаковому зварюванні флюсу витрачається в 10–20 разів менше ніж при автоматичному зварюванні під шаром флюсу. До переваг також можна віднести відсутність дуги в процесі зварювання. До недоліків даного способу можна віднести необхідність попереднього підігріву і наступної термообробки зварювальної цапфи [29].

3.2 Вибір технологічного процесу виготовлення серги підвіски

Виходячи з переваг і недоліків розглянутих вище методів виготовлення цапфи серги, найбільш підходящим є електрошлакове зварювання. Воно відрізняється високою продуктивністю, високою якістю зварювального металу і якістю поверхні зварювального шару, економічністю і високою стабільністю процесу.

Послідовність виконання технологічних операцій:

- а) на плазмовому верстаті вирізається заготовка серги підвіски;
- б) деталь встановлюється на фрезувальний верстат, фрезерується канавка під наплавлення;
- в) підготовка серги під зварювання:
 - 1) перевірка магнітографічним методом місця серги;
 - 2) попередній нагрів деталі в електропечі та прокалювання флюсу;
- г) наплавлення деталі:
 - 1) серга встановлюється на спеціальний наплавочний стіл, на сергу встановлюється кристалізатор, який центрується за позначки, зазначеної на деталі, центрування проводиться із застосуванням переносного освітлення;
 - 2) проводиться підготовка витрачуваних електродів: зачистка від забруднень, іржі, масла, витрачуваний електрод вертикально закріплюється в електротримачі установки;
 - 3) витрачаємий електрод опускається в кристалізатор до контакту з деталлю, місце контакту засипається прожареним флюсом у кількості від 0,3 кг до 0,4 кг;
 - 4) після завершення електрошлакового наплавлення установка відключається і здійснюється підйом електродотримача і деталь витягується з кристалізатора;
 - 5) зварювана деталь поміщається в нагрітий до 300 °С термостат, де вона і охолоджується. Охолоджена деталь виймають з термостата, таврується,

складається і надалі передається на термообробку; термообробка проводиться в електропечах, після чого нормалізовані деталі надходять на механічну обробку;

6) на фрезувальному верстаті у виготовленій сергі висвердлюються отвори, нарізається різьба під болти, обробляється місце навколо серги під перевірку ультразвуковим дефектоскопом, неприпустима присутність біля серги раковин, тріщин;

7) після механічної обробки деталь відправляється на поверхнєве загартування струмами високої частоти;

8) оброблена і загартована деталь піддається ультразвуковій дефектоскопії.

9) перевірена деталь подається на склад з готовою продукцією.

3.3 Вибір режимів виготовлення серги підвіски

Попередній підігрів серги проводиться до температури від 200 °С до 300 °С. Прожарювання флюсу виконується при цій же температурі не менше 2–х годин.

Хімічний склад і механічні властивості деяких сталей, застосування яких можливо для наплавлення цапфи серги наведено в таблиці 3.1 і таблиці 3.2 [4].

Таблиця 3.1 – Хімічний склад деяких сталей, застосування яких можливо для наплавлення цапфи серги

Марка сталі	Хімічний склад, мас.%										
	C	Si	Mn	Cr	V	Ti	S	P	Сн	Ni	As
							не більше				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
45	0,42–0,50	0,17–0,37	0,50–0,80	<0,25	—	—	0,40	0,035	0,25	0,25	0,08
45Г	0,42–0,50	0,17–0,37	0,7–1,00	<0,30	—	—	0,035	0,035	0,30	0,30	—

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
50Г	0,48– 0,56	0,17– 0,37	0,7– 1,00	<0,30	—	—	0,035	0,035	0,30	0,30	—
40Г2	0,36– 0,44	0,17– 0,37	1,4– 1,8	<0,30	—	—	0,035	0,035	0,30	0,30	—
47ГТ	0,44– 0,52	0,10 0,22	0,9– 1,2	<0,30	—	0,12– 0,16	0,035	0,035	0,30	0,30	—
40ХФА	0,37– 0,44	0,17– 0,37	0,50 —	0,8– 1,1	0,10– 0,18	—	0,025	0,025	0,30	0,30	—
38ХС	0,34– 0,42	1,00– 1,40	0,30 —	1,30– 1,60	—	—	0,035	0,035	0,30	0,30	—

Таблиця 3.2 – Механічні властивості деяких сталей, застосування яких можливо для наплавлення цапфи серги

Марка сталі	Механічні властивості					
	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	KCU , кДж/м ²	Твердість гПа
45	315	570	17	38	390	1,67–2,07
45Г	460	730	21	57	550	2,09–2,21
50Г	490	760	18	55	670	2,13–2,39
40Г2	590	770	18	57	680	2,03–2,36
47ГТ	390	640	12	30	—	2,10–2,50
40ХФА	540	685	15	45	590	2,23–2,62
38ХС	590	735	14	45	590	2,35–2,77

Виходячи з вище перелічених властивостей сталей і умов роботи цапфи серги найбільше задовольняє всім вимогам сталь 45 (ГОСТ 8560–78). Наплавлення виконується електродом діаметром 25 мм.

Так як наплавлення ведеться прутком великого перерізу, то для полегшення початку процесу плавлення дроту необхідно використовувати флюс АН–25. Флюс АН–25 має струмопровідну властивість в твердому стані при кімнатній температурі і володіє високою електропровідністю. Перед наплавленням

необхідно засипати між прутком і сергою цей флюс у кількості від 0,05 кг до 0,10 кг. Після початку процесу плавлення дроту необхідно засипати флюс ВГС–6 в кількості від 0,2 кг до 0,3 кг. Флюс ВГС забезпечує високу якість наплавленого металу, без пор і шлакових включень. Хімічний склад флюсів АН–25 та ВГС наведено в таблиці 3.3 [27].

Таблиця 3.3 – Хімічний склад флюсів ВГС, АН–1П, АНФ–6

Марка флюсу	Масова частка компонентів, %					$C_s \cdot 10^3$ при температурі 1600 °C
	CaF ₂	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	MgO	
ВГС	–	50,93	42,79	2,0	4,28	4,53
АНФ–1П	89,3	4,6	2,1	2,2	0,5	1,03
АНФ–6	56,3	4,7	31,9	3,3	0,3	0,71

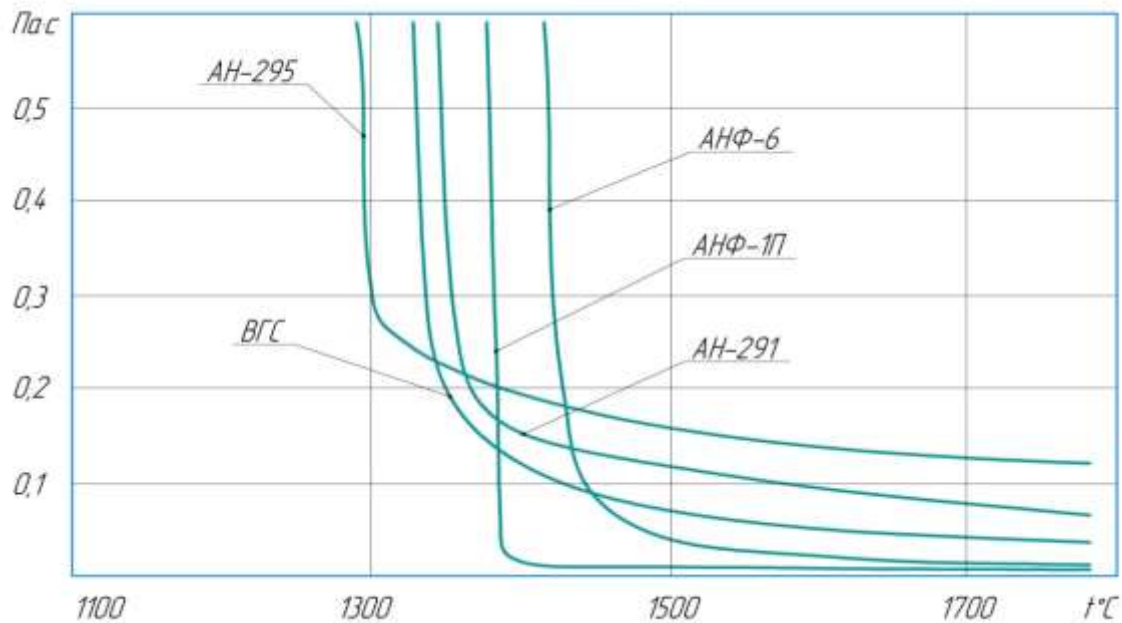


Рисунок 3.1 – Залежність в'язкості від температури.

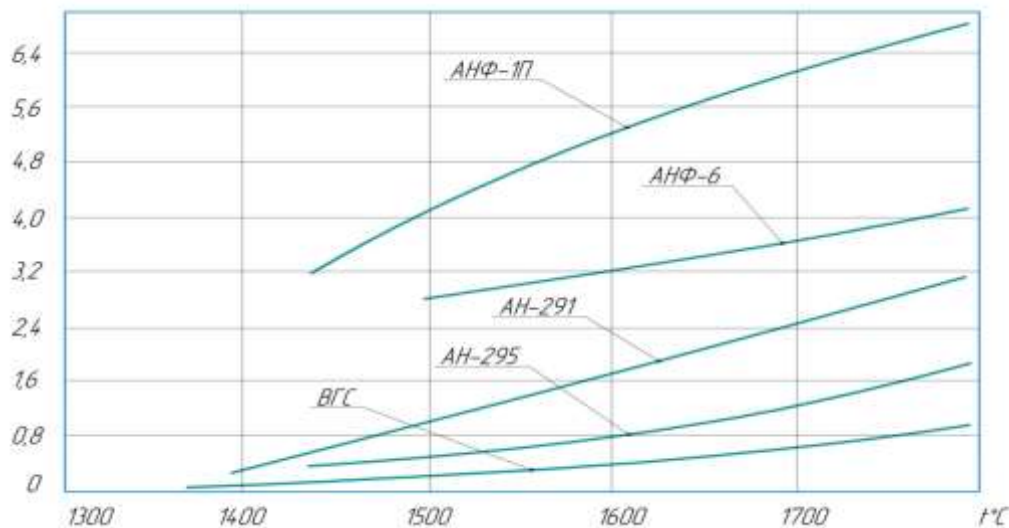


Рисунок 3.2 – Залежність електропровідності флюсів від температури.

В якості витрачаючого електроду використовували пруток діаметром 25 мм, довжиною 2000 мм, який виготовлений зі сталі 45 ГОСТ 1050–88. Прокалка електродів в печі 2 години.

При розведенні шлакової ванни сила струму від 1200 А до 1300 А, напруга від 40 В до 42 В, при наплавленні сила струму від 1000 А до 1100 А, напруга від 38 В до 40 В.

Відновлена деталь поміщується в електричну піч, яка попередньо розігріта до 300 °С, де охолоджується до (50–80) °С.

Нормалізація проводиться при температурі від 850 °С до 900 °С. Після механічної обробки проводиться гартування серги струмами високої частоти від 900 °С до 950 °С і охолодження у маслі. Така завершальна термічна обробка дозволяє отримати поверхневий шар з підвищеними механічними властивостями (таблиця 3.4) [4].

Таблиця 3.4 – Механічні властивості цапфи серги після зварювання

Механічні властивості					
$\sigma_{0,2}$ мПа	σ_B мПа	δ , %	ψ , %	KCU , кДж/м ²	Твердість гПа
1580	1760	10	42	490	5,2–5,6

3.4 Хімічний склад деталі серга підвіски після наплавлення

Для виготовлення деталі серга підвіски застосовують сталь 45, тому об'єктом дослідження зони сплавлення однорідних сталей вибрали сталь 45. Також застосували і стандартний режим термічного оброблення для сталі 45 відповідно до вимог ГОСТ 1050–88.

Електрошлаковому переплавленню підлягає метал кінцевого хімічного складу. При електрошлаковому процесі забезпечується практично повна відповідність складу наплавленого металу і електрода за основними легувальними елементами. При напавленні сталі 45 на сталь 45, за даними хімічного аналізу, вміст вуглецю, марганцю, хрому, нікелю і сірки для основного, наплавленого металів і металу зони сплавлення знаходяться в межах хімічного складу сталі 45. Зниження вмісту фосфору досягає 30 %.

Таблиця 3.5 – Хімічний склад металу при напавленні сталі 45 на сталь 45

Марка сталі, ГОСТ	Вміст елементів						
	C	Si	Mn	не більше			
				p	S	Ci	Ni
Сталь 45 ГОСТ 1050–88	0,42...0,5	0,17...0,37	0,50...0,80	0,035	0,04	0,25	0,25
Електрод зі сталі 45	0,52	0,20	0,57	0,030	0,017	Менш 0,10	
Основа сталь 45	0,41	0,35	0,37	0,033	0,023	Менш 0,10	
Напавлений метал	0,42	0,30	0,62	0,021	0,019	Менш 0,10	

3.5 Макроструктура зварного з'єднання

Макроструктура наплавленого металу і зони сплавлення обумовлена умовами кристалізації. Проведеними дослідженнями встановлено, що наплавлений метал має щільну макроструктуру (рисунок 3.1). Встановлено, що при наплавленні існує декілька зон кристалізації. Перша зона розташована зверху наплавленої деталі (над зоною стовбчастих кристалів) має дрібні дезорієнтовані кристали (рисунок 3.3).

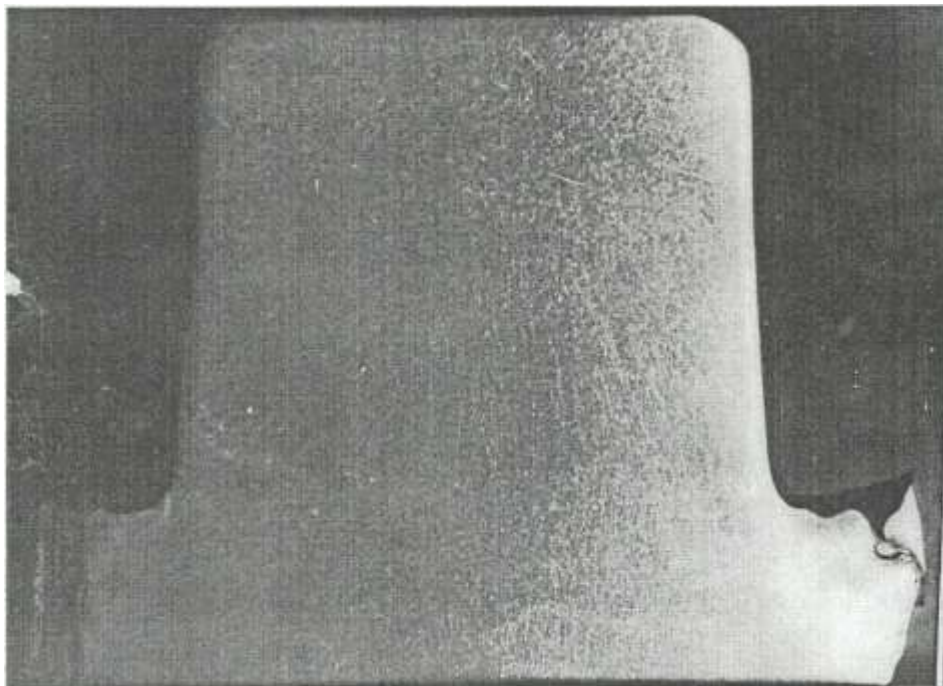


Рисунок. 3.3 – Макроструктура наплавлення сталі 45 на сталь 45.

Друга зона розташована біля поверхні відновленої частини деталі, яка була в контакті з гільзою кристалізатора (охолоджуваного водою). Ця зона має дрібнозернисту структуру (рисунок 3.3). Третя зона складається з витягнутих стовбчастих кристалів, які розташовані під кутом до осі кристалізатора. Контури зони сплавлення окреслені дуже слабо, що обумовлено однаковим хімічним складом металів основи і наплавленої частини.

3.6 Мікроструктура зварного з'єднання

Якість сталі і її властивості залежать від мікроструктури металу. Тому вивчення мікроструктури дозволяє більш досконально пояснити суть процесів, які відбуваються в металі при наплавленні, кристалізації і охолодженні як в металі основи і наплавленої частини деталі, так і в зоні сплавлення. Зерна основного металу до термічного оброблення мають більший розмір і відрізняються феритною оторочкою по межах зерен. Наплавлений і основний метали мають крупну ферито – перлітну відманштетну структуру (рисунок 3.4, а–в).



а

б

в

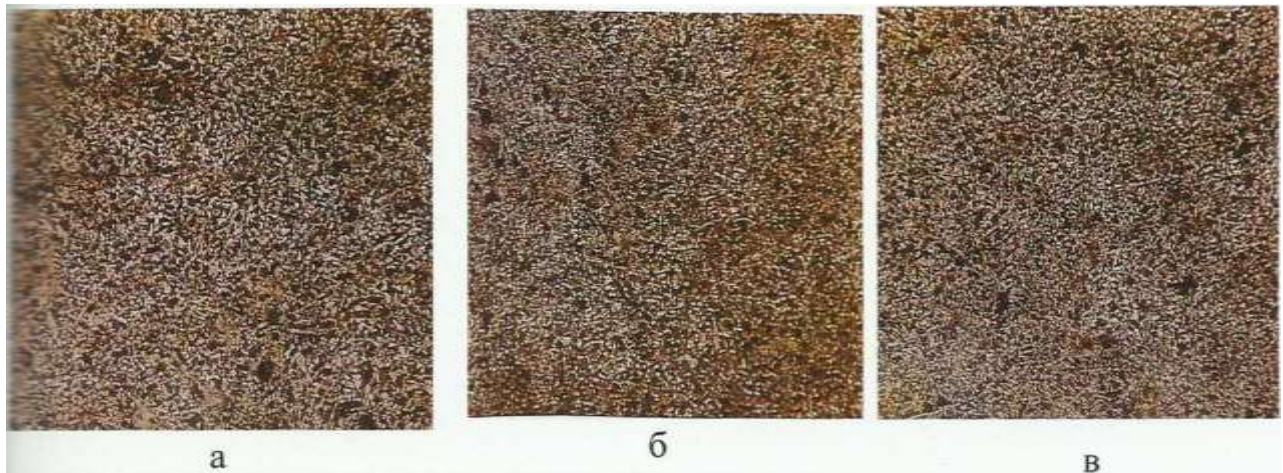
Умовні позначки:

а – наплавленого металу;

б – зони сплавлення;

в – металу основи деталі, х 100.

Рисунок 3.4 – Мікроструктура металу наплавлення сталі 45 на сталь 45 до термічного оброблення.



Умовні позначки:

а – наплавленого металу;

б – зони сплавлення;

в – металу основи деталі, х 100.

Рисунок 3.5 – Мікроструктура металу наплавлення сталі 45 на сталь 45 після термічного оброблення.

Після термічного оброблення мікроструктура основного металу, зони сплавлення і наплавленого металів представляє собою дрібнодисперсну рівномірну ферито – перлітну структуру (рисунок 3.5, а – в).

3.7 Механічні властивості зварного з'єднання

Дослідженнями [7] встановлено, що при наплавленні однорідних марок сталей (сталь 45 на сталь 45) механічні властивості наплавлень були вище вимог ГОСТ 977 – 88 до литого металу.

Але експлуатація деталі серги підвіски потребує збільшення рівня її властивостей. З цією метою в даній роботі було проведено термічне оброблення металу експериментальних наплавлень. Результати механічних властивостей металу однорідних марок сталей наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Механічні властивості металу наплавлення сталі 45 на сталь 45

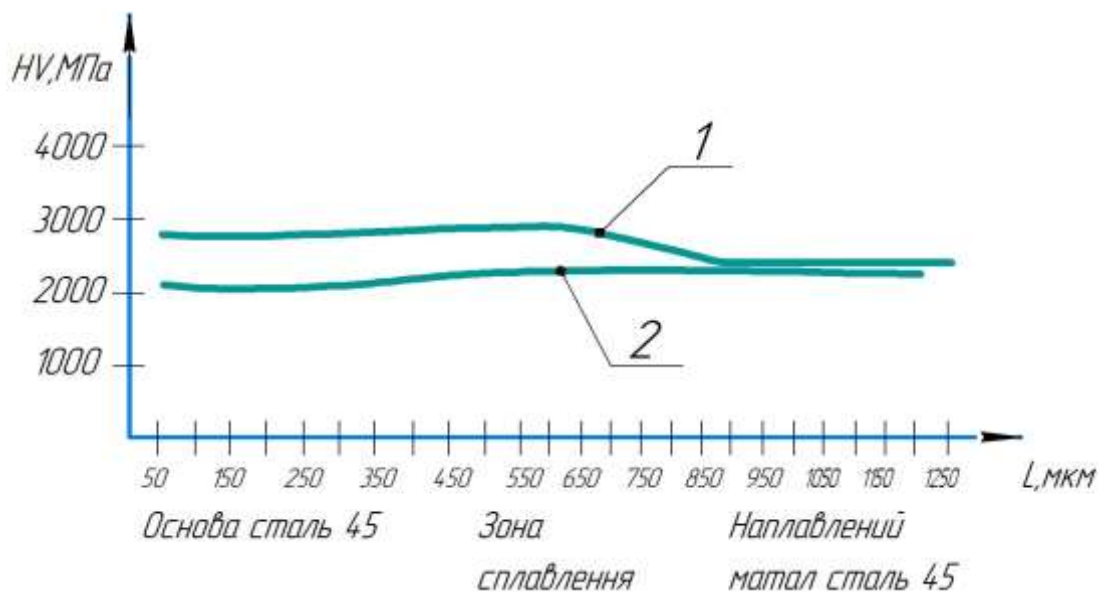
Марка сталі, ГОСТ	Механічні властивості					
	σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %	ψ , %	KCU , МДж/м ²	НВ
Сталь 45 ГОСТ 977 – 88 лита	550	320	12	20	0,3	–
Сталь 45 ГОСТ 1050 – 88 деформована	610	360	16	40	0,5	–
Серійна кована деталь	764	537	18	46	0,94	–
Електрошлаковий метал до оброблення	682	374	6	12	0,216	229–241*
						217–241
Електрошлаковий метал термічного оброблення	670	518	21	53	0,67	229–241*
						229–241

Після механічних випробувань зразків металу на розтяг з них виготовляли шліфи, для чого їх заливали епоксидною смолою в спеціальних оправках. Після застигання виготовляли металографічні шліфи. Шліфи з розривних зразків були протравлені для виявлення зони сплавлення. З'ясовано, що зразки розривалися по наплавленому металу, тобто метал основи і зони сплавлення мають вищі механічні властивості. Це пояснюється тим, що метал основи являє собою ковану заготовку, а наплавлений метал – литу (таблиця 3.6).

3.8 Мікротвердість зварного з'єднання

Мікротвердість як основного так і наплавленого металу до термічного оброблення практично однакова – в межах від 2300 МПа до 2700 МПа, в зоні сплавлення вона складає 3200 МПа (рис 3.6).

Після термічного оброблення (нагрівання до температури 850 °С та охолодження на повітрі, відпуск при температурі 550 °С та охолодження на повітрі) мікротвердість металу основи деталі, зони сплавлення дещо зменшилися. Так мікротвердість для металу основи зменшилась від 2300 МПа до 2000 МПа, зони сплавлення – до 2100 МПа. Мікротвердість наплавленого металу майже не змінилась (рисунок 3.6). Зменшення показників мікротвердості відбулось можливо тому, що в процесі термічного оброблення знімається гартування сталі, яке відбулося в процесі електрошлакового наплавлення.



Умовні позначення:

1 – до термічного оброблення;

2 – після термічного оброблення.

Рисунок 3.6 – Мікротвердість наплавлення

4 ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАНУ ДІЛЬНИЦІ

4.1 Розрахунок необхідної кількості обладнання і оснащення

Режим роботи проектованої ділянки:

- робочий тиждень 40 год;
- двозмінний режим роботи;
- плановий річний фонд часу роботи устаткування при 2-х змінній роботі

$F_{\text{ном}} = 4160$ год.

Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу здійснюється за формулою:

$$C_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i n_i}{F_{\text{до}}}, \text{ шт} \quad (4.1)$$

де C_{pi} – кількість обладнання за розрахунками, шт;

m – кількість видів робіт;

t_i – Норма часу 1-ої операції, год;

N_i – Річна виробнича програма 1-го виробу, шт;

$F_{\text{до}}$ – Дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання визначається:

$$F_{\text{до}} = F_{\text{ном}}(1 - K_{\text{в}}), \text{ год} \quad (4.2)$$

де $F_{\text{ном}} = 4160$ год – номінальний річний фонд часу роботи обладнання;

$K_{\text{в}}$ – Коефіцієнт втрат часу на ремонт та обслуговування обладнання, приймається (3–10) % від номінального фонду. Приймаються $K_{\text{в}} = 8,5$ %.

$$F_{\text{до}} = 4160(1 - 0,085) = 3806 \text{ год}$$

Кількість магнітографітних дефектоскопів буде дорівнювати:

$$C_{pi} = \frac{0,08 \cdot 9000}{3806} = 0,2 \text{ шт},$$

Кількість печей WT–60 буде дорівнювати:

$$C_{pi} = \frac{0,42 \cdot 9000}{3806} = 0,86 \text{ шт},$$

Кількість установок для електрошлакового зварювання А–550М буде дорівнювати:

$$C_{pi} = \frac{0,4 \cdot 9000}{3806} = 0,84 \text{ шт},$$

Кількість термостатів WT – 100 буде дорівнювати:

$$C_{pi} = \frac{0,84 \cdot 9000}{3806} = 0,94 \text{ шт},$$

Кількість печей СНО – 4.8.3/11 буде дорівнювати:

$$C_{pi} = \frac{1,35 \cdot 9000}{3806} = 0,99 \text{ шт},$$

Кількість свердільно–фрезерних верстатів буде дорівнювати:

$$C_{pi} = \frac{0,37 \cdot 9000}{3806} = 0,83 \text{ шт},$$

Кількість установок СВЧ буде дорівнювати:

$$C_{pi} = \frac{0,34 \cdot 9000}{3806} = 0,8 \text{ шт},$$

Кількість ультразвукових дефектоскопів буде дорівнювати:

$$C_{pi} = \frac{0,17 \cdot 9000}{3806} = 0,4 \text{ шт},$$

4.2 Розрахунок чисельності персоналу дільниці

Чисельність основних робітників на нормованих роботах наплавочної дільниці по кожній професії визначається за формулою:

$$R_0 = \frac{\sum_{i=1}^m N_i}{F_{\text{д.р.}} \cdot K_{\text{в.н}}}, \text{чол} \quad (4.3)$$

де R_0 – чисельність основних виробничих робітників;

m – Кількість видів робіт;

t_1 – Норма часу 1-ої операції, год;

N_i – Річна виробнича програма 1-го виробу, шт;

$F_{\text{д.р.}}$ – Дійсний річний фонд часу роботи одного працівника, год;

$K_{\text{в.н.}} = 1,05$ – коефіцієнт виконання норм виробітку.

Дійсний річний фонд часу роботи одного працівника визначається:

$$F_{\text{д.р.}} = F_{\text{ном}}(1 - h), \text{год} \quad (4.4)$$

де $F_{\text{ном}} = 2080$ год – номінальний річний фонд часу роботи одного працівника;

$h = 0,12$ – плановий коефіцієнт невиходу працівників на роботу.

$$F_{\text{д.р.}} = 2080 \cdot (1 - 0,12) = 1830 \text{ ч}$$

Розрахунок кількості наплавщиків:

$$R_0 = \frac{0,4 \cdot 9000}{1830 \cdot 1,05} = 1,54 \text{ чол}$$

Розрахунок кількості термістів WT – 60:

$$R_0 = \frac{0,86 \cdot 9000}{1830 \cdot 1,05} = 1,98 \text{ чол}$$

Розрахунок кількості термістів RT –100:

$$R_0 = \frac{0,94 \cdot 9000}{1830 \cdot 1,05} = 2,01 \text{ чол}$$

Розрахунок кількості термістів СНО.4.8.3/11:

$$R_0 = \frac{0,99 \cdot 9000}{1830 \cdot 1,05} = 2,04 \text{ чол}$$

Розрахунок кількості контролерів:

$$R_0 = \frac{0,6 \cdot 9000}{1830 \cdot 1,05} = 1,76 \text{ чол}$$

Розрахунок кількості фрезеровщиків:

$$R_0 = \frac{0,83 \cdot 9000}{1830 \cdot 1,05} = 1,96 \text{ чол}$$

Розрахунок кількості термістів ТВЧ:

$$R_0 = \frac{0,8 \cdot 9000}{1830 \cdot 1,05} = 1,94 \text{ чол}$$

Чисельність допоміжних робітників визначається за нормами обслуговування і по робочих місцях. Для ділянки необхідні: 2 наладчика, 2 електрика ремонтника, 2 кранівника.

Визначення потреби в ІТП проводиться на підставі структури управління: 1 інженер технолог, 1 майстер.

Для забезпечення нормального перебігу технологічного процесу відновлення цапфи серги підвіски потрібні робітники відповідної кваліфікацій. Зведена відомість чисельності працівників наведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Зведена відомість чисельності працівників

Професія	Кількість працівників, чол	По розрядах		По змінах	
		3	4	1	2
1	2	3	4	5	6
Наплавщик	2	—	2	1	1
Терміст WT-60	2	2	—	1	1
Терміст RT-100	2	2	—	1	1
Терміст СНО-4.8.3/11	2	—	2	1	1
Терміст ТВЧ	2	—	2	1	1
Контролер	2	2	—	1	1
Фрезеровщик	2	—	2	1	1

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
Наладчик	2	2	—	1	1
Електрик– ремонтник	2	2	—	1	1
Кранівник	2	2	—	1	1
Інженер–технолог	1	—	—	1	—
Майстер	1	—	—	1	—
Всього	24	12	8	13	11

4.3 Вибір і розрахунок транспортних засобів

Для обслуговування ділянки складання та зварювання серги підвіски, виходячи з конструктивних особливостей складально – зварювальних пристосувань подача деталей у деякі пристосування буде виконуватися за допомогою кранів – балок [30].

Розрахунок кількості кранів–балок виконується за формулою:

$$N = \frac{N_{\text{оп}} \cdot T_{\text{кр}}}{T_{\text{зм}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_0 60} \quad (4.5)$$

де $N_{\text{оп}}$ – кількість кранових операцій за зміну;

$T_{\text{кр}}$ – середній час на одну кранову операцію, хв.;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни, год.;

$K_{\text{п}}$ – коефіцієнт, який враховує простій крана, $K_{\text{п}} = 0,9$;

K_0 – коефіцієнт, який враховує скорочення часу циклу при суміщенні декількох операцій, $K_0 = 1,1$.

Кількість кранових операцій у зміну визначають за формулою в

залежності від числа одиниць вантажу, який переміщується на ділянці:

$$N_{\text{оп}} = \frac{D \cdot N_k}{n \cdot m \cdot d} \text{ шт} \quad (4.6)$$

де N_k – середнє число кранових операцій за один раз (виріб, деталь, вузол);

n – число робочих днів у рік;

m – число робочих змін на добу;

D – кількість вантажів на річну програму, шт.;

d – середня кількість вантажів, що переміщуються краном, за одну операцію, шт.

$$N_{\text{оп}} = \frac{9000 \cdot 7}{250,5 \cdot 2 \cdot 2} = 62,9$$

Середній час на одну кранову операцію визначають за формулою:

$$T_{\text{кр}} = \frac{L}{V} + t_n + t_p \quad (4.7)$$

де L – середня довжина пробігу крана в обидва кінця за одну операцію, м;

V – середня швидкість пересування крану, м/хв.;

t_n, t_p – середній час на одну кранову операцію навантаження і розвантаження відповідно, хв..

$$t_{\text{кр}} = \frac{29}{20} + 1,5 + 1,5 = 4,45 \text{ хв}$$

$$N = \frac{62,9 \cdot 4,45}{8 \cdot 0,9 \cdot 1,1 \cdot 60} = 0,6 \text{ шт}$$

Приймаємо кількість кранів на ділянці рівним 1 од.

4.4 Розрахунок плану ділянки

Розташування цеху, всіх його виробничих відділень і ділянок, а також допоміжних, адміністративно–конторських та побутових приміщень повинно повністю задовольняти всім вимогам процесів, що підлягають виконанню у кожному з цих відділень.

Ділянка зварювання серги буде розташовуватися в прольоті, ширина якого визначається шляхом підрахунку суми розмірів ширини робочих місць, проходів і проїздів між ними [27].

Так як на ділянці буде розташовуватися одна лінія обладнання по ширині прольоту буде визначатися:

$$B_{\text{пр}} = 2b_1 + 2b_{\text{об}} + b_{\text{п}} + 2b_{\text{прох}} , \quad (4.8)$$

де $B_{\text{пр}}$ – ширина прольоту, м;

b_1 – відстань від тильної сторони робочого місця до осі поздовжнього ряду колон, що становить 1 метр;

$b_{\text{об}}$ – найбільша ширина обладнання із джерелом живлення, $b_{\text{об}} = 4,3$ м;

$b_{\text{п}}$ – ширина проїзду, $b_{\text{п}} = 3$ м;

$b_{\text{прох}}$ – ширина проходів з кожної сторони обладнання, $b_{\text{прох}} = 1$ м.

$$B_{\text{пр}} = 2 \cdot 1 + 2 \cdot 4,3 + 3 + 2 \cdot 1 = 15,6 \text{ м}$$

Приймаємо стандартну ширину прольоту рівною 18 м. Величина кроку колони дорівнює 12 м. Довжина ділянки визначається при розстановці обладнання.

Оскільки на ділянці для переміщення вантажів буде використовуватись кран – балка висота прольотів буде визначатися:

$$H_{\pi} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7$$

де h_1 – найбільша висота обладнання, м;

h_2 – відстань від рівня поверхні головки рейки до найбільш низької точки підйомного гаку у його найбільш високому положенні, $h_2 = 0,75$ м;

h_3 – відстань між найбільш низької точки підйомного крану і найбільш високою точкою вантажу, що транспортують, $h_3 = 1,3$ м;

h_4 – найбільша висота вантажів, що транспортуються у даному прольоті, $h_4 = 0,55$ м;

h_5 – відстань між найбільш низької точки піднятих вантажів і найвищою точкою обладнання, що встановлене у тому ж прольоті, $h_5 = 1$ м;

h_6 – відстань від рівня поверхні головки рейки підкранового шляху до нижньої точки обладнання візка, $h_6 = 0,2$ м;

h_7 – відстань між вищою точкою крану і нижньої зтяжки кроків перекриття, $h_7 = 1,2$ м.

$$H_{\pi} = 3 + 0,75 + 1,3 + 0,55 + 1 + 0,2 + 1,2 = 8 \text{ м.}$$

Розставляємо обладнання за схемою виробничого потоку. Довжина ділянки складе 12 м.

Схема розташування обладнання і напрямок виробничого потоку вказані на рисунку 4.1

Для розміщення розрахованої кількості обладнання необхідна ділянка з шириною 12 м, довжиною 18 м і висотою 6 м.

Визначаємо площу, яку займає проектована ділянка:

$$S = a \cdot b \quad (4.9)$$

де $a = 18$ м – довжина ділянки;

$b = 12$ м – ширина ділянки;

$$S = 18 \cdot 12 = 216 \text{ м}^2$$

Загальна площа ділянки складає 216 м².

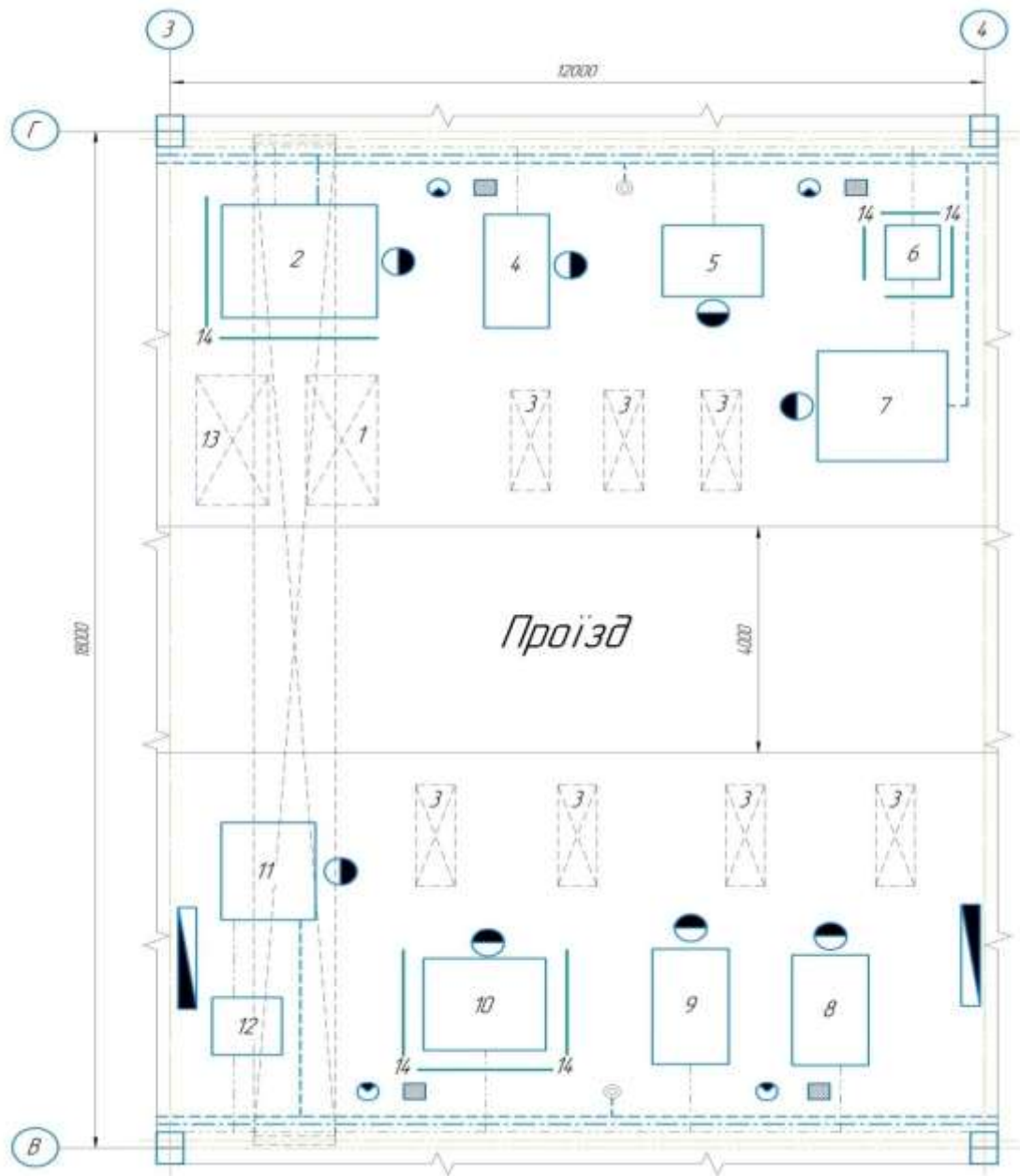


Рисунок 4.1 – Схема розташування обладнання

Таким чином, в цьому розділі виконане технічне завдання на проектування нестандартного обладнання та оснащення з описанням улаштування та принципу дії обладнання та пристосувань. Розрахована необхідна кількість обладнання і оснащення, кількість персоналу та план ділянки. Обрані та розраховані транспортні засоби.

5 ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ДІЛЬНИЦІ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ СЕРГИ ПІДВІСКИ

5.1 Організація виготовлення цапфи серги підвіски

У даному проекті розроблений технологічний процес наплавлення серги підвіски. Для проектування дільниці з впровадження цього техпроцесу необхідно:

- пронормувати операції технологічного процесу;
- встановити річну виробничу програму виробів;
- розрахувати необхідну кількість обладнання та виробничу площу дільниці;
- розрахувати чисельність персоналу дільниці.

Дані з нормування техпроцесу зведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Технологічний процес наплавлення цапфи серги

Номер операції	Найменування операції	Норма часу, хв
1	Різання заготовки серги	8
2	Вхідний контроль якості серги	5
3	Попередній нагрів серги	25,06
4	Електрошлакового наплавлення цапфи серги	23,73
5	Остигання наплавленої серги	50,5
6	Нормалізації серги	81
7	Обробка цапфи	15,82
8	Свердління отворів, нарізування різьби і фрезерування канавок на поверхні цапфи	21,92
9	Загартування струмами високої частоти	20,11
10	Вихідний контроль якості цапфи серги	10,28
	Усього	260,9

5.1.1 Виробнича програма дільниці

На основі визначення норми часу по виготовленню однієї серги підвіски прийнята річна програма в розмірі $N = 9000$ шт. Розрахунок необхідних покупних деталей наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок необхідних покупних деталей

Назва виробу	Кількість деталей у виробі, шт	Норма часу на одиницю, н/год	Річна виробнича програма	
			Кількість виробів, шт	Норма часу, н/год
Заготовка серга підвіски	1	4,33	9000	38970

5.1.2 Розрахунок кількості обладнання та площі дільниці

Режим роботи проектованої дільниці:

Робочий тиждень 40 год;

двозмінний режим роботи;

плановий річний фонд часу роботи устаткування при 2-х змінній роботі

$F_{\text{ном}} = 4160$ год.

Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу здійснюється за формулою:

$$C_{pi} = \frac{\sum_{i=1}^m t_i n_i}{F_{\text{до}}}, \text{ шт} \quad (5.1)$$

де C_{pi} – кількість обладнання за розрахунками, шт;

m – кількість видів робіт;

t_i – Норма часу 1– ої операції, год;

N_i – Річна виробнича програма 1– го виробу, шт;

F_{oo} – Дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання визначається:

$$F_{до} = F_{ном}(1 - K_v), \text{ год} \quad (5.2)$$

де $F_{ном} = 4160$ год – номінальний річний фонд часу роботи обладнання;

K_v – Коефіцієнт втрат часу на ремонт та обслуговування обладнання, приймається (3–10) % від номінального фонду. Приймаються $K_v = 8,5$ %.

Всі розрахунки по обладнанню зведені в таблиці 5.3

Таблиця 5.3 – Розрахунки обладнання

Найменування устаткування	Модель	Кількість обладнання		Коефіцієнт завантаження	Потужність обладнання, кВт/год	
		По розрахуй	Прийняте		Одиниці	Всього
1. Плазмовий верстат з ЧПУ	ШАТЛ	0,4	1	0,46	3,8	—
2. Магнітографічний дефектоскоп	МДУ–2У	0,2	1	0,20	0,03	—
3. Піч	WT–60	0,86	1	0,99	15	—
4. Устаткування для електрошлакового наплавлення	A–550M	0,84	1	0,98	1,5	1,5
	ТШС–3000–1				137	—
5. Термостат	RT–100	0,94	1	0,98	13	—
6. Піч	СНО–4.8.3/11	0,99	1	0,80	35	—
7.Свердільно–фрезерний верстат	СФ32Б	0,83	1	0,87	1,5	1,5
8. Установка ТВЧ	ПЕТРА–0501	0,8	1	0,79	30	—
9.Ультразвуковий дефектоскоп	062233	0,4	1	0,40	0,005	—
10. Кран–балка	—	1	1	1	12,4	12,4
Всього	—	—	10	0,80	—	20,9

Для розміщення розрахованої кількості обладнання необхідна ділянка шириною 18м, довжиною 12м.

Площа, що займає ділянка складає: $S = 18 \cdot 12 = 216 \text{ м}^2$.

5.1.3 Розрахунок чисельності персоналу ділянки

Чисельність основних робітників на нормованих роботах наплавочної ділянки по кожній професії визначається за формулою:

$$R_0 = \frac{\sum_{i=1}^m N_i}{F_{\text{д.р.}} \cdot K_{\text{в.н.}}}, \text{чол} \quad (5.3)$$

де R_0 – чисельність основних виробничих робітників;

m – Кількість видів робіт;

t_1 – Норма часу 1-ої операції, год;

N_i – Річна виробнича програма 1-го виробу, шт;

$F_{\text{д.р.}}$ – Дійсний річний фонд часу роботи одного працівника, год;

$K_{\text{в.н.}} = 1,05$ – коефіцієнт виконання норм виробітку.

Дійсний річний фонд часу роботи одного працівника визначається:

$$F_{\text{д.р.}} = F_{\text{ном}}(1 - h), \text{год} \quad (5.4)$$

де $F_{\text{ном}} = 2080$ год – номінальний річний фонд часу роботи одного працівника;

$h = 0,12$ – плановий коефіцієнт невиходу працівників на роботу.

$$F_{\text{д.р.}} = 2080 \cdot (1 - 0,12) = 1830 \text{ ч}$$

Чисельність допоміжних робітників визначається за нормами обслуговування і по робочих місцях. Для ділянки необхідні: 2 наладчика, 2

електрика ремонтника, 2 кранівника.

Визначення потреби в ІТП проводиться на підставі структури управління: 1 інженер технолог, 1 майстер.

Для забезпечення нормального перебігу технологічного процесу відновлення цапфи серги підвіски потрібні робітники відповідної кваліфікацій.

Зведена відомість чисельності працівників наведена в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Зведена відомість чисельності працівників

Професія	Форма оплати роботи	Кількість працівників, чол	По розрядах		По змінах	
			3	4	1	2
1. Оператор станка з ЧПУ	Відрядно–преміальна	2	—	2	1	1
2. Наплавщик		2	—	2	1	1
3. Терміст WT–60		2	2	—	1	1
4. Терміст RT–100		2	2	—	1	1
5. Терміст СНО–4.8.3/11		2	—	2	1	1
6. Терміст ТВЧ		2	—	2	1	1
7. Контролер		2	2	—	1	1
8. Фрезеровщик		2	—	2	1	1
Всього		16	6	10	8	8
1. Наладчик	Погодинно преміальна	2	2	—	1	1
2. Електрик–ремонтник		2	2	—	1	1
3. Кранівник		2	2	—	1	1
Всього		6	6	—	3	3
1. Інженер–технолог	Штатно–окладна	1	—	—	1	—
2. Майстер		1	—	—	1	—
Всього		24			13	11

5.2 Планування витрат на виробництво

У даному розділі необхідно запланувати матеріальні витрати, витрати на основні виробничі фонди, розрахувати фонд оплати праці робітників, скласти калькуляцію собівартості продукції.

5.2.1 Матеріальні витрати

Вартість основних та допоміжних матеріалів розраховують на підставі норм використання та цін. Крім того враховують транспортно – заготівельні витрати в обсязі від 5% до 7% від вартості матеріалів.

До допоміжних матеріалів відносяться ті матеріали, які використовують для виконання технологічного процесу виготовлення серги підвіски.

Розрахунок вартості матеріалів приведено у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Розрахунок потреби і вартості основних матеріалів

Найменування матеріалу	Норма витрат		Ціна за 1т матеріалу, грн.	Вартість на програму, тис. грн.	
	На виріб, кг	На програму, т		За оптовими цінами	Балансова
Зварювальні електроди	0,6	5,4	70000	360	378
Зварювальний флюс	0,7	6,3	25000	151	157,5
Всього				511	535,5

Розрахунок вартості напівфабрикатів приведено в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Розрахунок потреби і вартості напівфабрикатів

Найменування напівфабрикату	Норма витрат		Ціна за 1 штуку, грн.	Вартість на програму, тис. грн.	
	На виріб, шт.	На програму		За оптовими цінами	Балансова
Заготовка серги	1	9000	445	3925	4005

5.2.2 Вартість основних виробничих фондів

Вартість основних виробничих фондів передбачає наступні розрахунки:

- вартість будівлі визначається на основі розрахованої загальної площі і вартості 1 м² будівель від 700 грн до 1000 грн;
- вартість обладнання розрахована з урахуванням транспортно–заготівельних витрат і монтажу від 10% до 15% і приведена в таблиці 5.7.
- вартість цінних інструментів та пристосувань, інвентарю (складає від 5% до 7% балансової вартості обладнання);
- вартість транспортних засобів від 3% до 5% балансової вартості обладнання).

Розрахунок вартості устаткування наведено в таблиці 5.7

Таблиця 5.7 – Розрахунок вартості обладнання

Найменування устаткування	Ціна за одиницю, грн	Кількість одиниць	Ціна обладнання за прейскурантом, грн
1. Установка для наплавлення А550М з джерелом живлення ТШС–3000–1	134620	1	134620
2. Плазмовий верстат з ЧПУ	569951	1	569951
3. Магнітографічний дефектоскоп	3490	1	3490
4. Ультразвуковий дефектоскоп	5490	1	5940
5. Електрична піч WT–60	8030	1	8030
6. Термостат RT–100	12160	1	12160
7. Електрична піч СНО–4.8.3/11	18040	1	18040
8. Свердлильно – фрезерний верстат	32920	1	32920
9. Установка ТВЧ ПЕТРА–0501	46980	1	46980
10. Кран–балка	35840	1	35840
Всього	902651	10	902651

Балансова вартість обладнання:

$$Q_{\text{пр}} = 902651 \cdot 1,10 = 992916,1 \text{ грн}$$

Вартість будівлі виробничого призначення визначається виходячи з обсягу, визначеного за прийнятою висоті прольоту, кількості одиниць обладнання та питомої площі, займаної одиниці обладнання тощо. Вартість будинку визначається:

$$Q_{\text{зд}} = S \cdot C \quad (5.5)$$

де $S = 216 \text{ м}^2$ – площа ділянки;

$C = 440 \text{ грн} / \text{м}^2$ – ціна одного м^2 виробничої площі;

Балансова вартість цінного інструменту становить 3 % балансової вартості обладнання:

$$Q_{зд} = 216 \cdot 440 = 9504 \text{ грн}$$

Балансова вартість виробничого інвентарю приймаємо 2 % від вартості обладнання, а господарського 110 грн на одного робітника і 165 грн на одного ІТП.

$$Q_{пр} = 992916,1 \cdot 0,02 + 2750 = 22608 \text{ грн}$$

де 2750 грн – вартість господарського інвентарю.

Основні фонди ділянки і розрахунок амортизаційних відрахувань наведено в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Основні фонди ділянки і розрахунок амортизаційних відрахувань

Найменування основних фондів структура, % Норма амортизації,	Залишкова вартість, грн	Структура, %	Норма амортизації, %	Річні амортизаційні відрахування, грн
Приміщення	95040	19,7	5	4752
Виробниче обладнання	992916,1	75,9	20	198583
Інструменти і пристосування	10971	2,3	25	2742
Виробничий інвентар	22608	2,1	100	22608
Всього	1121535,1	100		228685

5.2.3 Розрахунок фонду оплати праці

Сума заробітної платні, яка виплачується працівникам підприємства, утворює фонд заробітної платні. Цей показник розраховується окремо по кожній групі працівників, і в цілому по ділянці.

Тарифний фонд заробітної платні основних робітників – відрядників розраховується за формулою:

$$З_{\text{відрядників}} = \sum_{i=1}^n N_i P_i \quad (5.6)$$

де n – кількість операцій технологічного процесу;

P_i – розцінка на операцію, що розраховується за формулою:

$$P_i = c_i t_i$$

де c_i – годинна тарифна ставка відповідного розряду, грн;

t_i – норма часу на i -ту операцію, год

Розрахунок розцінок зведений в таблиці 5.9

Таблиця 5.9 – Розрахунок розцінок за операціями

Операція	Норма часу	Розряд	Годинна тарифна ставка, грн	Розцінка, грн
1. Оператор станка з ЧПУ	0,35	4	60	24
2. Наплавщик	0,40	4	60	24
3. Фрезувальник	0,37	4	60	22,2
4. Терміст WT-60	0,42	3	52	21,84
5. Терміст RT-100	0,42	3	52	21,84
6. Терміст СНО-4.8.3/11	0,34	4	60	20,4
7. Терміст ТВЧ	0,34	4	60	24,4
8. Контролер	0,26	4	60	15,6
Всього	2,97	—		172,12

Річний тарифний фонд заробітної плати основних робітників:

$$З_{\text{тар}} = 172,12 \cdot 9000 = 1549080 \text{ грн.}$$

Заплановані доплати складають 60% від тарифного річного фонду:

$$З_{\text{допл}} = 1549080 \cdot 0,6 = 929448 \text{ грн.}$$

Річний тарифний фонд заробітної плати допоміжних робітників визначається:

$$З_{\text{тар}} = C_1 \cdot K_{\text{тар.ср.}} \cdot F_{\text{др.}} \cdot R_{\text{доп.}}, \quad (5.7)$$

де C_1 – годинна тарифна ставка 1 розряду, грн.;

$F_{\text{др.}}$ – дійсний річний фонд часу робітників, год.;

$K_{\text{тар.ср.}}$ – середній тарифний коефіцієнт.

$$K_{\text{тар.ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i \cdot R_{\text{всп.}i}}{R}, \quad (5.8)$$

де m – кількість розрядів допоміжних робітників;

K_i – тарифний коефіцієнт i -того розряду;

$R_{\text{всп.}i}$ – чисельність допоміжних робітників i -того розряду.

$$K_{\text{тар.ср.}} = \frac{1,25 \cdot 4 + 1,37 \cdot 2 + 1,55 \cdot 3}{6} = 1,42$$

Річний тарифний фонд заробітної плати допоміжних робітників:

$$З_{\text{тар}} = 62 \cdot 0,4 \cdot 1830 \cdot 6 = 272306 \text{ грн}$$

Заплановані доплати і премії:

$$З_{\text{допл}} = 966679,2 \cdot 0,5 = 136152 \text{ грн.}$$

Відрахування на соціальне страхування визначається згідно із діючим законодавством – 37,5%.

Заплановані доплати, додаткова зарплата і премії основним виробничим робітникам складають 60 % від тарифного фонду зарплати.

Тарифний фонд заробітної платні допоміжних працівників – погодинних визначається за формулою:

$$Z_{\text{погод}} = C_1 \cdot K_{\text{тар.сер}} \cdot F_{\text{др}} \cdot R_{\text{доп}} \quad (5.9)$$

де C_1 – годинна тарифна ставка 1-го розряду;

$R_{\text{доп}}$ – чисельність допоміжних працівників, чол;

$K_{\text{тар.сер}}$ – Середній тарифний коефіцієнт:

Заплановані доплати, додаткова зарплата і премії допоміжним робочим становлять 50 % від тарифної зарплатні.

Фонд зарплатні інженерно-технічного персоналу визначається їх чисельністю та посадовими окладами згідно штатного розкладу, що становить 156000 грн. Доплати і премії становлять 40 % від основної зарплатні.

Розрахунок фондів заробітної платні ІТП наведено в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 – Розрахунок фондів заробітної платні ІТП

Посада	Чисельність, чол	Місячний оклад, грн	Сума місячних окладів, грн	Річний фонд, грн
Майстер	1	7000	84000	117600
Технолог	1	6000	72000	100800
	2		156000	218400

Зведена відомість про роботу та заробітну плату всіх категорій працюючих, чисельність працівників і їх середня зарплатня приведена в таблиці 5.11.

Таблиця 5.11 – Зведена відомість про роботу та заробітну платню всіх категорій працюючих

Категорія працюючих	Кількість, чол.	Тарифи та фонд заробітної плати, грн.	Доплати, додаткова зарплата, премії грн.	Річний фонд зарплати, грн.	Середня зарплата за місяць, грн.	Відрахування на соціальні заходи, грн.
Основні робочі	16	1549080	929448	2478528	9068	1230
Допоміжні робочі	6	272306	136152	408458	5150	830
ІТП	2	156000	62400	218400	6800	980
Всього	24	1977386	1128000	3105386	8718	3040

5.2.4 Розрахунок собівартості наплавлених робіт

Собівартість виробу визначається усіма витратами дільниці за такими статтями прямих та непрямих витрат.

Прямі витрати

1. Основні і допоміжні матеріали – 535,5 тис. грн.(табл.. 5.5);
2. Напівфабрикати – 4005 тис. грн.(табл. 5.6);

3. Тарифна (основна) заробітна плата основних виробничих робітників – 108 тис. грн. (табл. 5.10);

4. Додаткова заробітна плата, премії основних робітників – 86,4 тис. грн. (табл. 5.10);

5. Відрахування на соціальне страхування (з фонду оплати праці основних робітників) – 66,528 тис. грн.

Непрямі витрати

До непрямих витрат, що входять у собівартість виробу відносяться: Стаття «Витрати на утримання і експлуатацію обладнання», стаття «Загальновиробничі витрати», стаття «Загальногосподарські витрати».

Стаття «Витрати на утримання і експлуатацію обладнання» є комплексною і включає такі витрати:

- вартість силової енергії, споживаної обладнанням;
- витрати на стиснуте повітря, технічну воду, витрати на допоміжні матеріали;
- заробітна плата допоміжних робітників, що обслуговують обладнання із відрахуваннями на соціальне страхування;
- поточний ремонт устаткування та вартісних інструментів;
- амортизація виробничого обладнання, вартісних інструментів та транспортних засобів;
- зношування малоцінних і швидкозношуваних інструментів;
- інші витрати.

За даними базового підприємства приймаємо відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання рівним $a = 250\%$.

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання розподіляються на собівартість одиниці продукції пропорційно основної (тарифної) заробітної плати основних виробничих робітників.

Розмір ВУЕО, що припадає на одиницю виробу:

$$ВУЕО = \frac{\alpha}{100} \cdot З_{осн}^{од}, \quad (5.10)$$

$$ВУЕО = \frac{250}{100} \cdot 172,12 = 430,3 \text{ грн.}$$

Стаття «Загальновиробничі витрати» – це витрати на керування у межах цеха. Стаття є комплексною і включає такі витрати:

– утримання цехового персоналу – річний фонд заробітної плати керівників і спеціалістів дільниці із відрахуваннями на соціальне страхування;

– утримання приміщення та інвентарю:

1) вартість освітлювальної електроенергії;

2) вартість води на побутові потреби, пар для опалення, допоміжні матеріали;

3) поточний ремонт приміщень та інвентарю;

4) амортизація будівель та споруд;

5) витрати на проведення дослідів, досліджень, раціоналізація та винахідництво;

6) витрати на охорону праці та техніку безпеки;

7) інші витрати.

За даними базового підприємства приймаємо відсоток загальновиробничих витрат рівним $\beta = 150\%$.

Загальновиробничі витрати розподіляються на собівартість одиниці продукції пропорційно основної (тарифної) заробітної плати основних виробничих робітників.

Розмір ЗВВ, що припадає на одиницю виробу:

$$ЗВВ_i = \frac{\beta}{100} \cdot З_{осн}^{од}, \quad (5.11)$$

$$ЗВВ_i = \frac{150}{100} \cdot 172,12 = 262,68 \text{ грн.}$$

Загальногосподарські або адміністративні витрати – це витрати на керування, виробниче та господарче обслуговування на рівні підприємства як єдиної системи.

Сума загальногосподарських або адміністративних витрат визначається укрупнено у відсотках до основної (тарифної) заробітної плати основних виробничих робітників:

$$ЗГВ_i = \frac{\gamma}{100} \cdot З_{\text{осн}}^{\text{од}}, \text{ де } \gamma = 170\% \quad (5.12)$$

$$ЗГВ_i = \frac{170}{100} \cdot 172,12 = 292,604 \text{ грн.}$$

Витрати на збут – це витрати, пов'язані із утриманням складів готової продукції, витрати на пакування, транспортування готової продукції і ін.(3% від виробничої собівартості).

Собівартість одиниці продукції визначається на основі складання калькуляції собівартості продукції (таблиця 5.12).

Таблиця 5.12 – Калькуляція собівартості одиниці продукції

Статті витрат	Витрати	
	Всього, тис. грн.	На одиницю продукції, грн.
1. Основні та допоміжні матеріали	535,5	59,5
2. Напівфабрикати	4005	44,5
3. Тарифна (основна) заробітна плата основних виробничих робітників	108	12
4. Додаткова заробітна плата, премії основних робітників	86,4	9,6

Продовження таблиці 5.12

5. Відрахування на соціальне страхування	66,528	7,39
6. Витрати на утримання і експлуатацію обладнання (ВУЕО)	3872,7	430,3
7. Загальновиробничі витрати (ЗВВ)	2364	262,68
8. Собівартість виробнича	11038,1	825,97
9. Загальногосподарські або адміністративні витрати (ЗГВ)	2633,4	292,6
10. Витрати на збут	2117,5	0,23
11. Повна собівартість	11042,9	1118,8

5.3 Економічне обґрунтування розробленого проекту

В даному розділі розрахуємо річний економічний ефект, який можна отримати від впровадження технології виготовлення серги підвіски, запропонованого у даному дипломному проекті. Для розрахунку економічного ефекту необхідно порівняти виготовлення резервуару на запропонованій спеціалізованій ділянці із виготовленням виробу на базовому діючому підприємстві за старим технологічним процесом.

Розрахунок економічного ефекту

Порівняна економічна ефективність полягає у визначенні найбільш ефективного варіанту вирішення господарчої задачі. Показниками порівняної економічної ефективності є: сума приведених витрат і економічний ефект за розрахунковий рік.

Показник приведених витрат:

$$Z_i = C_i \cdot E_n \cdot K_i, \text{ грн.} \rightarrow \min, \quad (5.13)$$

де C_i – поточні витрати (повна собівартість) по i -тому варіанту, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних витрат, що дорівнює 0,15;

K_i – капітальні вкладення по i -тому варіанту, грн.

Економічний ефект за розрахунковий рік:

$$E_p = (Z_1 - Z_2) \cdot N_i, \text{ тис. грн.} \quad (5.14)$$

де Z_1 – ціна промислового виробу, яка складає 1200 грн

$$Z_2 = 1118,8 + 0,15 \cdot \frac{1121535}{9000} = 1137,49 \text{ грн.}$$

$$E_p = (1118,8 - 1137,49) \cdot 9000 = 562590 \text{ грн.}$$

При застосуванні запропонованого технологічного процесу виготовлення резервуару на спеціалізованій ділянці підвищується якість продукції, збільшується термін служби, підвищується культура виробництва продуктивність праці.

5.4 Ефективність та результативність

Оцінку ефективності та результативності роботи ділянки можна оцінити за наступними показниками:

1. Річний випуск виробів

- у натуральному вираженні, шт. – 9000;
- по трудомісткості, норм/год. – 38970;
- у вартісному вимірі, тис. грн. – 11042,9;

2. Виробнича площа ділянки, м² – 216;
3. Вартість основних виробничих фондів, тис. грн. – 1121,5;
4. Облікова чисельність персоналу, чол. – 24;
у тому числі – основні робітники – 38; допоміжні – 6;
керівники та спеціалісти – 2;
5. Фонд оплати праці, грн. – 3105386;
6. Середня заробітна плата за місяць по ділянки, грн. – 18718;
7. Продуктивність праці одного працюючого, грн/чол.

$$ПТ = \frac{C_{\Pi} \cdot M}{R}, \quad (5.15)$$

де C_{Π} – повна собівартість виробів за рік, грн.;

M – матеріальні витрати на виробництво річного обсягу продукції, грн.;

R – чисельність працюючих на ділянки, чол.

$$ПТ = \frac{11042900 - 535500 - 400500}{24} = 421120,83 \text{ грн/чол}$$

8. Фондовіддача

$$\Phi_{\text{відд}} = \frac{\sum \text{ПС}}{\sum \text{ОФ}}, \quad (5.16)$$

$$\Phi_{\text{відд}} = \frac{11042900 - 535500 - 400500}{1121535,1} = 9,01 \text{ грн/грн}$$

9. Фондомісткість

$$\Phi_{\text{міст}} = \frac{\sum \text{ОФ}}{\sum \text{ПС}}, \quad (5.17)$$

$$\Phi_{\text{міст}} = \frac{1121535,1}{11042900 - 535500 - 400500} = 0,111 \text{ грн/грн.}$$

10. Коефіцієнт завантаження обладнання – 0,80;
 11. Собівартість одиниці продукції, грн. – 1118,8;
 12. Економічний ефект за розрахунковий рік, грн. – 562590.

Таблиця 5.13 — Показники ефективності та результативності

Найменування показника	Значення показника
1. Річний випуск виробів:	
– у натуральному вираженні, шт.	9000
– за трудомісткістю, норм/год.	38970
– у грошовому обчисленні, тис. грн.	11042,9
2. Виробнича площа, м ²	216
3. Вартість основних виробничих фондів, тис. грн.	1121,5
4. Облікова чисельність персоналу, чол.	24
– у тому числі – основні робітники	16
– допоміжні	6
– керівники та спеціалісти	2
5. Фонд оплати праці, тис. грн.	3105,3
6. Середня заробітна плата за місяць по дільниці, грн.	8718
7. Продуктивність праці одного працюючого, грн./чол.	421120,83
8. Фондовіддача, грн./грн.	9,01
9. Фондомісткість, грн./грн.	0,111
10. Коефіцієнт завантаження обладнання	0,80
11. Собівартість одиниці продукції, грн.	1118,8
12. Економічний ефект за розрахунковий рік, тис. грн.	562,59

Таким чином, в цьому розділі розглянута організація виробництва продукції та виробнича програма дільниці. Розрахована кількість обладнання, площа дільниці та чисельність персоналу дільниці. Сплановані витрати на виробництво: матеріальні витрати та вартість основних виробничих фондів. Виконаний розрахунок оплати праці працівників дільниці та складена калькуляція собівартості виробу. Здійснене економічне обґрунтування запропонованої розробки її ефективність та результативність.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У розділі розглядається проектування діляниці по виготовленню деталей підвіски залізничних вагонів з використанням електрошлакової технології.

6.1 Аналіз потенційних небезпек

- Можливість поразки електричним струмом в результаті порушення правил електробезпеки, несправності технологічного устаткування.
- Небезпеки при виконанні дослідницького процесу наплавлення, зокрема можливість опіків внаслідок попадання розжареного рідкого металу або шлаку на відкриті ділянки тіла робітника в результаті порушення правил з ОП при виконанні процесу плавки.
- Небезпеки при отриманні зразків для дослідження мікроструктури з використанням механічного інструменту.
- Небезпеки при вивченні мікроструктур наплавленого шару при виготовленні шліфів і інтенсивності світла що випромінював при перегляді структур на оптичному мікроскопі.
- Незадовільні параметри повітряного середовища на робочому місці приводить до захворювань органів дихальних шляхів і легенів, а також чинить несприятливі дії на шкіру і очі.
- Підвищений рівень шуму при роботі індукційних печей призводить до зниження продуктивності праці, погіршенню якості продукції, що випускається, і самопочуття працюючих. Тривала дія шуму на людину може привести до часткової втрати слуху, підвищення кров'яного і внутрішнього тиску, загальної стомлюваності і збільшення небезпеки травматизму. Дія вібрації чинить патологічну дію на увесь організм людини, викликаючи загальну стомлюваність

і зниження уваги, і як наслідок травматизм при роботі, а також хронічні професійні захворювання.

– Небезпека при виникненні надзвичайних ситуацій – можливість загорання і способи евакуації персоналу.

6.2 Заходи по забезпеченню безпеки

– Для виключення, поразки електричним струмом електроустаткування повинне відповідати ГОСТ 12.2.007.0–75, ГОСТ 12.1.019–79, ГОСТ 12.1.004–91.

Експлуатація електроустаткування і електроустановок повинна проводитися відповідно «Правил технічної експлуатації електроустановок»(ПУЕ), «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів» і «Правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів».

Для забезпечення захисту від випадкових дотиків до токоведучих частин необхідно прийняти наступні способи і засоби : захисне обгороджування, ізоляція токоведучих частин, захисне відключення, блокування, знаки безпеки.

Для забезпечення захисту від поразки електричним струмом при дотику до металевих не токоведучих частин, які можуть виявитися під напругою в результаті ушкодження ізоляції, застосовують захисне заземлення, занулення, вирівнювання потенціалу системи захисних дротів, захисне відключення, ізоляцію не токоведучих частин, засоби індивідуального захисту і інші.

Усі металеві частини виробничого устаткування(станини, корпуси, електродвигуни, каркаси пультів управління), якщо вони можуть виявитися під напругою понад 42 В, мають бути заземлені. Для цього їх оснащують легко обзорними облаштуваннями заземлення або сполучають з нульовим дротом.

Електроустаткування верстатів незалежно від величини напруги виконується дротами, що мають ізоляцію наступних кольорів :

- силові ланцюги постійного і змінного струму – чорний (темно коричневий);
- ланцюги управління, сигналізації, виміру і місцевого освітлення змінного струму – червоний;
- ланцюги управління, сигналізації, виміру і місцевого освітлення постійного струму – синій (фіолетовий);
- ланцюги заземлення двоколірний зелено – жовтий (зелений);
- ланцюги, сполучені з нульовим дротом і не призначені для заземлення, – блакитний (сірий, білий).

Допускається робити монтаж електропроводки одноколірними дротами з обов'язковою установкою на їх кінцях трубок з полівінілхлориду вказаних кольорів.

Згідно з «ПУЕ 2015 У, правилами облаштування електроустановок» основними заходами захисту людини від поразки електричним струмом являються:

- забезпечення недоступності токо ведучих частин, що знаходяться під напругою, для випадкового дотику;
- захисне розділення мережі;
- усунення небезпеки поразки струмом при появі напруги на корпусах, кожухах і інших частинах електроустаткування;
- застосування спеціальних захисних засобів і індивідуальних засобів захисту : діелектричні рукавички і боти, діелектричні килимки і доріжки, що ізолюють підставки.

Для створення виробничих умов, при яких дія електричного струму повністю виключається, необхідно прагнути до того, щоб конструкція елементів електроустаткування, його пристрій і монтаж у виробничих приміщеннях, а також технічний стан електроустаткування, облаштувань захисного заземлення і занулення знаходилися в повній відповідності із спеціальними вимогами правил, дотримання яких строге обов'язково для усіх працюючих. Заземлення установок ЕШП і їх відключення при появі потенціалу на конструктивних

елементах установки.

– Для виключення опіків внаслідок попадання розжареного рідкого металу або шлаку на відкриті ділянки тіла робітника і забезпечення нормальних умов праці передбачено комплектування працівників ділянки одягом спеціальної для захисту від підвищених температур типу БТ і по ГОСТ – 12.4.045–2001, спеціальним шкіряним взуттям для захисту від підвищених температур по ГОСТ 12.4.032–95, спеціальними рукавицями типу Тр по ГОСТ 12.4.087–94. Для захисту обличчя операторів установок ЕШП передбачено використання захисних щитків типу ННП–С – 702VI по ГОСТ 12.4.035–2015, для термістів обслуговуючих печі передбачені щитки НСП по ГОСТ 12.4.02393.

– Можливість отримати механічні травми при виготовленні шліфів мікроструктури та безпосередньо наплавлення.

Під час виготовлення шліфів мікроструктури можливість отримання травм дуже висока. При роботі шліф машинкою або заточним кругом. Для цього необхідно використовувати спец одяг, взуття, окуляри та інше.

– Тривалість роботи на мікроскопі повинна складати не більше 1 години.

Під час регламентованих перерв з метою зниження нервово – емоційної напруги, стомлення зорового аналізатора, усунення впливу гіподинамії і гіпокінезії, відвертання розвитку позвонотоніческого стомлення виконувати комплекси вправ.

Працівник що обробляє метали має бути забезпечений засобами індивідуального захисту відповідно до чинних норм видачі спеціального одягу, спеціального взуття і інших засобів індивідуального захисту, розроблених на підставі Міжгалузевих правил забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям і іншими засобами індивідуального захисту.

Виданий спеціальний одяг, спеціальне взуття і інше повинні відповідати характеру і умовам роботи, забезпечувати безпеку праці, мати сертифікат відповідності або декларацію.

Особистий одяг і спецодяг необхідно зберігати окремо в шафках і вбиральні. Відносити спецодяг за межі підприємства забороняється.

Припливно–витяжна цехова і витяжна вентиляція з робочих місць у вигляді бортових відсмоктувань повинна щодня перевірятися і міститися в справності.

Аналіз стану повітряного середовища у виробничому приміщенні повинен проводитися згідно з планом–графіком, затвердженим працедавцем.

Ванни для того, що труїть повинні встановлюватися так, щоб верхні борти знаходилися на відстані 1 м від підлоги, а працівникам не доводилося нагинатися над ваннами при завантаженні і вивантаженні деталей.

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії і гігієни праці

а) при контролі виробничого освітлення слід керуватися вимогами ДБН В.2.5–28–2006 з урахуванням характеру і точності зорової роботи.

На проектованій ділянці передбачено комбіноване виробниче освітлення. Природне освітлення є основним при роботах у виробничих приміщеннях з віконними отворами і світловими ліхтарями. Згідно ДБН В.2.5–28–2006 «Природне і штучне освітлення. Норми проектування», коефіцієнт природного освітлення при комбінованому освітленні дорівнює 5 %.

Штучне освітлення передбачається в приміщеннях, в яких природне освітлення недостатньо і для освітлення приміщення вночі.

Освітленість розраховується згідно ДБН В.2.5–28–2006. Величина мінімальної освітленості встановлюється за характеристикою зорової роботи, яка визначалася найменшим розміром об'єкту розрізнення, контрастом об'єкту з фоном і характеристикою фону. Рекомендовані значення освітленості на підлозі приміщення не менше $E_n = 150$ Лк. Крім того, в місцях, небезпечних для проходу, на сходах і виробничих приміщеннях передбачають аварійне

освітлення, що забезпечує освітленість на підлозі не менше 5 % освітленості, але не менше 2 Лк, на підлозі основних проходів для виходу людей і 10 Лк на робочих місцях.

В якості джерел світла для освітлення промислових підприємств застосовують дугові ртутні люмінесцентні лампи. Перевагами цих ламп є: великий термін служби до 14000 годин, велика світловидатність в 5 – 7 разів більше ніж у ламп розжарювання, можливість створення світлового потоку який може відповідати будь-якій частині спектру. Недоліком є великі габарити, складність виробництва, великий період запалення лампи, наявність стробоскопічного ефекту.

б) мікроклімат виробничих приміщень – клімат внутрішнього середовища цих приміщень, який визначається поєднаннями температури, вологості і швидкості руху повітря, а також температури навколишніх поверхонь, що діють на організм людини.

Відповідно до ДСТУ–Н Б.А 3.2–1:2007 значень температури, відносній вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони виробничих приміщень залежно від категорії тяжкості виконуваної роботи, величини надлишків явного тепла, що виділяється в приміщенні, і періоду року. Виконувані в цеху роботи належать до категорії середньої тяжкості.

Енерговитрати організму людини знаходяться в межах 172 – 232 Джоуля/с.

Відповідно до цього на основі ДСТУ–Н Б.А 3.2–1:2007 оптимальними параметрами для цього цеху являтимуться:

1) в холодний і перехідний період:

– температура від 18°C до 20°C, відносна вологість від 60% до 40%, швидкість руху повітря 0,2 м/с;

2) в теплий період:

– температура від 21°C до 23°C, відносна вологість від 60% до 40 %, швидкість руху повітря 0,3 м/с.

Відповідність цих параметрів мікроклімату досягається застосуванням

припливно–витяжної вентиляції із зосередженим поданням підігрітого повітря(кал орифер).

Для оздоровлення повітряного середовища на ділянці ЕШВ спроектована система витяжної вентиляції. Проект вентиляції виконаний відповідно до СНиП 2.04.05–91 "Опалювання, вентиляція і кондиціонування". При проектуванні враховувалися вимоги ДСТУ–Н Б.А 3.2–1:2007 "Загальних санітарно – гігієнічні вимоги до повітря робочої зони" і СН 245–71 "Санітарні норми проектування промислових підприємств. Норми проектування". Для створення на ділянці санітарно – гігієнічних умов що відповідає ДСТУ–Н Б.А 3.2–1:2007 на автоматах ЕШВ передбачені місцеві відсмоктування у вигляді воронки розміром 300 мм х100 мм Передбачена швидкість газів що відходять від установки ЕШВ від 3.0 м/с до 3.5 м/с.

Необхідний стан повітря робочої зони може бути забезпечений виконанням певних заходів, таких як:

- механізація і автоматизація виробничих процесів, дистанційне керування ними;
- застосування технологічних процесів і устаткування, шкідливих речовин, що виключають освіту, або попадання їх в робочу зону;
- надійна герметизація устаткування, в якому знаходяться шкідливі речовини;
- захист від джерел теплових випромінювань;
- облаштування вентиляції і опалювання.

3) одним з шкідливих виробничих чинників є шум і вібрація. При розробці технологічного процесу, при організації робочих місць слід вживати усі необхідні заходи по зниженню шуму, до значень, що не перевищують допустимі.

6.4 Заходи по забезпеченню безпеки у НС

6.4.1 Заходи з пожежної безпеки

Пожежна профілактика – це комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки людей, попередження пожеж, обмеження його розширення, а також на забезпечення умов для успішного гасіння пожеж.

Ці заходи включають:

- ефективне і своєчасне виявлення займання з точною вказівкою місця;
- автоматичне сповіщення служби безпеки і усіх працюючих про займання;
- застосування заходів по гасінню пожежі, попередженню поширення вогню і диму, дымоудаление;
- організація евакуації людей, включаючи розблокування дверей, включення светозвукових датчиків.

Причиною пожежі технічного характеру на будівельно–монтажному майданчику є: несправність електроустаткування(коротке замикання, перевантаження і великі перехідні опори); погана підготовка устаткування до ремонту; недотримання графіку планового ремонту; знос і корозія устаткування.

Організаційними причинами пожежі є: недбале відношення з відкритими джерелами вогню, неправильне зберігання пожежонебезпечних речовин; недотримання правил пожежної безпеки.

Згідно з «Правилами пожежної безпеки при виробництві будівельно–монтажних робіт» передбачається комплекс заходів по пожежній безпеці, що забезпечують зниження небезпеки виникнення пожежі і створення умов швидкої ліквідації пожежі на будівельно–монтажному майданчику, які підрозділяються на організаційні, експлуатаційні, технічні і режимні.

До організаційних заходів відносяться: навчання робочих зварювальників(різьбярів) протипожежним правилам, проведення бесід, інструкцій, організація добровільних дружин, пожежно–технічних комісій,

видання наказів з питань посилення пожежної безпеки.

До експлуатаційних заходів відносяться: правильна експлуатація, профілактичні ремонти, огляди і випробування зварювального устаткування і пристроїв.

До технічних заходів відносяться: дотримання протипожежних норм і правил при пристрої і установці зварювального устаткування, систем вентиляції, підведення електропроводки, захисного заземлення, занулення і відключення.

До режимних заходів відносяться : заборона паління в невизначених, проведення зварювальних і інших вогневих робіт в пожежно небезпечних місцях.

Велика увага приділяється заходам по обмеженню поширення вогню, а також евакуації людей з будівлі. Ці виходи повинні забезпечувати безпечний вихід людей назовні найкоротшим шляхом в мінімальний час.

Для забезпечення швидкого розгортання тактичних дій з гасіння пожежі передбачається облаштування під'їздів до будівель, споруд, джерел водопостачання.

Пожежна сигналізація – електрична(ЕПС). Система ЕПС включає оповіщувачі, лінії зв'язку, приймальну станцію, джерело живлення, звукові і світлові засоби сигналізації.

Засоби гасіння пожежі – вода, пара, піна, вуглекислота. При будь-якій пожежі гасіння має бути спрямоване на усунення причин його виникнення і створення умов, при яких продовження горіння не можливе. Враховуючи, що площа ділянки велика, для гасіння електроустановок призначені тільки углекислотные вогнегасники. Прийнято: вогнегасник ОУ– 5–1 шт. В цеху знаходяться пожежні щити. До складу щита входить: вогнегасник – 3 шт., ящик з піском – 1 шт., покривало розміром 2*2м – 1 шт., гачки – 3 шт., лом – 2 шт., сокира – 2шт.

Управління системою вентиляції і дымоудаления призначене для попередження поширення диму і вогню, видалення диму з приміщення. Включаються підсистеми:

- дымоудаления: центральна станція пожежної сигналізації формує сигнали, які запускають відповідні електродвигуни вентиляційної системи;
- попередження поширення диму : центральна станція пожежної сигналізації формує сигнали, які управляють приводами заслінок вентиляційної системи.

6.4.2 Заходи захисту від СДОР

Найбільшу небезпеку для життєдіяльності виробничого персоналу представляють аварії технічних систем. Причинами аварій можуть бути стихійні лиха, порушення режимів технологічних процесів(недотримання технологічної дисципліни) або правил експлуатації виробничого, енергетичного, транспортного устаткування, а також правил техніки безпеки.

З особливостей небезпечних аварій виходить: захисні заходи і передусім, прогнозування, виявлення і періодичний контроль за змінами обстановки, сповіщення персоналу підприємства повинні проводитися з надзвичайно високою оперативністю . Локалізація джерела вступу СДЯВ в довкілля має вирішальну роль в попередженні масової поразки людей. Швидке здійснення цього завдання може направити аварійну ситуацію в контрольоване русло, зменшити викид СДОР і істотно понизити збиток.

Захист від СДОР є комплексом заходів, здійснюваних в цілях виключення або максимального послаблення поразки персоналу і збереження його працездатності.

Комплекс заходів по захисту від СДОР включає:

- інженерно–технічні заходи по зберіганню і використанню СДОР;
- підготовку сил і засобів для ліквідації хімічно небезпечних аварій;
- навчання персоналу порядку і правилам поведінки в умовах виникнення аварій;

- сповіщення про безпосередню загрозу поразки СДОР;
- тимчасову евакуацію з уgroжаємих районів;
- хімічну розвідку району аварії;
- пошук і надання медичної допомоги потерпілим;
- локалізацію і ліквідацію наслідків аварії.

Об'єм і порядок здійснення заходів по захисту багато в чому залежать від конкретної обстановки, яка може скластися в результаті аварії, наявності часу, сил і засобів для здійснення заходів по захисту і інших чинників.

Усі заходи по захисту відбиваються в плані захисту об'єкту, який розробляється завчасно за участю усіх головних фахівців об'єкту. План розробляється, як правило, текстуально з додатком необхідних схем, що вказують розміщення об'єкту, сил і засобів ліквідації наслідків аварії, їх організацію. Він складається з декількох розділів і визначає підготовку об'єкту до захисту і порядок ліквідації наслідків аварії.

У розділі організаційних заходів плану захисту відбиваються :

- характеристика об'єкту, його підрозділів(цехів), наявних на об'єкті;
- оцінка можливої обстановки на об'єкті у разі виникнення аварії;
- організація виявлення і контролю хімічної обстановки на об'єкті в повсякденних умовах і при аварії, порядок підтримки сил і засобів хімічної розвідки і хімічного контролю;
- організація сповіщення персоналу об'єкту;
- організація укриття персоналу об'єкту в захисних спорудах, наявних на об'єкті, порядок підтримки їх в постійній готовності до укриття людей;
- організація евакуації персоналу об'єкту при необхідності;
- організація оточення осередку ураження, порядок надання медичної допомоги, сили, що притягаються для цієї мети, і засоби;
- організація управління силами і засобами об'єкту при ліквідації аварії і її наслідків, порядок використання сил і засобів, що прибувають для надання допомоги в ліквідації наслідків аварії;
- порядок представлення донесень про виникнення хімічно небезпечної

аварії і хід ліквідації її наслідків;

- організація забезпечення персоналу об'єкту і невоєнізованих формувань Цивільної оборони засобами індивідуального захисту і ліквідації наслідків аварії, порядок і терміни їх накопичення і зберігання;

- організація транспортного, енергетичного і матеріально-технічного забезпечення робіт по ліквідації наслідків аварії.

У розділі інженерно-технічних заходів плану захисту відбиваються :

- розміщення пристроїв, що запобігають витoku СДОР у разі аварії(клапани-відсікачі, клапани надмірного тиску, терморегулятори, перепускні або скидаючі пристрої);

- плановане посилення конструкцій місткостей і комунікацій з СДОР або пристрою над ними обгороджувальних для захисту від ушкодження уламками будівельних конструкцій при аварії(особливо на пожаро- і вибухонебезпечних підприємствах);

- розміщення під сховищами з СДОР аварійних резервуарів, чаш, пасток(аварійних комор) і спрямованих стоків;

- розосередження запасів СДОР, будівництво для них заглиблених або напівзаглиблених сховищ;

- устаткування приміщень і промислових майданчиків стаціонарними системами виявлення аварій, засобами метеоспостереження і аварійними сигналізаціями.

Системи сповіщення включають апаратуру сповіщення і обслуговуючий персонал. Сповіщення про факт аварії(подання сигналу "Хімічна тривога") здійснюється операторами, диспетчерами і черговими ХОО(хімічно небезпечних об'єктів). Системи сповіщення повинні мати можливість залежно від обстановки передавати сигнали вибірково:

- для окремих підрозділів(цехів) ХОО;

- для усього ХОО.

Заздалегідь розроблені схеми сповіщення повинні визначати порядок сповіщення персоналу об'єктів, як в робочий, так і в неробочий час.

Для сповіщення персоналу працюючої зміни об'єкту, на якому сталася аварія, використовуються електросирени, радіотрансляційна мережа і внутрішній телефонний зв'язок.

Ліквідація наслідків локальної аварії здійснюється силами і засобами підприємства, на якому сталася аварія.

Керівництво ліквідації наслідків локальної аварії на підприємстві здійснює штаб проведення аварійних робіт на чолі з головним інженером підприємства.

Комплекс заходів по ліквідації наслідків аварій включає:

- прогнозування можливих наслідків аварій;
- виявлення і оцінку наслідків аварій;
- здійснення рятувальних і інших невідкладних робіт;
- ліквідацію хімічного зараження;
- проведення спеціальної обробки техніки і санітарної обробки людей;
- надання медичної допомоги ураженим.

Ліквідація хімічного зараження проводиться шляхом дегазації(нейтралізації) устаткування, будівель, споруд і місцевості в районі аварії, заражених СДЯВ, і здійснюється з метою зниження міри їх зараження і виключення поразки людей.

ВИСНОВКИ

Розроблена технологія отримання серги підвіски з використанням електрошлакової технології.

Встановлено, що якість металу серги зі сталі 45 відповідає усім вимогам ГОСТів.

Розроблена технологія дозволяє суттєво скоротити витрати на виготовлення серги підвіски.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Сущук – Слюсаренко И.И., Лычко И.И., Семенов В.М. Основные и сварочные материалы для электрошлаковой сварки – Киев: Наук. думка, 1981. – 112с.
2. Меликов В.В., Чалабаев Х.Ч. Автоматическая наплавка износостойких сплавов. – Ташкент: Узбекистан, 1974. – 39с.
3. Раков В.А. Правила капитального ремонта железнодорожных вагонов. – К.: Укрзалізниця, 2006. – 213с.
4. Сорокин В.Г. Стали и сплавы. Марочник. – М.: Интернет Инженеринг, 2001. – 608с.
5. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов, - М.: Металлургия, 1983. – 359с.
6. Козулин С.М., Лычко И.И. Электрошлаковая наплавка зубьев крупномодульных шестерен / Автоматическая сварка. – 1987. - №3. – с.62-64.
7. Рыбинович В.И., Кригер Ю.Н., Нечаев Е.А. качество заготовок электрошлаковой выплавки / Энергомашиностроение. – 1984. – №10. – с.15-16.
8. Рыков А.М., Бураковская Л.В. Ремонт ковочных штампов электрошлаковой наплавкой пластинчатым электродом / Сварочное производство. – 1970. - №6. – с. 37-38.
9. Ксендзык Г.В. Строение и свойства зоны сплавления белого чугуна со сталью и чугуном при электрошлаковой наплавке / Автоматическая сварка. – 1974. – с.12-15.
10. Матеев Б. Контактно электрошлаково наваряване на зъби за роторен багер Рс-2000 / Науч. тр. Висш. ин-т машиностр. механиз. и електрик. сельск. стоп Русе. – 1980. – сер.2.-22. – с.265-272.
11. Латаш Ю.В., Медовар Б.И. Электрошлаковый переплав. – М.: Техника, 1984. – 237с.

12. Анализ влияния состава шлака на содержание серы и газов в металле при электрошлаковом процессе / В.В. Степанов, А.В. Мельничихин, Б.Е. Лопаев, В.П. Колесников / Проблемы специальной электрометаллургии. – 1977. – Вып. 6. – с.12-15.
13. Подгаецкий В.В., Люборец И.И. Сварочные флюсы. – Киев: Техника, 1984. – 167 с.
14. Восстановление изношенных зубьев большемодульных шестерен / А.Н. Давидовский, А.А. Сенк, В.Г. Шевцов и др. / Энергетик. – 1984. - №10. – с.19-20.
15. Латаш Ю.В., Фетисова Т.Я., Воронин А.Е. электропроводность шлаков (флюсов) системы $\text{CaF}_2 - \text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ / Проблемы специальной электрометаллургии. – 1986. - №3. – с.25-30.
16. Вэй Чихо, Митчел А. Изменение состава металла и шлака в процессе ЭШП на переменном токе / Электрошлаковый переплав. – Киев: Наук. думка, 1984. – Вып.8. – с.83-89.
17. Оукс Дж., Мэррисон Т., Крэтчли Д. Электрошлаковый переплав в производстве высококачественных сталей / Электрошлаковый переплав. – Киев: Наук. думка, 1983. – Вып.7. – с.61-78.
18. Исследования качества слитка-сляба ЭШП стали типа 2Х19Н9 в литом и деформированном состояниях / А.Г. Богаченко, Ю.П. Штанько, Л.В. Павлов и др. / Проблемы специальной электрометаллургии. – 1976. – Вып.5. с.22-26.
19. Масленков С.Б. Влияние условий кристаллизации на дендритную ликвацию в новых металлургических процессах / Электрошлаковый переплав. – Киев: Наук. думка, 1983. – Вып.7. – с.216-222.
20. Электрошлаковый металл / Под рек. Б.Е. Патона, Б.И. Медовара. – Киев: Наук. думка, 1981. – 680с.
21. Влияние кислорода и оксидных включений на механические свойства стали 45 окислительного варианта ЭШП / Б.М. Никитин, В.П. Новиков, А.Т. Перевязко, В.В. Добрадин / Неметаллические включения и газы в литейных

сплавах: Тез. докл. Четвертой республ. науч. – техн. конф., 10-12 сент. 1995г. – Запорожье: ЗМИ, 1985. – с.36.

22. Влияние электрошлакового переплава на качество и свойства колесной стали / Б.И. Медовар, М.И. Гасик, И.Г. Узлов и др. / Проблемы специальной электрометаллургии. – 1986. - №4. – с.27-30.

23. Волков С.Е., Волков А.Е., Зубалуев Ю.И. Неметаллические включения и дефекты в электрошлаковом слитке. – М.: Metallurgy, 1979. – 136 с.

24. Киселинг Р. Чистая сталь – спорная концепция / Электрошлаковый переплав. – Киев: Наук. думка, 1984. – Вып.7. – с.11-13.

25. Пластичность литой углеродистой стали / Р.П. Боброва, М.Е. Фрейдензон, Б.П. Соколкин, Ю.Е. Френдензон / Изд. АН СССР. Металлы. – 1976. - №3. – с.135-139.

26. Сварочное оборудование. Каталог-справочник. Часть 4. / Под ред. Чвертко А.И. – К.: Наукова Думка, 1968. – 384 с.

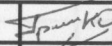
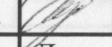
27. Электрошлаковая сварка и наплавка. / Под ред. Патон Б.Е. – М.: Машиностроение, 1980. – 506 с.

28. Алешин В.Г. Контроль качества сварных работ. – М.: Машиностроение, 1986. – 126 с.

29. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. – М.: Машиностроение, 1977. – 431 с.

Перф. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
Спроб. №					Документація		
	A1			ГКІЮ 076019.005 В0	Креслення загального виду		
					Складальні одиниці		
	БК		1		Станина	1	
	БК		2		Супорт настройки	1	
	БК		3		Редуктор	1	
	БК		4		Колона	1	
Взам. инв. №	БК		5		Електродотримач	1	
	БК		6		Стіл	1	
	ЮК		7		Кристалізатор	1	
	БК		8		Фундамент	1	
					Деталі		
	БК		9		Електрод	1	
					φ25 L=2500		
	Взам. инв. №	БК		10		сталь 45	
					Серга	1	
Инд. №							
				ГКІЮ 076019.005			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Гришко Д.Д.	Гришко	16.12.19			
Пров.		Білоник І.М.	Білоник	16.12.19			
Н.контр.		Шумикін С.О.	Шумикін	16.12.19			
Утв.		Обчинников О.В.	Обчинников	16.12.19			
					Установка для электрошлаковой наплавки А-550М		
					Лит.		Лист
					М Д		Листов
					1		
					НУ "Запорізька Політехніка"		
					кафедра ОТЗВ		
					група ІФ-318м		
					Формат А4		

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Розроб.	Гришко Д.Д.		
Пров.	Білоник І.М.		
Н. контр.	Шумикін С.О.		
Листів 4		Лист 1	

ГКІЮ 076019.002

ДП

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЗАПОРІЗЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

ПОГОДЖЕНО

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проектування діляниці по виготовленню деталей
підвізки залізничних вагонів з використанням
електрошлакової технології

Нормоконтроль к.т.н., доц. Шумикін С.О.

Дата 12.12.19.

Впроваджено у виробництво

Акт № _____ Дата _____.

Зав. кафедри ОТЗВ д.т.н., проф. Овчинников О.В.

Дата 16.12.19.

Комплект документів

відповідає

ТД

Додаток Б

[illegible]

[illegible]

[illegible]