

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Фізико-технічний, інженерно-фізичний

(повне найменування інституту, факультету)

Обладнання та технології зварювального виробництва

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Проектування ділянки та розробка технології виготовлення
типових з'єднань для водо- та теплопостачання населення»

Виконав: студентка 2 курсу, групи ІФз-320 *ML*

Спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
Технологія та устаткування зварювання

Попова Христина Сергіївна

(прізвище та ініціали)

Керівник Нетребко Валерій Володимирович

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

2021 рік

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

Інститут, факультет НУ «Запорізька політехніка», ІФ

Кафедра ОТЗВ

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 131 Прикладна механіка

(код і найменування)

Освітня програма (спеціалізація) Технологія та устаткування зварювання

(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Овчинников Олександр Володимирович

«09» _____ 2021 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)
Попова Христина Сергіївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проектування дільниці та розробка технології виготовлення типових з'єднань для водо- та теплопостачання населення

Рівень проєкту (роботи) Нетребко Валерій Володимирович,

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

Затверджені наказом закладу вищої освіти від «30» 11 2020 року №364

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) _____

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Креслення виробу, річний випуск виробів.

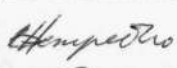
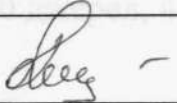
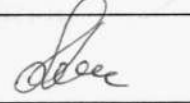
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Розділ 1. Аналіз вихідних даних; Розділ 2. Технологічний процес наплавлення труб трубопроводів; Розділ 3. Проектно-конструкторські розробки; Розділ 4. Техніко-економічні розрахунки; Розділ 5. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

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

Креслення виробу, наплавлений метал різного складу, твердість і зносостійкість наплавеного металу різного складу, установка для наплавлення, мундштук, шарнірне захоплення, план дільниці, техніко-економічні показники.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1-3	Нетребко В.В., професор, викладач каф. ОТЗВ		
4	Круглікова В.В., к.е.н., доцент, викладач каф. ПТБД		
5	Нестеров О.В., к.т.н., доцент, завідувач каф. ОПІНС		

7. Дата видачі завдання « _____ » _____ 20__ року.

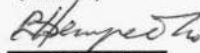
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1.	Вступ		
2.	Аналіз літературних джерел		
3.	Аналіз вихідних даних		
4.	Аналіз та вибір способу зварювання		
5.	Технологічний процес наплавлення труб		
6.	Вибір обладнання та оснащення		
7.	Проектно-конструкторські розробки		
8.	Робота з графічними матеріалами		
9.	Економічний розрахунок ділянки		
10.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
11.	Формування висновків з магістерської роботи		
12.	Оформлення магістерської роботи, нормоконтроль		
13.	Розробка доповіді до захисту		
14.	Подання роботи до захисту		

Студент(ка)


(підпис)

Керівник проєкту (роботи)


(підпис)

Попова Х.С.
(прізвище та ініціали)

Нетребко В.В.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 95 с., 5 рис., 27 табл., 30 джерел, 4 додатки.

ТРУБИ, ТРУБОПРОВОДИ, НАПЛАВЛЕННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ЗНОСОСТІЙКІСТЬ

Об'єкт проєктування – діляниця по виготовленню типових з'єднань для водо- та теплопостачання населення.

Мета проєкту – розробити технологічний процес і спроектувати діляницю по виготовленню типових з'єднань для водо- та теплопостачання населення.

Наведено технічні характеристики і умови для наплавлення виробу. Розроблено технологічний процес зміцнення труб. Обрані режими наплавлення. Розроблено установку для наплавлення труб. Розраховані норми штучного часу на технологічні операції. Визначено необхідну кількість робочих місць, обладнання та транспортно-вантажних пристроїв. Розрахована площа ділянки потокової механізованої лінії. Визначено техніко-економічні показники ділянки і річний економічний ефект. Розроблено заходи з охорони праці та цивільної оборони.

ABSTRACT

Explanatory note: 95 p., 5 fig., 27 tab., 30 sources, 4 appendix.

PIPE, PIPELINE, SURFACING, TECHNOLOGICAL PROCESS, WEAR RESISTANCE

The design object is a site for the manufacture of standard connections for water and heat supply to the population.

The goal of the project is to develop a technological process and design a site for the manufacture of standard connections for water and heat supply to the population.

The technical characteristics and conditions for the product surfacing are given. A technological process for strengthening pipes has been developed. Cladding modes are selected. A device for surfacing pipes has been developed. The norms of peace time for technological operations have been calculated. The required number of workplaces, equipment and transport and cargo devices has been determined. The area of the section of the flow mechanized line has been calculated. The technical and economic indicators of the site and the annual economic effect have been determined. Measures have been developed for labor protection and civil defense.

ЗМІСТ

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	8
Вступ.....	9
1 Аналіз вихідних даних.....	11
1.1 Призначення, матеріал і умови роботи трубопроводів	11
1.2 Аналіз причин руйнування трубопроводів.....	12
1.3 Способи підвищення довговічності труб трубопроводів.....	15
1.4 Вибір зносостійких матеріалів.....	21
1.5 Технічні умови на виготовлення виробу	27
1.5.1 Вимоги до заготовок	27
1.5.2 Вимоги до зварювальних матеріалів.....	28
1.5.3 Вимоги до технологічного процесу наплавлення.....	29
1.5.4 Вимоги до контролю якості	30
2 Технологічний процес наплавлення труб трубопроводів	32
2.1 Загальна схема технологічного процесу	32
2.2 Вибір параметрів режиму наплавлення	33
2.3 Техніка і технологія наплавлення.....	36
2.3.1 Підготовка під наплавку.....	36
2.3.2 Наплавлення	37
2.4 Контроль якості	39
2.5 Нормування багатоелектродного наплавлення труб трубопроводів	42
3 Проектно-конструкторські розробки	45
3.1 Вибір стандартного устаткування	45
3.2 Опис пристрою установки.....	47
3.3 Розрахунок площ і планування ділянки по напавленні труб трубопроводів	50
4 Техніко-економічні розрахунки.....	52
4.1 Технічне нормування операцій.....	56
4.1.1 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки.....	57

4.1.2 Розрахунок чисельності персоналу дільниці	59
4.2 Планування витрат на виробництво	60
4.2.1 Матеріальні витрати	61
4.2.2 Вартість основних засобів.....	61
4.2.3 Розрахунок фонду оплати праці	63
4.2.4 Собівартість виробу	66
4.2.4.1 Прямі витрати.....	67
4.2.4.2 Непрямі витрати.....	67
4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок	71
4.3.1 Розрахунок економічного ефекту.....	72
4.3.2 Ефективність та результативність.....	72
4.4 Висновки по розділу техніко–економічні розрахунки	73
5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	74
5.1 Аналіз потенційних небезпек.....	74
5.2 Заходи забезпечення безпеки.....	75
5.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці.....	80
5.4 Заходи з пожежної безпеки	82
5.5 Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях	83
Висновки	85
Перелік джерел посилання	87
Додаток А Специфікація «Установка для наплавлення труб».....	90
Додаток Б Специфікація «Мундштук»	91
Додаток В Специфікація «Шарнірне захоплення»	92
Додаток Г Маршрутна карта	93

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

σ_v – тимчасовий опір;

σ_T – межа текучості;

δ – відносне подовження;

KCV – ударна в'язкість;

φ – відносне звуження;

$\sim$ – змінний струм;

$=$ – постійний струм.

НШЗ – навколошовна зона;

ЗТВ – зона термічного впливу

ВСТУП

В даний час для транспортування теплоносія, а також водопостачання широко використовують системи гідротранспорту (трубопроводи). Трубопроводи працюють в умовах гідроабразивного зношування, а так як труби, що застосовуються для них, виготовлені зазвичай з низьковуглецевої сталі, то термін їх служби невеликий, і вони постійно потребують ремонту, реконструкції чи модернізації, навіть, повної заміни. Це дорогий і трудомісткий процес. У зв'язку з цим отримання необхідних механічних властивостей на внутрішній поверхні труб наплавленням слід розглядати як прогресивний метод, що дозволяє істотно економити метал шляхом збільшення термінів служби експлуатації трубопроводів [1].

Сьогодні наплавлення — один з найважливіших методів ремонту. Відновлення зношених деталей за допомогою наплавлення широко використовується у всіх галузях. В цілому в промисловості і в будівництві з метою ремонту виконується близько 68% наплавних робіт (по масі наплавленого металу).

Не менш важливо застосування наплавлення при виготовленні нових деталей і виробів. В цілому ряді виробництв вона перетворилася в обов'язковий технологічний процес. Виготовлювальне наплавлення швидкозношуваних або найбільш важко навантажених деталей дозволяє багаторазово збільшити їх термін служби, позбавити промисловість від необхідності виробляти велику кількість запасних частин, підвищити надійність і працездатність машин і механізмів, скоротити витрати на їх експлуатацію [2].

За багаторічний період експлуатації трубопроводів, можна зробити наступні висновки, що в результаті дії гідроабразивного зносу відбувається руйнування нижньої чверті труби і в ній з'являються свищі.

Особливого значення набуває термін виконання робіт. Заміна труб у теплий період призводить до погіршення санітарно-епідеміологічної ситуації в

будинку, а при усуненні аварійних ситуацій у зимовий період, через значний час виконання робіт можуть виникнути техногенні катастрофи, наприклад заморожування системи опалення. Скорочення часу виконання робіт є техніко-організаційною проблемою.

На основі всього вище сказаного можна зробити висновок, що наплавлення внутрішньої поверхні труб найбільш доцільний метод підвищення їх експлуатаційних властивостей. Мається на увазі оптимальне співвідношення витрат на зміцнення і отримання в результаті властивостей нанесеного покриття.

1 АНАЛІЗ ВИХІДНИХ ДАНИХ

1.1 Призначення, матеріал і умови роботи трубопроводів

Труби систем трубопроводів призначені для транспортування потоків води. Застосовуються при подачі питної води в будинок і для видалення процесів життєдіяльності людини, а також підведення і відведення теплоносія.

Для транспортування води використовують труби (рис. 1.1) з товщиною стінки від 6 мм до 12 мм сталеві електрозварні за ГОСТ 8696 та ГОСТ 10706-76 з вуглецевої сталі Ст.3 - Сталь 20 за ГОСТ 380 зовнішнім діаметром X , мм: 426, 530, 630, 720, 820, 920, 1020, 1120, 1220, 1420. Хімічний склад і механічні властивості сталі Ст.3 наведені в таблиці 1.1.

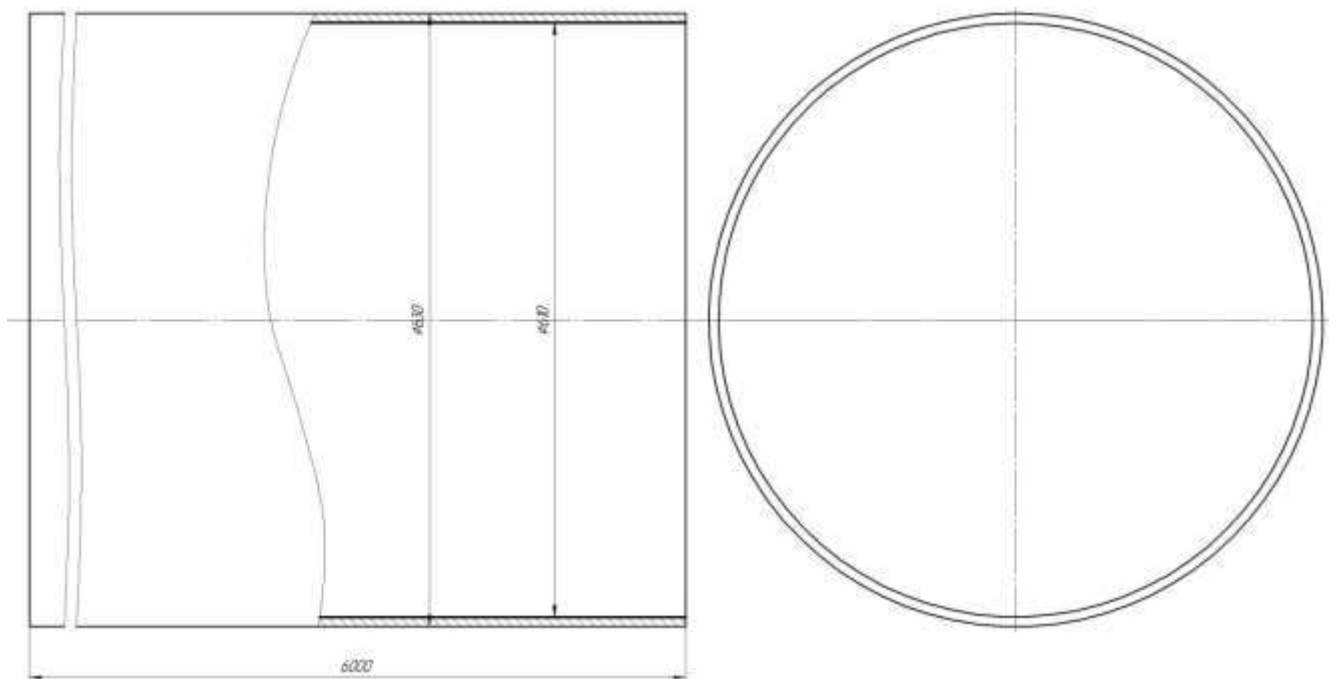


Рисунок 1.1 – Труба трубопроводу

Температура експлуатації трубопроводів становить від нуля градусів для труб подачі холодної води до $75-90^{\circ}\text{C}$. У центральних магістралях тиск може досягати 1,5 МПа і зменшується зі зниженням діаметра труби.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад і механічні властивості сталі Ст.3 [3]

Вміст елементів, мас.%								σ_B , тимчасовий опір МПа	$\sigma_{0,2}$, межа текучості МПа	δ_5 , відносне подовжен- ня %
C	Mn	Si	Cr	Ni	Cu	S	P			
			не більше							
0,14- 0,22	0,40- 0,65	0,12- 0,30	0,30	0,30	0,30	0,05	0,04	370-480	245	26

Обстеження трубопроводів ТОВ «МІСТО ДЛЯ ЛЮДЕЙ», проведене з 7 по 10 серпня 2020 р показало, що загальна їх довжина становить 27,9 км, в тому числі трубопроводів з труб діаметром 530 мм – 10,5 км; діаметром 630 мм – 10,8 км, діаметром 426 мм – 6,5 км. За багаторічний період експлуатації трубопроводів, можна зробити наступні висновки, що в результаті дії гідроабразивного зносу відбувається руйнування нижньої чверті труби і в ній з'являються свищі.

1.2 Аналіз причин руйнування трубопроводів

Деталі трубопроводів виходять з ладу переважно через розвиток гідроабразивного зношування. Сутність цього виду зношування полягає в руйнуванні контактуючих поверхонь металу абразивними частинками, що знаходяться в рідкому середовищі і переміщаються з цим середовищем. Середовище надає знеміцнюючу дію на поверхневі шари металу, і її вплив визначається характером цієї взаємодії. Експериментально показано, що таке середовище, як вода, може надавати різний вплив на розвиток процесу зношування [4].

Інтенсивність гідроабразивного зношування залежить від властивостей і виду абразиву, її кількості, розміру зерен, наявності гострих граней, швидкості

переміщення абразиву і багатьох інших факторів. Гідроабразивне зношування і руйнування від кавітації часто супроводжують один одного, при чому перше може бути превалюючим, а друге – супутнім в загальному процесі руйнування. Загалом руйнуванні деталей важливо враховувати співвідношення цих видів зношування. Можна вважати, що оптимальні результати при виборі складу зносостійкого наплавленого металу можуть бути досягнуті тільки з урахуванням названих чинників.

Кавітація в порівнянні з гідроабразивним зношуванням – процес більш тривалий. Так, термін служби лопастей гідротурбін, які піддаються переважно кавітаційному руйнуванню, визначається роками. Одночасно спостерігається і гідроабразивне зношування, але його роль в загальному зносі деталей мала, так як вміст абразивних частинок в річковій воді зазвичай не перевищує 1 %, а в воді гірських річок становить 3 – 4 % [5].

Розглянемо процес гідроабразивного зношування деталей трубопроводів, які переміщують воду на необхідну відстань до споживача (в будинок) і відводять її з дому вже з продуктами життєдіяльності людини. В цьому випадку рідким середовищем є вода, абразивом - іржа і ґрунт (пісок, глина, та ін.). Останні потрапляють в трубопроводи внаслідок природного зносу труб. У випадку з трубами каналізації до абразиву додаються продукти життєдіяльності людини, а також посилюється корозійний вплив. Кількість абразиву може досягати 8 – 10 %. Осередки кавітаційного руйнування металу спостерігаються і розміщуються на поверхнях, найменш схильних до гідроабразивного зношування. Наявність таких вогнищ вказує на те, що гідроабразивний знос супроводжується кавітаційним руйнуванням, проте воно не є визначальним. Деталі трубопроводів працюють в умовах інтенсивного гідроабразивного зношування, яке визначає їх зносостійкість в цілому.

Особливості та розвиток гідроабразивного зношування визначаються переважно властивостями абразиву. Відмінною особливістю гідроабразивного зношування трубопроводів є відсутність ударів. Зношена поверхня має нерівності, що пояснюється, по видимому, наявністю завихрень і мікроударів

зерен абразиву, пов'язаних зі змінною консистенцією. На розвиток зношування впливає також корозія і ерозія, що сприяють руйнуванню контактуючих поверхонь металу. Ерозія залежить від швидкості потоку і викликається переважно його ударним впливом [6]. Видалення оксидних захисних плівок з поверхні металу сприяє розвитку корозійних явищ. На розвиток гідроабразивного зношування істотно впливає швидкість руху: знос пропорційний кубу лінійної швидкості руху абразивної суспензії [7]. Великий вплив на опір гідроабразивного зношування надають твердість металу і вміст вуглецю, а також твердість абразиву і інші фактори.

Трубопроводи працюють в умовах гідроабразивного та корозійного зношування, в результаті цього відбувається руйнування їх в нижній чверті труби, з'являються свищі і промоїни. Таким чином, розробка способу зміцнення внутрішньої поверхні труб трубопроводів слід розглядати як крок, що дозволяє істотно заощадити метал, шляхом збільшення термінів експлуатації трубопроводів і значно скоротити витрати на монтаж-демонтаж трубопроводів.

Особливого значення набуває термін виконання робіт. Заміна труб у теплий період призводить до погіршення санітарно-епідеміологічної ситуації в будинку, а при усуненні аварійних ситуацій у зимовий період, через значний час виконання робіт можуть виникнути техногенні катастрофи, наприклад заморожування системи опалення. Скорочення часу виконання робіт є техніко-організаційною проблемою.

Основний вид зношування трубопроводів – гідроабразивне зношування. Підвищення температури транспортуючої рідини скорочує строк експлуатації внаслідок незначного знеміцнення металу. Підвищення тиску транспортуючої рідини також скорочує термін експлуатації внаслідок активізації процесів кавітації та прискорення абразивних часток. Однак все це не змінює загальної картини зношування, механізмів і причин виходу з ладу трубопроводів. Тому раціональним вважаємо вибір одного типу матеріалу для підвищення зносостійкості всіх типових деталей трубопроводів. Розробку та економічне

обґрунтування будемо проводити на трубах найбільш поширеного розміру – діаметром 630 мм.

1.3 Способи підвищення довговічності труб трубопроводів

Збільшити термін служби трубопроводів можна за рахунок зміцнення їх внутрішньої поверхні, так як процес руйнування починається саме з неї. Наприклад наплавить шар матеріалу, який би володів високою стійкістю до гідроабразивного зношування і корозії.

Відомий спосіб підвищення зносостійкості труб шляхом цементації їх внутрішньої поверхні [1]. Суть методу полягає в наступному: труба заповнюється вуглецевмісної газоподібної середовищем і локально нагрівається струмами високої частоти до температури оплавлення при безперервному її обертанні. В результаті насичення розплавленого шару вуглецем на поверхні утворюється високовуглецевий сплав, який при осьовому просуванні труби піддається подальшій загартуванню. Процес здійснюється безперервно.

Відмінними рисами такого технологічного процесу є:

- можливість зміцнення внутрішньої поверхні труб діаметром від 89 мм до 426 мм і довжиною до 10 - 12 м;
- порівняно висока продуктивність процесу від 0,5 м / хв до 0,6 м / хв;
- можливість отримання товщини наплавленого шару в широких межах – від 0,5 мм до 4 мм.

Істотне поліпшення зносостійких властивостей оброблених труб досягається в результаті цілеспрямованого формування структури зміцненого шару, який складається з дендритів ледебурита і містить більше 4% вуглецю. Перехідна зона складається з перліту з незначною кількістю фериту. У поверхневому шарі перехідної зони є голки цементиту.

Зміцнення внутрішньої поверхні довгомірних труб методом високотемпературної газової цементації до оплавлення випробувано при виготовленні дослідно-промислової партії труб діаметром 426 мм.

Труби з зміцненою внутрішньою поверхнею в порівнянні зі звичайними трубами з низьковуглецевої сталі Ст.3 мали в 1,9 – 2,03 рази більшу зносостійкість [1].

Як видно, при багатьох перевагах даного способу, він не дозволяє значно підвищити зносостійкість труб.

У літературних даних описаний спосіб підвищення зносостійкості внутрішньої поверхні трубопроводів шляхом термітного відцентрового наплавлення [8]. Розроблений спосіб нанесення зносостійких захисних покриттів заснований на центрифугуванні рідкого розплаву продуктів екзотермічних реакцій. Його сутність полягає в розміщенні в порожнині труби термітного порошку, який при її обертанні підпалюється. Тепло реакції використовується для підігріву наплавлювальної поверхні і розплавлення шихтових матеріалів. Відцентрове обертання служить засобом формування з розплаву зносостійкого шару на внутрішній поверхні.

Зносостійкість наплавленого шару визначається комбінацією факторів, що забезпечують отримання необхідного розміру і форми частинок, їх хімічного складу і розподілу в шарі, когерентності кордонів твердих і м'яких включень, товщини наплавленого шару. При цьому геометричні параметри наплавленого шару визначаються також масою використовуваних матеріалів, а властивості – складом шихти і впливом формують факторів.

Застосування залізо-алюмінієвого терміту для наплавлення виявилось кращим, оскільки всі кінцеві продукти реакції беруть участь в утворенні захисного шару.

Встановлено, що при стехіометричному співвідношенні компонентів шихти утворюється наплавлений шар корунду, який складається в основному з $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, має високі показники мікротвердості (2000 – 3000 кгс/мм²) і зниженою деформативністю.

Технологічна лінія зміцнення труб термітним відцентровим наплавленням обслуговується трьома людьми і має річну продуктивність – 5000 м труб. Розміри наплавлюваної труби: довжина від 1000 мм до 2000 мм, зовнішній діаметр від 159 мм до 426 мм.

Зносостійкість зміцнених труб була в 4,5 рази вище, ніж труб зі сталі 10, що працюють в аналогічних умовах.

Недоліками даної технології зміцнення є мала довжина зміцнювальних труб, відсутність стабільної якості зміцненого шару – тріщини, пропуски, відшаровування, сколювання шару при ударних навантаженнях і відносно невелика зносостійкість.

На практиці набула поширення наплавка внутрішньої поверхні труб трубопровідного транспорту емалевими покриттями [9]. Так на заводі емальованого посуду зараз виготовляються коліна і прямі ділянки труб довжиною до 2 м діаметром 159 мм з емалевим покриттям внутрішньої поверхні. Відносний знос сталей і емалей наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Відносний знос сталей і емалей при гідроабразивному зносі [9]

Зносостійкий матеріал	Відносний знос,%*
Сталь 20	14,8
Сталь 20 цементована	26,5
Сталь 30	16,8
Сталь 30 цементована	9,9
Сталь У10А	55,8
Сталь ХВГ	63,7
Кольорова посудна емаль	9,7-9,9
Ґрунтова емаль	36,2
Посудна емаль з "зерном"	9,7
Біла титанова емаль	10,0
Кислототривка емаль	2,7

* - відношення втрати ваги випробуваного зразка від зносу до початкової ваги цього зразка

Практикою доведено, що емалі можуть широко застосовуватися для збільшення зносостійкості внутрішніх поверхонь трубопровідного транспорту, що не випробовують ударних навантажень і працюють при наявності вільних абразивних частинок.

Як зазначається в даній роботі, недоліками цього способу зміцнення є:

- мала довжина зміцнювальних труб;
- можливість з'єднання труб тільки фланцевими з'єднаннями;
- підвищені вимоги до точності геометричних розмірів труб і якості підготовки зміцнювальної поверхні.

Крім того зазначається, що емалі не можуть конкурувати з високолегованими сталями і чавунами.

Ще одним видом силікатного покриття внутрішньої поверхні труб є кам'яне лиття [10]. Кам'яним литтям називають матеріали кристалічної будови, одержувані штучно з гірських порід, головним чином з діабазів або базальтів.

Кам'яне лиття широко застосовується для футерування внутрішньої поверхні труб і колін систем трубопровідного транспорту. Футеровані кам'яним литтям труби працюють в 5 – 7 разів довше, ніж труби з маловуглецевої сталі.

На Україні виробництво кам'яного лиття є не освоєним. Крім того кам'яне лиття значно ускладнює труби, що вимагає зміцнення опор і естокади для трубопроводів.

До недоліків кам'яного лиття, слід віднести малу термостійкість, крихкість, неможливість обробки, незадовільну роботу на розтяг, вигин і ударну навантаження.

В роботі [11] запропонований спосіб зміцнення внутрішньої поверхні труб – заливанням бетоном, що дозволило збільшити термін служби труб діаметром 325 мм з 1 року до 2,5 років.

В роботі [12] пропонується в нижніх, зношуваних частинах труби, встановлювати броні з вуглецевої або легованої сталі, яка подовжує термін

служби труб тільки за рахунок збільшення товщини стінки труби. Цікавим технічним рішенням є конструкції колін систем гідротранспорту [12], що запобігає безпосереднє зіткнення частинок транспортованого матеріалу зі стінкою коліна.

Ефективний засіб підвищення довговічності деталей обладнання в т.ч. і труб трубопроводі – електродугове наплавлення зносостійких сталей і сплавів на поверхню деталі. Для захисту труб трубопроводів від гідроабразивного зносу необхідно провести наплавлення внутрішньої поверхні труб.

Внутрішні циліндричні поверхні деталей наплавляють різними методами - під флюсом, в захисному газі, дротом з внутрішнім захистом, як при похилій, так і при горизонтальній осі обертання деталі. У всіх випадках подача дроту здійснюється через спеціальний подовжений мундштук, розташований похило або горизонтально і має плавно загнутий під кутом 90° кінець. Довжина мундштука визначається довжиною наплавлюваної поверхні. При наплавленні під флюсом з мундштуком в отвір наплавляемого виробу вводять шланг, по якому подається флюс. Так як мимовільна подача флюсу забезпечується тільки при похилому положенні шланга, вісь обертання наплавлюваної деталі розташовується також під кутом $20 - 30^\circ$. При цьому флюс, що нерозплавився і шлакова кірка обсипаються по похилій поверхні виробу мимовільно. Полегшується також сколювання шлакової кірки за допомогою подовженого зубила. Наплавлення починають з крайньої нижньої точки всередині поверхні і закінчують в нижній зовнішній точці. Число шарів практично не обмежено і визначається необхідною товщиною наплавляемого металу. Наплавляема деталь кріпиться в планшайбі маніпулятора, їй надається необхідне похиле положення. При поганому відділенні шлакової кірки наплавлення ведуть по гвинтовій лінії з великим кроком, щоб шлакова кірка кожного попереднього валика не впливала на формування кожного наступного. При цьому шлакову кірку не видаляють до закінчення наплавлення всій поверхні. Потім видаливши остиглу кірку наплавлення повторюють з тим же кроком, встановивши електрод між наплавленими валиками. Внутрішні циліндричні поверхні

великого діаметру і довжини (600 мм і більше) можна наплавляти при горизонтальному розташуванні осі обертання деталі. Великий діаметр дозволяє ввести всередину наплавлюваної поверхні з горизонтальною віссю мундштук і флюсопровід в похилому положенні. При наплавленні високолегованим дротом похилої циліндричної поверхні малого радіуса нейтральний флюс АН-20 виявляється малопридатним зважаючи на відносну легкоплавкість. У цьому випадку більш застосовний флюс АН-26.

Наплавлення в захисному газі відрізняється деякими перевагами перед наплавленням під флюсом. Головними з них є відсутність товстої шлакової кірки і необхідності її видалення, відсутність похилого флюсопровода і пов'язаного з цим обмеження діаметра наплавлюваної поверхні. Якщо наплавлення під флюсом внутрішніх циліндричних поверхонь, у яких відношення довжини до діаметру менше 2, скрутна або неможлива, то при наплавленні в середовищі CO_2 це відношення може бути збільшено до 5 і більше. Так, наприклад, наплавлення в захисному газі втулок із внутрішнім діаметром 150 мм і довжиною 600 мм і більше особливих труднощів не становить. Наплавлення в захисному середовищі CO_2 здійснюють при горизонтальній або похилій осі обертання осі виробу. Мундштук, також як і при наплавленні під флюсом подовжений і зігнутий на кінці, однак виконаний більш компактно, так як газову трубку прикріплюють до самого мундштука, що дозволяє ввести його в отвір більшої довжини і меншого діаметру, ніж при наплавленні під флюсом. По трубці захисний газ підводять до дуги.

Найбільш простим і доступним способом наплавлення внутрішніх поверхонь довжиною більше трьох діаметрів є спосіб наплавлення відкритою дугою порошковим дротом з внутрішнім захистом. Довжина труб до 6 м. У запропонованій технології зміцнення використовується механізоване наплавлення відкритою дугою самозахисного порошковим дротом, легування наплавленого металу здійснюється через шихту порошкового дроту.

З усього вище сказаного можна зробити висновок, що найбільш оптимальним способом зміцнення є електродугове наплавлення зносостійкими матеріалами.

1.4 Вибір зносостійких матеріалів

Процес руйнування труб протікає переважно в поверхневих шарах. Наплавлення дозволяє надати цим поверхням необхідні властивості. Практично на робочі поверхні труб можна наносити шари металу будь-якого складу, а отже і фізико-механічних властивостей. Незважаючи на велике значення наплавлення, гідроабразивне зношування наплавленого металу вивчено не повністю. Недостатньо даних лабораторних досліджень цього виду зношування. Такому стану сприяло і те, що, незважаючи на прагнення до моделювання, лабораторні дослідження не відображають в повному обсязі реальних умов роботи деталей, а дозволяють лише визначити напрям і не виключають необхідності подальшої дослідно-промисловою перевірки [13]. При вирішенні питання зміцнення деталей завжди виникає необхідність вибору складу зносостійкого наплавленого металу. Для цього в практиці наплавляють різними електродними матеріалами дослідні партії деталей і роблять вибір за результатами виробничих випробувань. Отримані результати часто суперечливі, що ускладнює можливість узагальнень, проте накопичені дані певною мірою дозволяють визначити області застосування багатьох складів наплавленого металу. В роботі [13] узагальнені результати випробувань на абразивне і гідроабразивне зношування серій наплавленого металу різних складів, легованих вуглецем, хромом, бором, марганцем та іншими елементами. Найбільш високу зносостійкість мали сплави, комплексно леговані вуглецем, хромом, а також бором. Для металів, призначених для роботи в гідроабразивному середовищі, вуглець має великий вплив на зношування

наплавленого металу, як елемент, що сприяє підвищенню твердості. При рівній твердості наплавленого металу зменшення гідроабразивного зносу при більш високому вмісті вуглецю пояснюється різним станом металу. Перехід від сорбітної структури до троостітної, наявність цементитної складової і збільшення її кількості сприяють підвищенню опору наплавленого металу абразивного і гідроабразивного зношування. Позитивний вплив хрому і вольфраму на опір наплавленого металу абразивного і гідроабразивного зношування зазвичай пов'язують з утворенням твердих карбідів, їх будовою і кількістю. Результати лабораторних випробувань на гідроабразивне зношування наплавленого металу різного складу наведені в таблиці 1.3 [7].

Таблиця 1.3 – Твердість і зносостійкість наплавленого металу різного складу при вмісті абразиву в воді 0,5 % [7]

Наплавочний матеріал	Вміст, мас. %							Твердість, HV	Відносна зносостійкість	Місце по зносостійкості
	C	Cr	Mn	Si	W	V	Інше			
Армко-залізо (еталон)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	-
T-620	3,5	13,8	0,54	-	-	-	1,5 Ti	657	22	3
ЭН-60М	0,3	2,9	0,83	0,46	-	-	1,5 В	635	17	5
ЭТН-2	3,2	8,25	6,0	0,96	-	-	0,37 Мо	350	22	4
УС	-	11,3	1,92	2,0	-	-	-	550	13	7
БХ	-	20,0	0,33	-	-	-	-	1016	4	10
КБХ	-	24,4	0,34	-	-	-	-	720	49	1
ЭНТ-1	2,6	-	26,0	-	-	-	-	300	8	8
ВСН-6	1,2	3,1	0,6	0,27	12,0	1,43	-	415	28	2
ОЗИ-1В	0,93	3,52	1,7	0,18	10,6	0,79	-	550	16	6
ОЗИ-1	0,80	-	2,6	-	19,0	1,5	-	484	6	9

Як видно з таблиці 1.3 найбільш зносостійким матеріалом виявився КБХ. Однак він має суттєвий недолік – це суміш, яку необхідно наплавляти графітовим електродом діаметром 10 – 15 мм. Закономірності між твердістю і опором наплавленого металу гідроабразивного зносу не встановлено. Легування вольфрамом не дає переваг у зносостійкості перед легуванням більш дешевим і доступним хромом. На практиці для зміцнення деталей гідроустаткування часто застосовують наплавлений метал типу 350Х25Р і 350Х20РТ, який представляє по структурі заевтектичний залізовуглецевий сплав легований бором і титаном. Високий опір абразивного зношування забезпечується наявністю в структурі карбідної евтектиці, великої кількості первинних карбідів і, можливо карбідів і боридів хрому. Результати випробувань на гідроабразивне зношування і твердість наплавленого металу різного складу наведені в таблиці 1.4 [7].

Таблиця 1.4 – Твердість і зносостійкість наплавленого металу різного складу [7]

Наплавлений метал	Вміст, мас. %							Твердість, HRC	Відносна зносостійкість
	C	Si	Mn	Cr	Ti	B	Ni		
Сталь МСт.3 (еталон)	0,18	0,03	0,48	-	-	-	-	120*	1,0
1Х18Н9Т	0,12	-	-	18,0	0,43	-	9,0	90*	1,67
У25Х17Т	2,6	-	-	17,9	0,25	-	-	42-44	7,57
250Х20Г5С3Т	2,4	2,9	5,2	19,5	0,5	-	-	54-56	12,6
250Х25Н4С2	2,4	2,6	-	25,0	-	-	3,9	49-52	13,8
200Х20РТ	2,2	-	-	20,7	1,1	1,17	-	54-58	14,6
300Х20Р	2,8	-	-	21,6	-	1,18	-	60-62	15,9
350Х25Р (Т-590)	3,1	2,3	1,1	23,4	-	0,96	-	58-60	19,2
350Х20РТ (Т-620)	3,3	2,1	1,0	22,7	0,6	1,1	-	59-61	19,7
350Х17РТ	3,6	-	-	17,2	0,4	0,8	-	56-58	19,7
450Х24Г6Т	4,6	-	6,4	23,8	0,35	-	-	56-59	20,3
70Х20Р3Т	0,65	-	-	21,9	0,2	3,08	-	62-64	56,0

*- приведена твердість по Брінеллю

Зразки в спеціальній касеті встановлювалися в оглядовий люк і випробовувалися в виробничих умовах. Знос визначався по втраті маси зразка за час випробування по відношенню до еталонного зразку. За еталон взято Сталь МСт.3., так як це одна з сталей з яких виготовляють трубопроводи, вона нелегована, буде мати мінімальну зносостійкість і за хімічним складом практично ідентична сталі 20.

Як видно з таблиці 1.4 закономірного зв'язку між зносостійкістю і твердістю високолегованого наплавленого металу немає. Однак спостерігається тенденція більш високого опору гідроабразивного зносу металу, що володіє більш високою твердістю. Найбільш високий опір гідроабразивного зношування має метал інтерметаллідного класу, зокрема, що містить бориди хрому. Наплавлення карбідного класу не мають переваг в порівнянні з наплавленим металом типу 350X25P і 350X20PT. Порівняння зносу наплавлених металів 250X25H4C3 і 250X20Г5C3Т показує, що легування нікелем не дає переваг у порівнянні з легуванням марганцем. Різна зносостійкість наплавлень 200X20PT, 300X20P і 350X17PT пояснюється переважно різним вмістом вуглецю.

Зносостійкість наплавленого металу 450X24Г6Т практично дорівнює зносостійкості сплавів 350X17PT і 350X20PT. Особливе місце в ряду зносостійкості випробуваних складів наплавленого металу займає сплав 70X20P3Т. Зносостійкість зразків з цього металу в 3 рази вище стійкості наплавлень 350X25P і 350X20PT. Це співвідношення підтверджено також виробничою практикою. Вплив бору на гідроабразивне зношування досліджено при легуванні цим елементом високолегованого хромистого сплаву, що містить 22,8 – 24,1% Cr і 0,6 – 0,8% Ti.

Результати цих досліджень наведені на рисунку 1.2 [7].

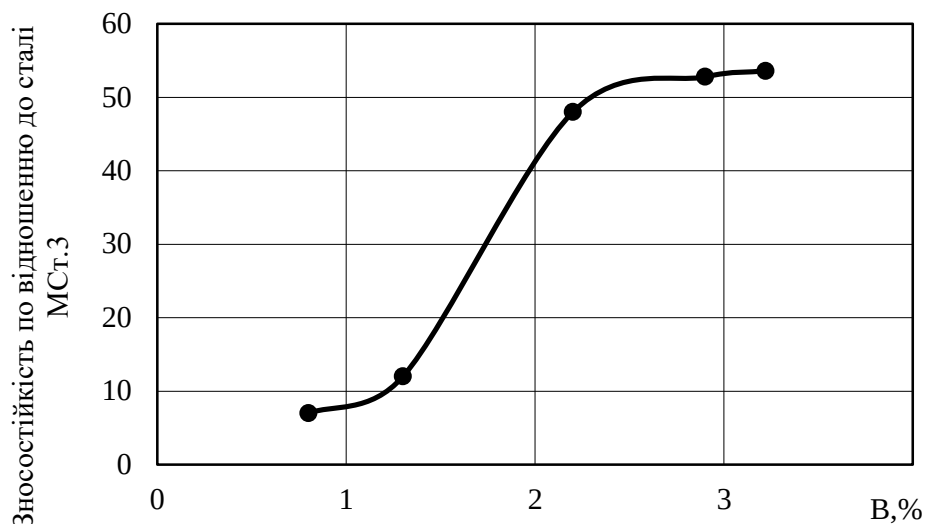


Рисунок 1.2 – Залежність гідроабразивного зношування наплавленого металу від змісту бору (0,6 – 0,8 % С; 22,8 – 24,1 % Cr) [7]

Як видно з рисунка, бор надає помітно більший вплив на зносостійкість хромистого сплаву, ніж вуглець. Зі збільшенням вмісту бору в наплавленому металі від 0,75 % до 3,1 % його зносостійкості підвищується в 6,9 рази. Найбільш інтенсивне підвищення зносостійкості, в 3,3 рази, спостерігається в інтервалі вмісту бору 1,34 – 2,25 %. При збільшенні вмісту бору від 2,25 % до 3,1 % зносостійкість зростає в 1,4 рази. Мабуть, для цього складу металу оптимальним є вміст бору від 2,5 % до 3,0 %. Залежно від вмісту бору структури наплавленого металу різні. З підвищенням вмісту цього елемента мікротвердість складових структури, а також інтегральна твердість зростає [7]. Борида хрому в залежності від складу мають такі значення мікротвердості: CrB (17,25 % В) – 11762–12753 МПа, Cr₃B₄ (21,72 % В) – 13734–14715 МПа і CrB₂ (29,55 % В) – 20611–22073 МПа [4].

Таким чином, борида хрому, що містять великі кількості бору, володіють вищою мікротвердістю. Для дослідження впливу бору на гідроабразивне зношування наплавленого металу був обраний високолегований хромом метал, який містить порівняно невелику кількість вуглецю. Тому вплив карбідної складової на зносостійкість практично виключався або був мізерно малим.

Таким чином, зносостійкість визначалася переважно наявністю боридів хрому, їх будовою і кількістю. Оскільки зазвичай бориди хрому певного фазового складу не утворюються то, мабуть, в наплавленого металу спостерігалася суміш цих інтерметалідів різної будови і властивостей. Підвищення твердості наплавленого металу зі збільшенням вмісту бору пояснюється утворенням боридів хрому, що містять великі кількості бору. Можна стверджувати, що і більш високий опір наплавленого металу, з підвищеним вмістом бору, при гідроабразивному зношуванні пов'язують з наявністю боридів хрому вищих порядків. Перспективним напрямком є легування наплавленого металу нітридом бору [13]. Подібно карбідам нітриди бору мають високу температуру плавлення і термічної стійкості і, отже, можуть бути введені до складу електродних покриттів, шихту порошкових дротів або керамічний флюс. Добавки нітриду бору в кількості від 3 % до 6 % в метал, легований вуглецем (до 2 %), хромом (до 16 %) і титаном (до 0,5 %), призводять до подрібнення структури наплавленого металу, збільшення неметалевої фази в ній, підвищення твердості наплавленого металу і зносостійкості при абразивному і гідроабразивного зносі. Лабораторні випробування на машині Х4-Б показали, що відносна зносостійкість зразків, наплавлених сплавом з хімічним складом: С – 1,5 %; Si – 1,2 %; Mn – 0,5 %; Cr – 8,1 %; Ni – 1,4 %; В – 1,0 %; N – 0,32 %, така ж, як у сплавів з більш високим вмістом вуглецю і хрому (200Х15СРТ, 250Х17Т). Підсумовані результати дослідно-промислової перевірки ряду складів наплавленого металу наведені в таблиці 1.5 [13]. Як видно з таблиці 1.5, найбільш високу зносостійкість має метал 70Х20Р3Т, метал 450Х24Г6Т і 350Х17РТ трохи більше зносостійкі в порівнянні зі сплавом 350Х25Р (електроди Т-590). Порівняння зносостійкості такого наплавлення з зносостійкістю сталі 35Л дозволяє оцінити загальну ефективність наплавлення [7]. Дані з випробування труб трубопроводів, наплавлених порошковим дротом ПП-АН170 (80Х20Р3Т) показують, що зносостійкість наплавлених труб у порівнянні з ненаплавленими зі сталі Ст.3 зросла від 8 до 25 разів залежно від умов роботи трубопроводів.

Таблиця 1.5 – Відносна зносостійкість [7]

Метал	Відносна зносостійкість	
	Сталь Ст.35Л	Метал наплавлений електродами Т-590
Сталь 35Л (без наплавки)	1,0	0,41
350Х25РТ (наплавка електродами Т-590)	2,4	1,0
450Х24Г6Т наплавка порошковим дротом	2,5	1,03
350Х17РТ наплавка порошковим дротом	3,3	1,1
70Х20Р3Т наплавка порошковим дротом	7,4	3,1

З вище сказаного можна зробити висновок, що для зміцнюючого наплавлення внутрішньої поверхні труб трубопроводів, що працюють в умовах гідроабразивного зношування без ударів, оптимальними є сплави типу 70Х20Р3Т, 80Х20Р3Т, 100Х20Р4С3Г2.

1.5 Технічні умови на виготовлення виробу

1.5.1 Вимоги до заготовок

Труби повинні відповідати вимогам ГОСТ 20295 "Сталеві електрозварні труби". Труби повинні бути виготовлені зі сталі ВСт.3сп ГОСТ 380. Якість сталевих труб повинно бути підтверджено сертифікатом відповідності. Кривизна труб повинна бути не більше 1,5 мм на будь-який 1 погонний метр труби. Різнотовщинність стінки труби не повинна перевищувати 0,5 мм (перевіряється ультразвуковим товщиноміром). Овальність труб повинна бути в межах 1% номінального зовнішнього діаметра. Розріз труб повинен бути рівним і строго перпендикулярним твірної труби. Косина різку не повинна перевищувати 2,5 мм [14].

1.5.2 Вимоги до зварювальних матеріалів

До зварювальних матеріалів відносяться зварювальний дріт і вуглекислий газ. Для механізованого наплавлення внутрішніх поверхонь труб необхідно застосувати порошкові дріт ПП-АН170 (державні стандарти відсутні). Хімічний склад дроту наведено в таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Хімічний склад дроту ПП-АН170 [15]

Вміст елементів, мас. %			
С	Ti	Cr	В
не більш			
0,8	0,6	20,0	3,0

Поверхня дроту повинна бути чистою, без окалини, іржі, масла і бруду. При необхідності її очищають від бруду та іржі травленням в 5% -ому розчині соляної або інгібованої кислоти (3% -ний розчин уротропіну в соляній кислоті). Можна очищати дріт пропускаючи її через спеціальні механічні пристрої (в тому числі через пристрої, заповнені зварювальним флюсом, цеглою, осколками наждакових кіл і повстяними фільтрами). Перед очищенням бухти дроту відпалювати при 150 – 200 °С на протязі 1,5 – 2 години. При очищенні дроту не можна допускати її різких перегинів (переломів). Допустиме відхилення діаметра дроту діаметром 1,6 мм становить 0,12 мм. Овальність дроту не повинна перевищувати допуску на діаметр. Кожна партія дроту повинна складатися з дроту однієї марки, однієї плавки і одного діаметра, оформлених одним документом про якість. Обміру та огляду піддають кожен моток або кожен котушку партії. Від партії, прийнятої за зовнішнім виглядом і розмірами, відбирають 3% котушок або мотків, але не менше 3-х для випробування дроту на загин по ГОСТ 14016-68. Відбір проб при необхідності перевірки хімічного складу дроту проводять відповідно до вимог ГОСТ 7565-

73. При отриманні незадовільних результатів випробування, хоча б по одному з показників по ньому проводять повторні випробування на подвійній кількості зразків, від мотків або катушок з числа, які не проходили випробування. Результати повторних випробувань є остаточними. До кожної катушки повинна бути міцно прикріплена металева бірка, на якій повинні бути чітко вказані: а) найменування або товарний знак підприємства - постачальника і номер плавки; б) умовне позначення дроту. Дріт повинен зберігатися в закритому приміщенні, що забезпечує його збереження від корозії.

1.5.3 Вимоги до технологічного процесу наплавлення

Наплавлення вести в один шар по гвинтовій лінії з таким кроком, щоб попередній валик не заважав накладенню наступного. Для видалення шлакової кірки нахил осі труби повинен складати 100° до горизонту. Наплавлення вести на вильоті 30 – 50 мм. Під час наплавлення необхідно стежити за:

- показаннями приладів (коливання струму і напруги не повинні перевищувати 5% від заданого значення);
- закріпленням труби в патроні обертача (прослизання і вивертання труби не допускається);
- деформаціями труби;
- положенням штанги в напавленої трубі (коливання електрода не повинні перевищувати 5 мм від заданого положення);
- стабільністю подачі електродного дроту (прослизання дроту в роликах, а також її застрягання не допускається).

При відхиленні від нормального перебігу процесу необхідно вимкнути зварювальну дугу і усунути несправність. Обертання труби можна зупинити через 1 – 2 хвилини після відключення дуги. При відновленні процесу наплавлення необхідно забезпечити перекриття попереднього валика для

запобігання пропусків наплавленого шару. Наплавлення вести на режимах, що забезпечують стабільне горіння дуги, хороше формування наплавленого шару, мінімальну деформацію труби. У наплавленого металу не допускаються шлакові включення або пори, розміром більше 1,5 мм. На наплавленій поверхні площею $1000 \pm 50 \text{ мм}^2$ не повинно бути більше двох шлакових включень або пір. Наявність волосяних тріщини допускається. Товщина наплавленого шару повинна бути не менше 3 – 4 мм. Деформація труби – не більше 2 мм на 1 погонний метр труби.

1.5.4 Вимоги до контролю якості

Правильна організація контролю якості наплавних робіт попереджає передчасний і аварійний вихід з ладу наплавлених труб трубопроводів. Під час зміцнення труб трубопроводів проводять попередній контроль, контроль під час наплавлення і контроль зміцнених наплавленням труб. Попередній контроль являє собою перевірку відповідності наплавляємих труб і наплавочних матеріалів на наявність сертифікатів і відповідність вимогам стандартів і технічних умов. Внутрішня поверхня труб перевіряється візуальним оглядом. На внутрішній поверхні труб не повинно бути масла, бруду, іржі. Контролюється перпендикулярність різку торців труб. Перевіряється якість очищення поверхні наплавочного дроту і якість намотування дроту на трисекційні котушки. Попередній контроль проводиться службою ВТК на ділянці підготовки виробництва. На кожній проконтрольованій трубі ставиться клеймо. На кожній проконтрольованій двосекційній котушці з дротом і балоні з вуглекислим газом наклеюється ярлик зі штампом контролера ВТК. У процесі наплавлення майстер ділянки і контролер ВТК ведуть операційний контроль наплавлення, який полягає в систематичній перевірці дотримання вимог технологічного процесу наплавлення, стану апаратури і джерел живлення

зварювальної дуги. Контролюється установка і закріплення труби в обертачі, дотримання технологічних режимів, розміри наплавляемого валика, робота всіх механізмів установки. Результати перевірки заносити в журнал оперативного контролю.

Зміцнені наплавленням труби контролюють з метою визначення якості наплавлення. Основний метод контролю – візуально-оптичний для визначення поверхневих дефектів. Не допустимими дефектами є: пропуски наплавленого шару, пропали, тріщини виходять в основний метал, сітка пір, напливи. Візуальний контроль проводиться в обсязі 100% площі напавленої поверхні. Крім того, ультразвуковою товщинометрією контролюється товщина наплавленого шару. Не допускається товщина наплавленого шару менше 2,5 мм. Товщинометрія проводиться в чотирьох точках на трьох перетинах труби. Результати контролю заносяться в журнал. На трубі, що пройшла контроль ВТК, ударним способом наносяться порядковий номер труби, клеймо зварника і клеймо контролера ВТК.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС НАПЛАВЛЕННЯ ТРУБ ТРУБОПРОВОДІВ

2.1 Загальна схема технологічного процесу

Загальна схема технологічного процесу наплавлення внутрішньої поверхні труб трубопроводів включає в себе такі основні завдання:

- вхідний контроль основних і зварювальних матеріалів;
- підготовка основних і зварювальних матеріалів до наплавлення;
- наплавлення внутрішньої поверхні труб трубопроводів;
- технічний контроль наплавлених труб і виправлення дефектів.

Вхідний контроль основних і зварювальних матеріалів здійснюється ВТК підприємства при надходженні матеріалів на склад в обсязі і відповідно до вимог п.1.5.4. Підготовка основних і зварювальних матеріалів здійснюється цехом підготовки виробництва підприємства і полягає в наступному:

- внутрішню поверхню труб очищають на спеціальному стенді від бруду та іржі та інших забруднень;
- труби газової різки ріжуть на мірні шматки довжиною 6 м.

Торці труб після газового різання зачищають від грату шліфувальною машинкою;

- наплавочний дріт намотують на двосекційні котушки, при цьому одночасно очищають дріт від технологічного мастила;
- основні і зварювальні матеріали передають на ділянку наплавлення.

Труби перевіряють на відповідність вимогам стандартів і технічних умов. Трубу встановлюють на роlikоопори і затискають в патроні маніпулятора. Наплавлення внутрішньої поверхні труб трубопроводів здійснюють безпосередньо на ділянці для наплавлення на спеціалізованих наплавочних установках. Технологія зміцнення внутрішньої поверхні труб трубопроводів передбачає їх наплавку самозахисного порошковим дротом ПП-АН170. Наплавлення проводять кільцевими валиками зі зміщенням на крок

наплавлення. Процес ведеться від середини труби до вільного кінця. Завершивши наплавлення половини труби, її розгортають на 180° , затискають наплавленим кінцем в патроні маніпулятора і наплавляють другу половину.

Контроль якості наплавленого шару здійснюється зовнішнім візуальним оглядом робочим-наплавщиком і майстром ділянки в процесі наплавлення і по його закінченню на повністю готовій трубі. Технічний контроль якості наплавлених труб здійснюється ВТК підприємства в обсязі і відповідно до вимог п.1.5.4. Візуальний контроль проводиться на роликовому стенді за допомогою приладу РВП-456. Товщину наплавленого шару контролюють за допомогою ультразвукового товщиномера ТУЗ-1. У разі виявлення дефектів наплавленого шару проводиться їх виправлення або безпосередньо на роликовому стенді полуавтоматом ПГШ-4М, або за допомогою наплавочної установки.

2.2 Вибір параметрів режиму наплавлення

Режим наплавлення визначає якість формування наплавленого шару, частку основного металу в наплавленому і його структуру. Велику роль відіграє стабільність режиму в процесі наплавлення. При виборі режимів необхідно прагнути до їх форсування з метою забезпечення високої продуктивності процесу, проте це не повинно йти на шкоду якості наплавлення. Визначаючи режим наплавлення, необхідно встановити число електродів, струм, напругу, швидкість переміщення дуги, виліт електрода, крок наплавлення, величину зміщення електрода з зеніту. Від числа електродів залежить продуктивність наплавлення і форма ванни. При використанні одного або двох електродів найкраще формування досягається на зворотній полярності. Швидкість подачі дроту, а отже і сила зварювального струму вибираються в залежності від діаметра і форми виробу, що підлягає наплавленню. Таким чином, при

наплавленні труб діаметром 630 мм зварювальний струм буде 520 А при використанні двох електродів. Швидкість подачі дроту залежить від багатьох параметрів, тому розраховуємо її за формулою [16]:

$$V_{np} = \frac{K_H I_H}{6d^2 n} \quad (2.1)$$

де K_H – коефіцієнт наплавлення, г/А·год, визначається за формулою [17]:

$$K_H = 1,3(2,8 + 0,1 \frac{I_H}{d}) = 1,3(2,8 + 0,1 \frac{520}{3,2}) = 25 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

де $I_H = 520 \text{ А}$ – зварювальний струм;

$d = 3,2 \text{ мм}$ – діаметр електрода;

$n = 2$ – кількість поданих дротів.

Підставляючи ці значення в формулу 2.1, отримаємо:

$$V_{np} = \frac{25 \cdot 520}{6 \cdot 3,2^2 \cdot 2} = 106 \text{ м/ч}$$

Напруга дуги вибирається в залежності від зварювального струму. Для струму 520 А напруга дуги дорівнюватиме 30-36 В [17]. Швидкість наплавлення визначається за формулою [17]:

$$V_H = \frac{0,785 \cdot d^2 \cdot n \cdot V_n \cdot (1 - \rho)}{t \cdot S} \quad (2.2)$$

де $t = 1,7 \text{ мм}$ – товщина наплавленого шару;

$S = 30 \text{ мм}$ – крок;

$\rho = 0,01$ – коефіцієнт, що враховує втрати металу на чад і розбризкування.

Підставляючи ці значення в формулу 2.2, отримуємо:

$$V_H = \frac{0,785 \cdot 3,2^2 \cdot 2 \cdot 106 \cdot (1 - 0,01)}{1,7 \cdot 30} = 33,2 \text{ м/год}$$

Виліт електрода приймаємо рівним 40 мм.

Зсув електрода щодо нижньої точки труби залежить від довжини ванни. Довжина ванни складає 40 – 50 мм. Тому зміщення електрода з zenіту приймаємо рівним 50 мм [16]. Для забезпечення видалення шлакових корок наплавлення ведуть в два заходи, тобто з подвійним кроком, а вісь труби розташовують під кутом 10° до горизонту. Швидкість поздовжнього переміщення з урахуванням подвійного кроку наплавлення складе 1,4 м / год. Обрані параметри наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри наплавлення

Параметр	Значення
Діаметр труб, мм	630
Діаметр дроту, мм	3,2
Число дротів	2
Відстань між дротами, мм	1500
Рід струму, полярність	Постійний струм, зворотна полярність
Зварювальний струм, А	500-550
Напруга дуги, В	30-36
Швидкість подачі дроту, м / год	106
Швидкість наплавлення, м / год	33,2
Швидкість поздовжнього зсуву, м / год	1,4
Виліт електрода, мм	40
Зсув з zenіту, мм	50-60
Число заходів	2

2.3 Техніка і технологія наплавлення

2.3.1 Підготовка під наплавлення

Труби, що поступають на наплавлення перевірити на відповідність передбаченими ГОСТ і технічними умовами вимогам, що враховує точність розмірів, якість поверхні. Особливо звернути увагу на відхилення розмірів товщини стінки труби кривизну труб по довжині. Різностінність і кривизна труб більш допустимої може привести до значних деформацій труби під час наплавлення. Кривизна труб не повинна перевищувати 1,5 мм на 1 погонний метр труби. Різ решт труб повинна бути рівною і строго перпендикулярною твірної труби.

Встановити трубу на роlikоопори і затиснути в патроні маніпулятора, забезпечивши биття вільного кінця труби не більше 5 мм.

Внутрішню поверхню труб, що підлягає наплавленню, слід очистити від бруду та іржі. Очищення можна проводити скребками, металевими щітками з подовженою рукояткою та шліфувальними машинами.

Електродний дріт, в разі його зволоження або тривалого зберігання, перед наплавленням необхідно прожарити при температурі 150 – 250 °С протягом 1 – 2 годин, очистити від іржі.

Установити бухту з дротом на котушку автомата, заправити дріт в ролики, які подають і подати через направляючий канал штанги до виходу його з контактної наконечника на 40 – 50 мм.

Встановити вихідний кінець трубки системи охолодження точно над кінцем електродного дроту, тому що трубка системи охолодження служить одночасно показником положення плавлення електрода в трубі.

За допомогою рулетки і крейди намітити середину труби.

Трубу кран-балкою за допомогою траверси із захопленнями встановити одним кінцем на роlikоопору, а другим в захоплення обертача МЗ1050 установки наплавлення. Зафіксувати трубу в захопленні гвинтовим притиском.

Змінними шестернями механізму подачі зварювального дроту встановити швидкість подачі дроту 106 м / год. Затиснути дріт притискними роликами і включити механізм подачі. Подати дріт в мундштук до виходу з контактних наконечників на 25 – 30 мм.

Потенціометром обертача М31050 встановити швидкість обертання труби $0,30 \text{ хв}^{-1}$, що відповідає лінійній швидкості наплавлення 36,3 м / год.

Встановити швидкість переміщення візка автомата такою, що б вона відповідала кроку наплавлення 30 мм.

Установити двосекційну котушку з дротом на стійки, дріт заправити в механізм, що подає.

Супортом встановити зміщення електродів в сторону протилежну обертанню труби на величину від 40 мм до 50 мм від zenіту труби.

Включивши маршову швидкість переміщення візка, ввести мундштук в трубу на 3 м, орієнтуючись по мітці на мундштуці.

Змістити електрод в сторону, протилежну обертанню труби на 30 – 35 мм від zenіту труби.

2.3.2 Наплавлення

Включити охолодження (вода).

Включити багатопостовий випрямляч ВДМ-1 601 із баластними реостатами РБ-302 і встановити режим наплавлення: струм 500 – 550 А; напруга 30 – 36 В. Наплавлення виконується на зворотній полярності (негативний полюс випрямляча з'єднується з виробом, а позитивний – з електродом).

Перед запалюванням дуги включити місцеву витяжну вентиляцію.

Після запалювання зварювальної дуги через 2 – 3 с включити обертання маніпулятора. Включити зварювальну дугу, а після одного обороту труби включити поздовжній рух автомата.

Після наплавлення 1 – 2 кільцевих валиків включити систему охолодження труби. Наплавлення виконувати кільцевими валиками зі зміщенням на крок наплавлення. Наплавлення ведеться від середини труби до вільного кінця.

Наплавить половину труби (від середини до краю). Досягаючи крайньої точки наплавлення, вимкнути поздовжнє переміщення автомата; після одного обороту труби вимкнути зварювальну дугу, через 1 – 2 хвилини вимкнути охолодження і обертання труби.

Під час наплавлення необхідно стежити за показаннями приладів, закріпленням труби в патроні маніпулятора, деформацією труби, положенням штанги в наплавлюваної труби, стабільністю подачі електродного дроту. При відхиленні нормального перебігу процесу необхідно вимкнути зварювальну дугу і усунути несправність. Обертання труби можна зупинити через 1 – 2 хв після виключення дуги. При відновленні процесу наплавлення, необхідно забезпечити перекриття попереднього валика для запобігання пропусків наплавленого шару. У разі виникнення прожога, процес наплавлення треба зупинити, отвір заварити з зовнішньої сторони труби електродами типу Е-50, з внутрішньої сторони труби дефектне місце наплавить на зазначених вище режимах. Після завершення наплавлення трубу необхідно зняти з маніпулятора і укласти на місце складування.

Розтиснути захоплення обертача. Кран-балкою за допомогою траверси розгорнути трубу на 180°, встановити наплавлений кінець в захоплення обертача, а ненаплавлений на роlikоопору.

Виконати наплавлення другої половини труби.

Наплавлену трубу кран-балкою зняти з установки.

Транспортувати трубу на місце для підплавлення крайок.

Зварювальнику зовнішнім оглядом перевірити якість наплавлення, при необхідності виправити дефекти наплавленого шару.

При необхідності підплавити кромки труби.

Ударним способом на відстані 300 мм від торця труби нанести особисте клеймо і порядковий номер труби згідно журналу реєстрації. Місце таврування обвести незмивною червоною фарбою.

Пред'явити для приймання наплавлену трубу контролеру ВТК.

Транспортувати трубу кран-балкою на складське місце.

При відхиленні нормального перебігу процесу необхідно вимкнути зварювальну дугу і усунути несправність. У разі виникнення прожога процес наплавлення треба зупинити, дефект заварити електродами типу Е50 з зовнішньої сторони труби.

2.4 Контроль якості

Приймання якості наплавлених труб трубопроводів здійснює відділ технічного контролю (ВТК) відповідно до вимог і в обсязі обумовленими п. 1.6.4 цієї дипломної роботи. Приймання ведеться контролером ВТК методами візуального і вимірювального контролю.

Контроль якості наплавлення здійснюється наступними методами:

- а) зовнішнім візуальним оглядом в процесі наплавлення і готової наплавленої труби, вимірами наплавленої поверхні;
- б) виміром твердості наплавленого металу;
- в) перевіркою хімічного складу наплавленого металу в випадку незадовільних результатів виміру твердості.

Зовнішній візуальний контроль здійснюється робочим – наплавщиком і майстром дільниці в процесі наплавлення і по його закінченню. Зовнішній огляд наплавленої поверхні проводиться для виявлення наступних зовнішніх

дефектів: напливів, ланцюжків пір, шлакових включень. У наплавленого металу не повинно бути шлакових включень або пір, розміром більше 1,5 мм. На наплавленій поверхні площею 1000 мм² не повинно бути більше двох шлакових включень або пір. У наплавленому шарі допускається наявність волосяних тріщин. Огляд проводиться за допомогою дзеркала, закріпивши його на штанзі і лампи для підсвічування.

Для візуального контролю внутрішньої поверхні наплавлених труб застосовується прилад РВП-456, який забезпечує глибину спостереження до 6 метрів при діаметрі труби від 37 мм до 630 мм. Крім того, прилад дозволяє визначати характер дефекту і обчислити його місце розташування. Виявлені дефекти необхідно усунути.

Вимірювальний контроль товщини наплавлення ведеться ультразвуковим товщиноміром ТУЗ-1. Деформація труби вимірюється за допомогою металевої лінійки та набору щупів. Заміри наплавленої поверхні здійснюються кронциркулем, штангенциркулем, лінійкою і метром. Товщина наплавленого 1 шару повинна бути не менше 1,0 мм. Деформація труби не повинна перевищувати 2 мм на 1 погонний метр труби.

Заміри твердості наплавленого металу здійснюються за методом Роквелла (ГОСТ 9013-59) як середньоарифметичне значення не менше трьох вимірів. Перевірці на твердість піддається кожна партія наплавочного дроту. Для перевірки твердості слід зробити наплавлення на пластину зі сталі марки Ст3пс або Ст3кп, або Ст3сп за ГОСТ 3810-76. Найменші розміри пластини 60 x 150 мм при товщині не менше 14 мм. Наплавлення слід проводити в два шари валиками шириною 12 – 18 мм і довжиною 100 – 120 мм на зазначених вище режимах. Твердість другого шару наплавленого металу повинна складати 58 – 67 HRC. Якщо твердість другого наплавленого шару буде менше 58 HRC, слід провести хімічний аналіз наплавленого металу. Пробу для хімічного аналізу відбирають методом зливу (при наплавленні другого шару, різким нахилом зразка зливають метал зварювальної ванни на мідну пластину, далі дробленням злитого металу отримують крупу для хімічного аналізу).

Під час приймання труба знаходиться на роликовому стенді, що забезпечує можливість повороту труби при контролі. Наплавлена поверхня повинна бути очищена від шлаку, бризок і напливів металу, наявні дефекти виправлені. За зовнішнім виглядом наплавлені валики повинні відповідати таким вимогам:

- а) мати гладку або рівномірно лускату поверхню (без напливів, прожогів, звужень і перерв); валики повинні мати плавні обриси;
- б) пропуски між валиками допускаються шириною не більше 1 – 2 мм;
- в) допускаються окремі шлакові включення або пори, або скупчення їх розміром по діаметру не більше 10% товщини стінки труби, але не більше 3 мм;
- г) допускаються шлакові включення або пори, розташовані ланцюжком уздовж наплавленого валика, при сумарній їх довжині, що не перевищує 200 мм на 1 м наплавленого валика;
- д) допускаються скупчення газових пір і шлакових включень в окремих місцях наплавленого валика в кількості не більше 5 шт на 1 см² площі валика при діаметрі одного дефекту не більше 1,5 мм;
- е) в наплавленому металі допускаються волосяні тріщини. Тріщини всіх видів і розмірів, що виходять на зовнішню поверхню труби не допускаються;
- ж) кромки труби після кисневого різання повинні бути очищені і не мати шорсткостей поверхні, що перевищують 1 мм, надривів і тріщин;
- з) залишкові деформації труби, що перевищують допустиму величину повинні бути виправлені. Виправлення повинно бути вироблено методом термічної правки.

Дефекти наплавлення усуваються наступними способами:

- пропуски, перерви валиків, кратери заплавляються;
- пропали заварюються з зовнішнього боку, а з внутрішньої сторони заплавляються зносостійким сплавом;
- тріщини, що виходять на зовнішню поверхню труби, розправляються і заварюються електродами типу Е50.

2.5 Нормування багатоелектродного наплавлення труб трубопроводів

Наплавлення проводиться на стаціонарній установці. Установка, кантування труб під наплавлення виконуються за участю електрозварника. Налаштування автомата виконує електрозварник. Зміна швидкості подачі електродного дроту і швидкості наплавлення ступеневе за допомогою змінних шестерень. Наплавлення ведеться від випрямляча ВДМ-1600 самозахисним порошковим дротом ПП-АН170 на режимі: постійний струм, зворотна полярність, зварювальний струм 520 А, напруга дуги 30 – 36 В. Установка має стаціонарний токопідвід до деталі.

1. Розрахунок підготовчо-заключного часу проводиться за формулою [17]:

$$T_{п.з.} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \quad (2.3)$$

де $t_1 = 5,0$ хв – отримання виробничого завдання, вказівки і інструктажу;
 $t_2 = 3,0$ хв – ознайомлення з роботою;
 $t_3 = 0,1$ хв – установка величини напруги дуги;
 $t_4 = 4,2$ хв – установка швидкості зварювання;
 $t_5 = 4,0$ хв – установка швидкості подачі електродного дроту;
 $t_6 = 2,0$ хв – здача роботи.

Підставляючи ці значення в формулу 2.1, одержимо:

$$T_{п.з.} = 5,0 + 3,0 + 0,1 + 4,2 + 4,0 + 2,0 = 18,3 \text{ хв}$$

2. Розрахунок основного часу Необхідно наплавить 160 кг металу. Час наплавлення 1 кг металу знаходимо за формулою [17]:

$$T = \frac{10^3}{K_H \cdot I_{св}} = \frac{10^3}{25 \times 520} = 0,08 \text{ год} \quad (2.4)$$

Час наплавлення однієї труби:

$$T_o = 160 \times 0,08 = 12,8 \text{ год}$$

3. Розрахунок допоміжного часу проводиться за формулою [17]:

$$T_{всп} = t_1 + t_2, \quad (2.5)$$

$$t_1 = (t_{уст} + t_{зн}) \times 2 + t_{підг} \times 4 + 4 \times t_{відкл}, \quad (2.6)$$

де t_1 – допоміжний час, пов'язаний з виробом і роботою устаткування, хв.;

$t_{уст} = 3,0$ хв – час установки труби на роликоопори;

$t_{зн} = 2,3$ хв – зняття виробу з пристосування;

$t_{підг} = 1,6$ хв – установка автомата на початку шва, установка електрода в заданій точці, натискання кнопки "Пуск";

$t_{відкл} = 0,5$ хв – відключення автомата після зварювання.

Підставляючи ці значення в формулу 2.4, одержимо:

$$t_1 = (3,0 + 2,3) \times 2 + 1,6 \times 4 + 4 \times 0,5 = 19 \text{ хв}$$

де t_2 – час на віднесенням труби, $t_2 = 3,1$ хв.

Підставляючи ці значення в формулу 2.3, одержимо:

$$T_{всп} = 19 + 3,1 = 22,1 \text{ хв} = 0,368 \text{ год.}$$

Норму штучного часу розраховуємо за формулою [26]:

$$T_{шт} = (T_o + T_{всп}) \cdot K_1 \quad (2.7)$$

де $K_1 = 1,12$ – коефіцієнт, що враховує час на обслуговування робочого місця, відпочинок і природні потреби.

$$T_{шт} = (12,8 + 0,368) \cdot 1,12 = 14,8 \text{ год}$$

3 ПРОЄКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКІ РОЗРОБКИ

3.1 Вибір стандартного устаткування

Конструкція установки визначається тими функціями, які вона повинна забезпечувати для наплавлення внутрішньої поверхні труб трубопроводів діаметром 630 мм, і довжиною 6000 мм:

- подача електродного дроту в зону горіння дуги;
- переміщення наплавочного пристрою уздовж осі труби;
- обертання труби при наплавленні;
- живлення дуги постійним струмом зворотної полярності.

Так як промисловістю не випускається стандартних установок для наплавлення внутрішньої поверхні трубопроводів, то пропонується конструкція установки, в якій з метою спрощення проєктної розробки і полегшення виготовлення самої установки, включається таке стандартне наплавочне обладнання:

- джерело живлення зварювальної дуги постійного струму, яке повинно забезпечувати силу зварювального струму 520 А при ПВ 100 % і падаючу зовнішню характеристику. Таким вимогам відповідають наступні джерела живлення: ВДУ-1201, ВДУ-1202, ВДУ-1601. Однак беручи до уваги те, що на проєктованій ділянці буде працювати кілька установок доцільно застосувати багатопостовий випрямляч ВДМ-1601, що забезпечує живлення трьох наплавлювальних установок і по три баластних реостата РБ-300 на кожену установку для регулювання параметрів дуги. Технічні характеристики обладнання наведені в таблиці 3.1. Застосування одного багатопостового джерела ВДМ-1601 замість двох типу ВДУ-1201, ВДУ-1202 дозволяє скоротити витрати на придбання джерел живлення.

- для обертання труби використовується горизонтальний обертач МЗ1050 [18]. Технічні характеристики обертача наведені в таблиці 3.2.

- для подачі двох електродних дротів в зону горіння дуги

використовується механізм подачі А-362 з насадкою А-589, призначеною для подачі двох електродних дрітів, таблиці 3.4 і 3.5 відповідно.

Таблиця 3.1 – Технічна характеристика ВДМ-1601 [18]

Параметр	Одиниці виміру	Значення
Номінальний зварювальний струм при ПН = 100%	А	1600
Номінальна робоча напруга	В	60
Напруга холостого ходу	В	70
Первинна потужність	кВА	120
ККД	%	90
Маса, не більше	кг	770
Габаритні розміри	мм	1050x850x 1650
Число постів	шт	9
Номінальний струм поста при ПН = 60 %	А	315

Таблиця 3.2 – Технічна характеристика обертача М31050 [18]

Параметр	Одиниці виміру	Значення
Момент на осі обертання	Н·м	1000
Вантажопідйомність	кН	10
Номінальний зварювальний струм	А	1000
Швидкість наплавлення	м/ч	12-240
Діаметр виробів, що наплавляються	мм	250-1950
Число обертів шпинделя планшайби	хв ⁻¹	0,05-2,5
Висота центрів	мм	1005
Відстань між опорними площинами хрестовин	мм	4000
Потужність електродвигуна	кВт	1
Габаритні розміри	мм	5955x1600x1500
Маса	кг	2041

У пристрої А-362 рекомендується, для збільшення терміну служби струмопідводящих наконечників, використовувати замість роликів з рискою ролики шестеренчастого типу, які не утворюють на дроті насічки і вони в свою чергу не так зношують наконечники.

Таблиця 3.4 – Технічна характеристика механізму подачі дроту А-362 [19]

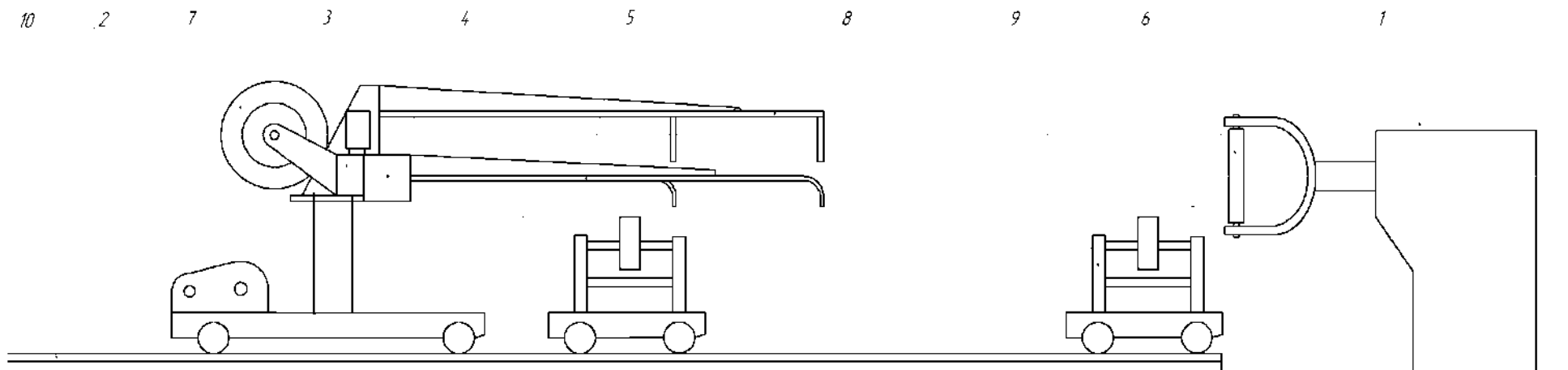
Параметр	Одиниці виміру	Значення
Діаметр електродного дроту	мм	3-5
Швидкість подачі електродного дроту	м/год	60-324
Габаритні розміри механізму подачі	мм	250x240x300

Таблиця 3.5 – Технічна характеристика насадки А-589 [19]

Параметр	Одиниці виміру	Значення
Діаметр електродного дроту	мм	3,2
Число електродів, що подаються	шт	2
Межа регулювання відстаней між кінцями електродів	мм	4-22
Максимальний зварювальний струм (на два електроди), не більше	А	800
Габаритні розміри	мм	220x120x365
Маса	кг	6

3.2 Опис пристрою установки

Установка (рисунок 3.1) являє собою конструкцію що складається з зварювального обертача МЗ1050 (1), наплавочного апарату і системи охолодження (8).



1 - обертач; 2 - візок; 3 - механізм подачі дроту; 4 - насадка для подачі двох електродних дротів; 5 - мундштук;
6 - захоплення обертача; 7 - котушка для електродного дроту; 8 - система охолодження; 9 - опора; 10 - рейковий шлях.

Рисунок 3.1 – Схема установки для наплавлення труб трубопроводів

Труба, яку наплавляють, одним кінцем спирається на опорні ролики (9), а інший кінець кріпиться в пристрої для затиснення труби на обертачі (6), встановленому на осі обертача М31050. Пристрій для затискання труби (6) являє собою вилку, на кінцях якої є дві чавунні втулки з отворами для шарнірної установки за допомогою цапф нижньої затискної скоби, до якої шарнірно кріпиться верхня затискна скоба. Труба фіксується в пристрої за допомогою відкидного гвинтового притиску. Така конструкція пристрою кріплення труби обумовлена необхідністю компенсації можливих деформацій труби при наплавленні. При жорсткому закріпленні труби, наприклад в патроні, деформації, що виникають викликають її вивертання з закріплення. Сам наплавочний апарат, складається з колони з механізмом вертикального переміщення, на якій через супорт поперечної корекції, встановлений механізм, що подає А-362 (3) з насадкою А-184 (4) для подачі двох наплавних дротів. Наплавлювальні дроти подаються всередину труби, до місця горіння дуги по подовженому мундштуку. Один кінець мундштука закріплено на супорті поперечної корекції. Корпус мундштука є алюмінієвою трубою діаметром 50 мм, в якій розміщені два напрямних канали. З протилежного боку штанги і на відстані 1500 мм від нього кріпляться мундштуки зі змінними струмопідвідними накінецьниками. Використання алюмінієвої труби в якості корпусу дозволяє використовувати його в якості струмопідвода дострумопідвідного мундштука, який фіксується на корпусі накидною гайкою. Порожній канал можна використовувати як канал для витяжки місцевої вентиляції. Для зменшення деформацій, що виникають при наплавленні використовується система охолодження (8). Система охолодження являє собою трубу з відводами, які розташовані ззовні наплавлюваної труби над місцями горіння дуги. Для підвищення ефективності охолодження використовується охолоджуюча суміш (вода і повітря) для цього в системі передбачено два штуцери і змішувач. Весь наплавочний апарат з системою охолодження змонтований на самохідному візку (2), який пересувається по рейковому шляху (10) і призначений для подовжнього переміщення апарата під час наплавлення

зі зварювальною швидкістю. Наплавочний дріт намотаний на двосекційну котушку (7). Для запобігання розкручуванню котушки передбачене пружинне гальмо.

3.3 Розрахунок площ і планування ділянки по наплавленні труб трубопроводів

При розробці плану ділянки наплавлення основним є визначення необхідних розмірів прольоту – довжини, ширини і висоти. Ці параметри, прийняті наближено при складанні компоувальної схеми ділянки, підлягають уточненню в процесі докладної розробки технологічного плану з урахуванням рекомендованих розмірів прольотів по нормам технологічного проєктування. Для визначення ширини прольоту складаємо схему розташування робочих місць (рисунок 3.2).

Висоту прольоту визначаємо за формулою [20]:

$$H_{\text{п}} \geq h_1 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 \quad (3.1)$$

де $h_1 = 2,7$ м – найбільша висота обладнання встановленого в прольоті (рис. 3.3);

$h_3 = 0,75$ м – відстань від рівня поверхні головки рейки підкранових колій до найнижчої точки гака;

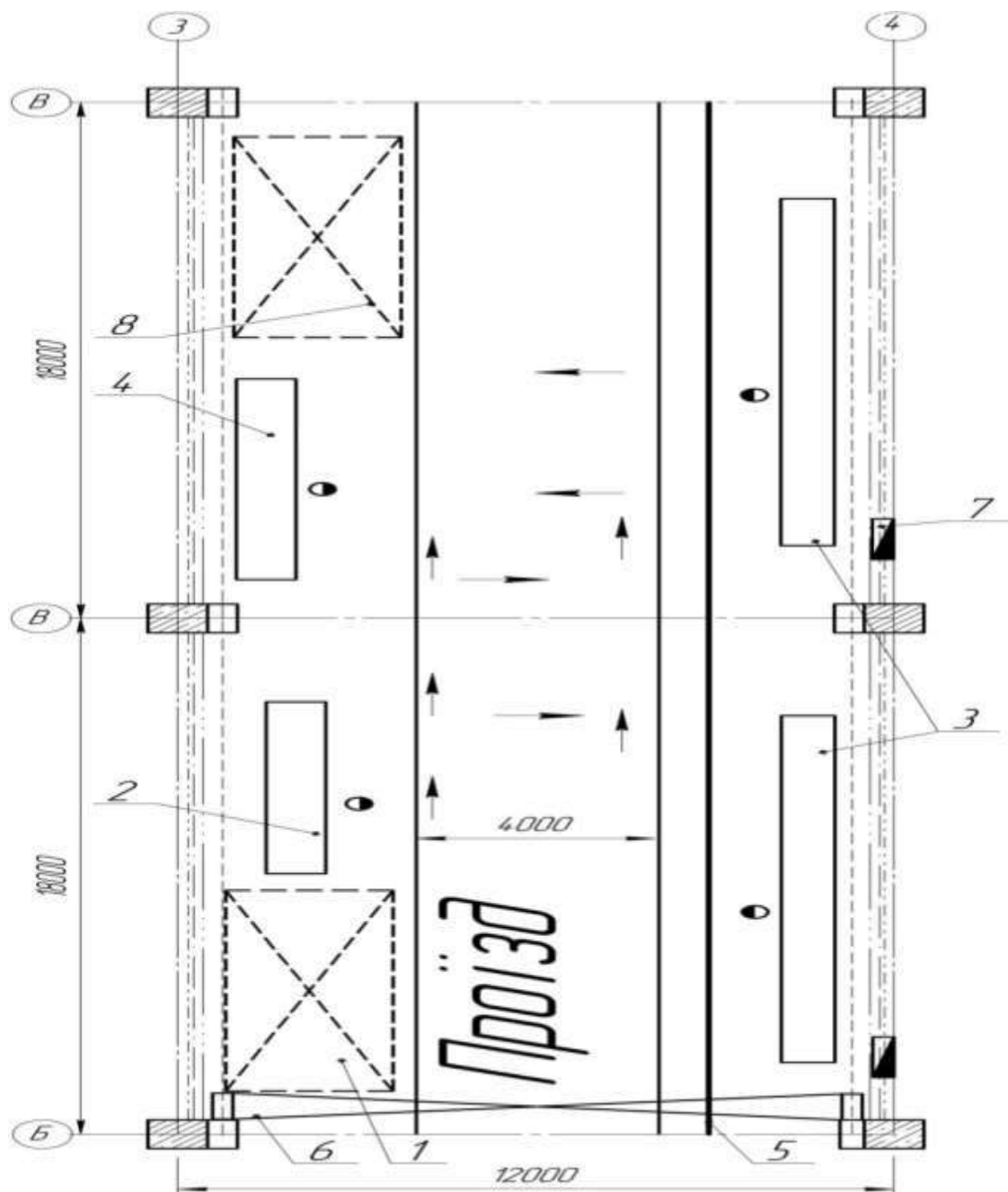
$h_4 = 1,3$ м – відстань від найнижчої точки гака крана до найбільш високої точки вантажу;

$h_5 = 0,65$ м – найбільша висота транспортується вантажів;

$h_6 = 0,5$ м – відстань від нижчої точки вантажу до найвищої точки обладнання.

Підставляючи ці значення в формулу 3.2, одержимо:

$$H_{\text{п}} \geq 2,7 + 0,75 + 1,3 + 0,65 + 0,5 = 5,9 \text{ м}$$



- 1 – склад заготовок; 2 – місце слюсаря (зачистка) ПП-2015;
 3 – установка для наплавлення труб; 4 – контроль якості фінішний; 5 – захисний екран; 6 – кран $Q=10$ т; 7 – пожежний щит; 8 – склад наплавлених труб

Рисунок 3.2 – Схема розташування обладнання в прольоті

Остаточно приймаємо: ширину прольоту – 12 м, відстань між колонами – 18 м, висоту прольоту – 6 м.

4 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Ідея проєкту полягає у вдосконаленні існуючого методу відновлення наплавленням внутрішньої поверхні труби, що дозволяє істотно збільшити термін служби експлуатації трубопроводів. Опис даної ідеї наведений у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Опис ідеї

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для споживачів (користувачів)
Отримання необхідних механічних властивостей на внутрішній поверхні наплавленням труб, що працюють в умовах гідроабразивного зношування	1. Відновлення мережі водопостачання ТОВ «Місто для людей».	Зменшення витрат на ремонтні роботи за рахунок відновлення наплавленням внутрішніх поверхонь труб
	2. Відновлення тепломережі	Зменшення витрат на ремонт

Сьогодні наплавлення – один з найважливіших методів ремонту. Відновлення зношеного деталей за допомогою наплавлення широко використовується у всіх галузях. В цілому в промисловості і в будівництві з метою ремонту виконується близько 68 % наплавних робіт (по масі наплавленого металу). Характеристика потенційного ринку наведена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Попередня характеристика потенційного ринку

№	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Головні конкуренти (заводи-виробники даних деталей)	Виготовлення нових деталей
2	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Стабільна
3	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Капітал на закупівлю нового обладнання
4	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Перекваліфікування працівників

Характеристика потенційних клієнтів наведена в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Попередня характеристика потенційних клієнтів

Потреба, що формує ринок	Дешеві та якісні деталі
Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	ТОВ «Місто для людей», Водоканал, тепломережі, каналізаційні мережі
Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Відсутні
Вимоги споживачів (користувачів)	Підвищена зносостійкість в умовах гідроабразивного зношування.

Нами, був проведений аналіз середовища реалізації інноваційного проєкту (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – SWOT- аналіз

Сильні сторони:	Слабкі сторони:
- Використання зносостійкі матеріалів; - витрачання оптимального часу на ремонт; - високий рівень якості ремонтних робіт;	- відсутність високотехнологічного обладнання; - некваліфіковані робітники; - вірогідність сильної конкуренції зі сторони закордонних фірм.
Можливості:	Загрози:
- можливість подальшого розвитку зносостійкості деталі; - можливість збільшення пропозиції для інших підприємств; - можливість використання технології для інших деталей, що працюють в умовах абразивного зношування.	- сильна конкурентна боротьба; - падіння ціни на нові деталі; - збільшення вартості сировини.

Опис цільових груп потенційних споживачів (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
1	Підприємства, які потребують постійного ремонту деталей, які інтенсивно зношуються	Висока	Великий попит	На даний момент низький рівень конкуренції	Необхідність нового обладнання
Які цільові групи обрано: ТОВ «Місто для людей»					

З метою відображення взаємозв'язків стейкхолдерів на Карті, рис 4.1 виділено три концентричних області, в яких розміщено всіх зацікавлених осіб інноваційного проєкту за можливостями впливу на них ініціатора проєкту. Область внутрішніх стейкхолдерів – область повноважень/відповідальності ініціатора. Внутрішні зацікавлені сторони знаходяться в прямій підлеглості ініціатора, що дозволяє використовувати досить прості методи адміністрування проєкту.

Залежні зацікавлені сторони формально ініціатору проєкту не підлеглі, проте тісні ділові стосунки потребують на пошук взаємовигідних рішень та компромісів. На периферії ж знаходяться зовнішні зацікавлені сторони. Це область стейкхолдерів опосередкованого впливу на успішність реалізації інноваційного проєкту.

В даний час для транспортування теплоносія, а також водопостачання широко використовують системи гідротранспорту (трубопроводи).

Трубопроводи працюють в умовах гідроабразивного зношування, а так як труби, що застосовуються для них, виготовлені зазвичай з низьковуглецевої сталі, то термін їх служби невеликий, і вони постійно потребують ремонту, реконструкції чи модернізації, навіть, повної заміни. Це дорогий і трудомісткий процес. У зв'язку з цим отримання необхідних механічних властивостей на внутрішній поверхні труб наплавленням, слід розглядати як прогресивний метод, що дозволяє істотно економити метал шляхом збільшення термінів служби експлуатації трубопроводів.

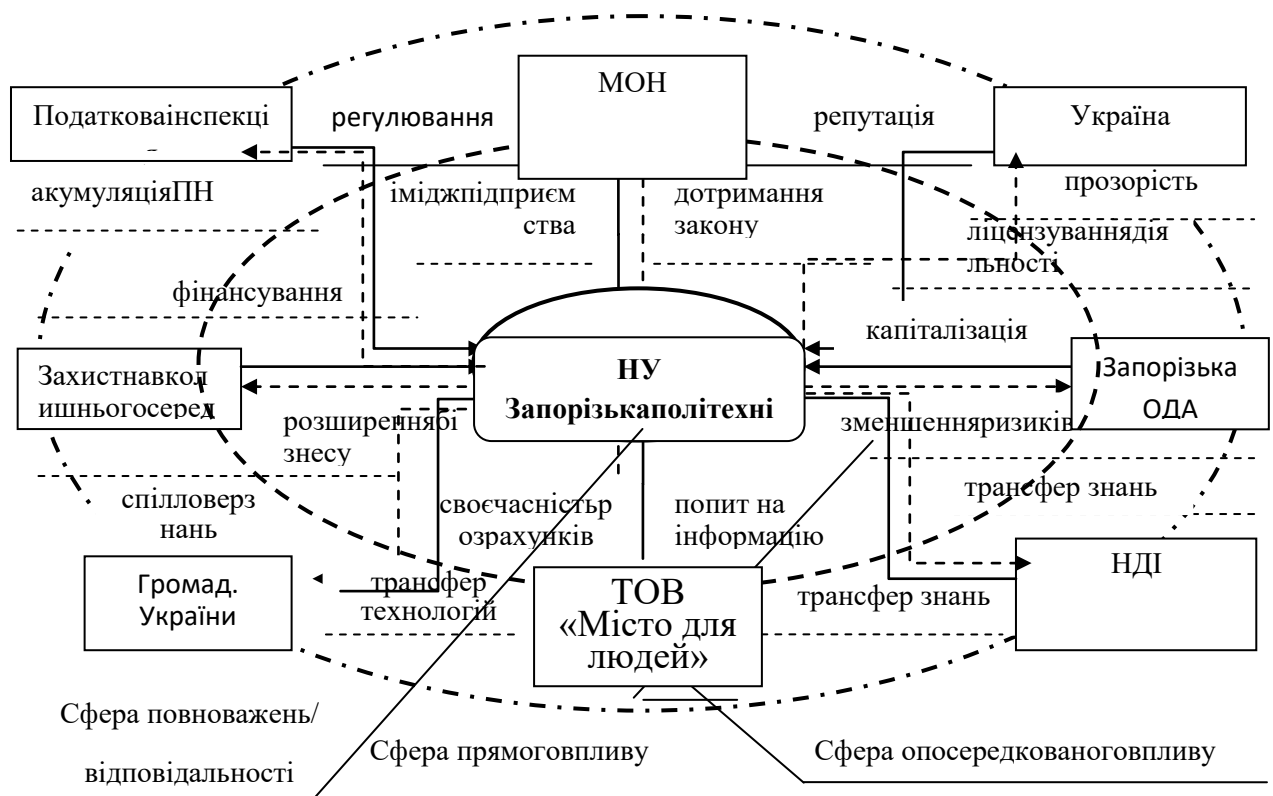


Рисунок 4.1 – Карта стейкхолдерів

У розділі представлені: організація виробництва, планування витрат на виробництво, розрахунки ефективності та результативності розробок ділянки складання і зварювання труби водопроводу. В даному підрозділі розраховано:

технічне нормування операції, виробнича програма, кількість обладнання, чисельність персоналу та фонд оплати праці працівників.

4.1 Технічне нормування операцій

Для проектування ділянки по зварюванню та наплавленню труби необхідно:

- пронормувати операції технологічного процесу;
- встановити річну виробничу програму виробів;
- розрахувати кількість обладнання і виробничу площу ділянки;
- розрахувати чисельність персоналу.

Норми часу на виконання технологічних операцій наведені в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Технічне нормування операцій

Нормування операцій	Норма штучного часу, н/год.
Зачищення слюсар	0,75
Збирання 1 слюсар	0,09
Наплавлення труби	14,8
Зачищення труби слюсар	0,25
Транспортування	0,12
Контроль	2,8
Усього	18,81

На основі розрахованих норм часу по виготовленню виробів встановлюємо річну виробничу програму виробів у штуках (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Виробнича програма виробів на рік

Найменування виробу	Норма часу на виріб, н / год.	Виробнича програма	
		шт.	н / год.
Труба	18,81	200	3762

4.1.1 Розрахунок кількості обладнання, площі ділянки

Розрахунок необхідної кількості обладнання по кожному типу ведеться за формулою:

$$G_p = \sum_{i=1}^m \frac{t_i \cdot N_i}{F_{до}}, \quad (4.1)$$

де G_p – кількість обладнання за розрахунком, одиниць;
 m – кількість видів робіт;
 t_i – норма часу i -тої операції, нормо-годин;
 N_i – річна виробнича програма виробів, одиниць;
 $F_{до}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, годин;

Прийнята кількість обладнання встановлюється шляхом округлення до цілої величини ($G_{пр}$). Коефіцієнт завантаження обладнання визначається за формулою:

$$K_z = \frac{G_p}{G_{пр}}, \quad (4.2)$$

де $G_{пр}$ – прийнята кількість обладнання, одиниць.

Середній коефіцієнт завантаження обладнання на ділянці повинен бути не нижче, чим 0,85.

Дійсний річний фонд часу роботи устаткування визначаються за формулою:

$$F_{\text{до}} = F_{\text{ном}}(1 - K_{\text{в}}), \text{ годин} \quad (4.3)$$

де $F_{\text{ном}}$ – номінальний фонд часу роботи обладнання, годин;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт витрат часу на ремонт та обслуговування обладнання, $K_{\text{в}} = 0,1$.

Номінальний річний фонд часу обладнання при п'ятиденному робочому тижні та однозмінному режимі роботи – 1860 год:

$$F_{\text{до}} = 1860 \cdot (1 - 0,1) = 1674 \text{ год.}$$

Таблиця 4.8 – Розрахунок кількості обладнання та його потужності

Найменування обладнання	Кількість обладнання		Коефіцієнт завантаження	Потужність двигунів, кВт / год.	
	за розрахунком	прийнят а		одиниці	усього обладнання
Установка для наплавлення труби	1,77	2	0,88	30	60
Пост для контролю якості	0,75	1	0,75	10	10
Всього	2,52	3	0,84	-	70

Виробнича площа розраховується виходячи з кількості обладнання, робочих місць і питомої площі на одиницю обладнання з додаванням 20% (проходи, проїзди та ін.). Площа ділянки $36 \text{ м} \times 12 \text{ м} = 432 \text{ м}^2$.

4.1.2 Розрахунок чисельності персоналу дільниці

Чисельність основних виробничих робітників дільниці на нормованих роботах розраховується за операціями згідно розрядам і професіям за формулою:

$$R_0 = \frac{\sum_{i=1}^m t_i \cdot N_i}{F_{д.р} \cdot K_{в.н}}, \text{ осіб} \quad (4.4)$$

де R_0 – чисельність основних виробничих робітників;
 m – кількість видів роботи;
 t_i – норма штучного часу на i -тій операції, нормо / год.;
 N_i – річна виробнича програма i -того виробу, одиниць;
 $F_{д.р.}$ – дійсний річний фонд часу одного робітника, год.;
 $k_{в.н.}$ – коефіцієнт виконання норм виробітку ($k_{в.н} = 1,05$).

Дійсний фонд часу працівника визначається за формулою:

$$F_{д.р} = F_{ном}(1 - h), \text{ годин} \quad (4.5)$$

де $F_{ном}$ – приймаємо для однозмінного режиму 2080 годин;
 h – плановий коефіцієнт невиходу працівників на роботу (0,12-0,15).

Тоді:

$$F_{д.р} = 2080(1 - 0,15) = 1768 \text{ год}$$

Чисельність допоміжних робітників за професіями розраховується за нормами обслуговування обладнання.

Чисельність керівників і фахівців ділянки (майстер, технолог) розраховують за штатним розкладом.

Загальна чисельність персоналу ділянки наведена в табл. 4.4.

Таблиця 4.9 – Загальна чисельність персоналу

Персонал	Чисельність персоналу, чол.	У т.ч. за розрядами						В т.ч. по змінах	
		I	II	III	IV	V	VI	I	II
1.Основні робітники:									
складальник	2			2				1	1
зварювальник	4				4			2	2
Усього	6			2	4			3	3
2. Допоміжні робітники									
слюсар	2			2				1	1
контролер	4			2	2			2	2
Усього	6			4	2			3	3
3. Керівники і спеціалісти:									
майстер	1							1	
технолог	1								1
Усього	2							1	1
Разом	14			6	6			7	7

4.2 Планування витрат на виробництво

У даному підрозділі розраховано заплановані матеріальні витрати на основні засоби, фонд оплати праці персоналу, складено калькуляцію собівартості продукції.

4.2.1 Матеріальні витрати

Вартість основних і додаткових матеріалів розраховується на основі норм використання та цін. Крім того, необхідно врахувати транспортно-заготівельні витрати (5 – 7 % від вартості матеріалів) та вартість оборотних відходів.

До основних матеріалів слід віднести металопродукт для заготовок, виготовлених на складально-зварювальній дільниці (табл. 4.10). До додаткових матеріалів слід віднести ті матеріали, які використовуються для здійснення технологічних процесів (зварювальні драти та гази) (табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Розрахунок вартості основних та допоміжних матеріалів для автоматичного наплавлення труби

Найменування сировини та основних матеріалів	Норми використання	Ціна грн.	Вартість грн.
Основні матеріали			
Труба	200	16236	3247200
Допоміжні матеріали			
Дріт Ø3,2 мм, кг	160	150	24000
Аргон кг	4,22	11,692	49,340
CO ₂ кг	0,75	21,667	16,250
Усього	364,97	-	3271265,59

* Обсяг 1 балона 40 літрів

4.2.2 Вартість основних засобів

Вартість основних виробничих фондів передбачає такі розрахунки:

- вартість будівель визначається на основі розрахованої загальної площі і вартості 1 м² будівель (300 – 500 грн. за 1 м²)

$$V_{\text{буд}} = 432 \cdot 500 = 216000 \text{ грн.}$$

- вартість споруд 5 % від вартості будівель;

$$V_{\text{спр.}} = 216000 \cdot 0,05 = 10800 \text{ грн.}$$

- вартість обладнання (наведена в таблиці 4.11) з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і монтажу (10 – 15 %).

- вартість цінних інструментів, пристосувань, інвентарю (3 – 5 % балансової вартості обладнання);

- вартість транспортних засобів (3 % балансової вартості обладнання).

Таблиця 4.11 – Розрахунок вартості обладнання

Найменування обладнання	Ціна за одиницю, грн.	Кількість, одиниць	Балансова вартість з урахуванням транспортно-заготівельних витрат і монтажу, грн.
Автомат	612976,2	2	1348547,6
Зварювальний пальник для автоматичного зварювання	9847	2	21663,4
Роликовий обертачМ31050	131725	2	289795
Зварювальне джерело	167000	2	334000
Усього	-	8	1994006

Розрахунок вартості основних засобів, амортизаційних відрахувань, структури основних засобів наведено в табл. 4.12.

Таблиця 4.12 – Вартість основних засобів

Найменування основних засобів	Балансова вартість, грн.	Структура, %	Норма амортизації, %	Амортизаційні відрахування, тис. грн.
1. Виробничі будівлі	216000	9,24	8	17,280
2. Споруди	10800	0,62	8	0,864
3. Обладнання	1994006	83,94	24	478,561
4. Цінні інструменти, прилади, інвентар	79760	3,52	24	19,142
5. Транспортні засоби	59820	2,68	40	23,928
Усього	2380326	100	-	539,775

4.2.3 Розрахунок фонду оплати праці

Сума заробітної плати, яка виплачується працівникам підприємства, формує фонд оплати праці. Фонд заробітної плати розраховується за прийнятими формами і системами оплати праці. Оплата праці основних робітників здійснюється за відрядно-преміальною формою оплати праці; допоміжних робітників – за почасово-преміальною формою оплати праці; керівників та спеціалістів – за штатно-окладною формою оплати праці.

Плановані доплати і премії для робітників приймаємо в розмірі 50 % від тарифної заробітної плати. Премії з прибутку складають для робітників – 15 % до тарифної заробітної плати, для керівників і фахівців – 40 %.

Розраховуємо тарифний фонд заробітної плати основних робітників за формулою:

$$Z_{\text{тар}} = N \sum_{i=1}^m P_i, \quad (4.6)$$

де m – кількість операцій технологічного процесу;
 P_i – розцінка на i -ту операцію, табл. 4.13;
 N – річна виробнича програма виробів.

Розцінка на операцію розраховується за формулою:

$$P_i = C_i \cdot t_i, \quad (4.7)$$

де C_i – годинна тарифна ставка i -того розряду;
 t_i – норма штучного часу на t_i -ту операцію, нормо-год.

Розрахунок розцінок зведений в табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Розрахунок розцінок за операціями

Найменування операції	Норма часу, н/год.	Розряд робіт	Часова тарифна ставка, грн.	Розцінка, грн.
Зачищення	0,75	4	52,92	39,69
Збирання	0,09	4	52,92	4,7628
Наплавлення	14,8	4	52,92	783,216
Зачищення	0,25	4	52,92	13,23
Контроль	2,8	4	52,92	148,176
Транспортування	0,12	3	48,14	5,7768
Усього	18,810	-	-	994,8516

Тарифний фонд заробітної плати основних виробничих робітників розраховується за формулою:

$$З_{\text{осн.}}^{\text{тар.}} = 994,85 \times 200 = 198970 \text{ грн.}$$

Основний фонд заробітної плати допоміжних робітників, які знаходяться на погодинній оплаті праці, розраховується по формулі:

$$З_{\text{доп.}} = C_i \cdot K_{\text{тар.ср.}} \cdot F_{\text{д.р.}} : R_{\text{доп.}}, \quad (4.8)$$

де C_i – часова тарифна ставка 1-го розряду;
 $F_{\text{д.р.}}$ – дійсний річний фонд часу робітника, год.;
 $R_{\text{доп.}}$ – чисельність допоміжних робітників;
 $K_{\text{тар.ср.}}$ – середній тарифний коефіцієнт.

$$З_{\text{доп.}} = 25,13 \cdot 1,4 \cdot 1768 \cdot 6 = 373210,66 \text{ грн.},$$

$$K_{\text{тар.ср.}} = \frac{\sum_{i=1}^m K_i R_{\text{доп}i}}{R_{\text{доп.}}} \quad (4.9)$$

де m – кількість розрядів робіт допоміжних робітників;
 K_i – тарифний коефіцієнт i -того розряду
 $R_{\text{доп}i}$ – кількість допоміжних робітників i -го розряду.

$$K_{\text{тар.ср.}} = \frac{1,33 \cdot 4 + 1,55 \cdot 2}{6} = 1,4$$

Відрахування на соціальне страхування розраховується відповідно до чинного законодавства – 22 % від фонду оплати праці.

Річний фонд заробітної плати ІТР приведений в табл. 4.14.

Таблиця 4.14 – Розрахунок фондів заробітної плати ІТР

Посада	Чисельність, чол.	Місячний оклад, грн.	Річний фонд, грн.
1. Майстер	1	8000	96000
2. Технолог	1	5500	66000
Середнє	2	6750	81000

Фонд оплати праці розрахований і приведений в табл. 4.15.

Таблиця 4.15 – Фонд оплати праці

Категорія персоналу	Чисельність персоналу, чол.	Фонд оплати праці, тис. грн.			Премії з прибутку, тис. грн.	Фонд оплати праці, тис. грн.	Відрахування на соц. страхування, тис. грн.	Середня зарплата в місяць, грн.
		Основна зарплата	Додаткова зарплата	Усього				
1.Основні виробничі робочі	6	198,97	75,500	274,47	33,98	308,45	67,859	14625
2.Допоміжні робочі	6	373,21066	-	373,21066		373,21066	82,106	5127,94
3. Майстер	1	96	-	96	16,8	112,8	24,816	9400
4. Технолог	1	66	-	66	15,36	81,36	17,899	6780
Усього	14	734,18066	75,5	809,68066	100,78	1908691,2	192,68	9941,1

4.2.4 Собівартість виробу

Собівартість виробу визначається усіма витратами діляниці за такими статтями прямих і непрямих витрат.

4.2.4.1 Прямі витрати

1. Покупні комплектуючі вироби і напівфабрикати – 3271,26559тис. грн. (таблиця 4.10);
2. Основні та допоміжні матеріали – 24,06559тис. грн. (таблиця 4.10);
3. Основна заробітна плата основних виробничих робітників – 198,97 тис. грн. (таблиця 4.15);
4. Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників, премії – 75,5 тис. грн. (таблиця 4.15);
5. Відрахування на соціальне страхування від фонду оплати праці основних виробничих робітників – 99,27 тис. грн. (таблиця 4.15);
6. Паливо та енергія на технологічні цілі:

$$E = S \cdot U \cdot I \cdot t \cdot N \quad (4.10)$$

де $S = 2,57$ грн. – вартість 1 кВт електроенергії;

$U = 30$ В – зварювальна напруга;

$I = 0,45$ кА – зварювальний струм;

$t_{шт.зв} = 14,8$ год. – час наплавлення;

$$E = 2,57 \cdot 30 \cdot 0,45 \cdot 14,8 \cdot 200 = 287274,6 \text{ грн.}$$

4.2.4.2 Непрямі витрати

Стаття «Утримання та експлуатація машин і обладнання» комплексна і охоплює такі витрати:

- 1) утримання обладнання і робочих місць;

2) заробітна плата додаткових робочих і відрахування на соціальні заходи;

3) поточний ремонт обладнання і дорогих інструментів – 5 % від їх вартості;

4) амортизація виробничого обладнання та дорогих інструментів;

5) відтворення малоцінних і швидкозношуваних предметів – 50 % від їх вартості (вартість – 2 % вартості обладнання);

6) інші витрати становлять 5 % від суми витрат попередніх статей.

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання (ВУО) розподіляють на собівартість одиниці продукції пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників.

Відсоток витрат на утримання та експлуатацію обладнання α задається викладачем:

$$\alpha = \frac{\Sigma \text{ВУО}}{\text{ЗП}_0} \cdot 100\% = 500 \%, \quad (4.13)$$

де ВУО – сума витрат на утримання обладнання.

Розмір витрат на утримання та експлуатацію обладнання, що припадає на одиницю виробу розраховуються за формулою 4.14.

$$\text{ВУ}_i = \frac{\alpha}{100} \cdot \text{З}_{oi}, \quad (4.14)$$

де З_{oi} – основна заробітна плата на одиницю продукції, грн.

$$\text{ВУ}_i = 994,85 \times 5 = 4974,25 \text{ грн.}$$

Стаття «Загальновиробничі витрати» – це витрати на управління в межах цеху. Стаття комплексна і охоплює такі витрати:

1) утримання цехового персоналу – річний фонд заробітної плати спеціалістів і керівників і відрахування на соціальні заходи;

- 2) утримання приміщень та інвентарю;
 - 3) поточний ремонт приміщень та інвентарю розраховується в розмірі 2 % їх балансової вартості;
 - 4) амортизаційні відрахувань будівель і споруд;
 - 5) витрати на проведення випробувань, досліджень, раціоналізації та винахідництво приймають збільшено 100 грн. на рік на одного працівника;
 - 6) витрати на охорону праці плануються на рік 175 грн. на одного працівника;
 - 7) інші витрати складають 3 % від суми витрат по попереднім статтям.
- Загальновиробничі витрати (ЗВ) розподіляють на собівартість одиниці продукції пропорційно основній заробітній платі виробничих робітників.

$$ЗВ_i = \frac{\beta}{100} \cdot З_{oi},$$

Відсоток загальновиробничих витрат β задається викладачем $\beta = 400 \%$:

$$ЗВ = 994,85 \times 4 = 3979,4 \text{ грн.}$$

Адміністративні витрати вміщують витрати, пов'язані з утриманням адміністративно-управлінського персоналу підприємства, а також утриманням та експлуатацією основних засобів загального виробничого призначення, охорону праці та техніку безпеки персоналу та інші. Адміністративні витрати розраховуються за формулою:

$$АВ_i = \gamma \cdot З_{oi},$$

де γ – відсоток адміністративних витрат, складає в середньому 250 % від основної заробітної плати основних виробничих робітників.

Витрати на збут η складаються з витрат, пов'язаних з реалізацією продукції і вміщують витрати на тару та тарні матеріали, транспортування готової продукції, рекламу, витрати на маркетингові дослідження та інші. Витрати на збут складають 2 % від виробничої собівартості і розраховуються за формулою:

$$BЗ_i = \frac{\eta}{100} \cdot C_v,$$

де C_v – собівартість виробнича, грн.

Прибуток складає 30 % від повної собівартості і розраховується за формулою:

$$П_n = C \cdot \frac{P}{100} = 15862,321 \times 0,3 = 4758,6963 \text{ грн.}$$

$$П_б = C \cdot \frac{P}{100} = 33094,908 \times 0,3 = 9928,4724 \text{ грн.}$$

де $П_б, П_n$ – прибуток за базовою та новою технологією;

P – рентабельність виробу, %.

Податок на додану вартість за базовою та новою технологією (ПДВб та ПДВн) згідно законодавства становить 20 % від оптової ціни і розраховується за формулою:

$$ПДВб = Ц \cdot \frac{H_{ндв}}{100} = 43023,3804 \times 0,2 = 8604,67608 \text{ грн,}$$

$$ПДВн = Ц \cdot \frac{H_{ндв}}{100} = 20621,0173 \times 0,2 = 4124,20346 \text{ грн}$$

де $H_{ндв}$ – норматив податку на додану вартість, %.

Ціна продажу виробу за новою технологією розраховується за формулою

$$Ц_{np} = Ц + ПДВ = 20621,0173 + 4124,20346 = 24745,22076 \text{ грн}$$

Таблиця 4.16 – Калькуляція собівартості зварювальних робіт

Стаття витрат	Нова технологія		Базова технологія	
	всього витрат, грн.	на одиницю, грн.	всього витрат, грн.	на одиницю, грн.
1. Основні та допоміжні матеріали	3271265,59	16312,859	14004140	7002,07
2. Основна заробітна плата основних робітників	198970	1044,70	4060000	2030
3. Додаткова заробітна плата основних робітників	75500	522,35	1044700	1015
4. Відрахування на соціальні заходи	67859	344,751	689502	344,751
5. Паливо і енергія на технологічні цілі	287274	143,637	287274	143,637
6. Утримання та експлуатація машин і обладнання	10447000	4974,25	30450000	15225
7. Загальновиробничі витрати	8357600	3979,4	8357600	4178,8
8. Виробнича собівартість	25413342	12706,671	25413342	29939,258
9. Адміністративні витрати	5223500	2611,75	5223500	2611,75
10. Витрати на збут	1087906	543,9	1087906	543,9
11. Повна собівартість	31724642	25862,321	66189816	33094,908

4.3 Економічне обґрунтування запропонованих розробок

В даному розділі необхідно розрахувати річний економічний ефект, який можливо отримати при виробництві виробів на спеціалізованій ділянці по

запропонованому технологічному процесу в порівнянні з виробництвом цих же виробів на діючому підприємстві. Крім цього необхідно оцінити ефективність і результативність діяльності виробничої дільниці або потокової лінії; розрахувати беззбитковість виробництва, простої та графік беззбитковості.

4.3.1 Розрахунок економічного ефекту

Порівняльна економічна ефективність полягає у визначенні найбільш економічного варіанта рішення господарської задачі. Показниками порівняльної економічної ефективності є: сума зведених витрат, сума ефекту за розрахунковий рік.

4.3.2 Ефективність та результативність

$$E = (C_6 - C_H) \times N = (33094,908 - 25862,321) \times 200 = 1446517,4 \text{ грн}$$

Таблиця 4.17 – Техніко-економічні показники

Найменування показника	Значення показника
1. Річний випуск виробів	
- в натуральному вимірі, одиниць	200
- по трудомісткості, нормо-год.	3762
- в грошовому вимірі, грн.	55785236
2. Виробнича площа ділянки, м ²	432
3. Вартість основних засобів, грн.	2380326
4. Спискова чисельність персоналу усього, осіб	16
- основні робітники	6
- допоміжні робітники	8
- керівники і спеціалісти	2
5. Фонд оплати праці, грн.	1908691,2
6. Середня заробітна плата працюючих за місяць, грн.	9941,1
7. Продуктивність праці одного працівника, грн./чол.	34865,77
8. Фондовіддача грн./грн.	1,4
9. Коефіцієнт завантаження обладнання	0,84
10. Фондомісткість грн./грн.	0,04
11. Собівартість одиниці продукції, грн.	25862,321
12. Економічний ефект за розрахунковий рік, грн.	1446517,4

4.4 Висновки по розділу техніко-економічні розрахунки

Запропонована технологія дозволяє зменшити час заміни пошкоджених ділянок труб та значно підвищити їх довговічність.

Наведено технічна характеристика і умови на складання та зварювання виробів. При масовому обсязі (200 одиниць на рік) економічний ефект складатиме 1446517,4 грн.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У розділі надані основні заходи з охорони праці при розробці технології наплавлення на автоматичних установках в захисній атмосфері.

5.1 Аналіз потенційних небезпек

а) незадовільна організація робочого місця приміщень технічного бюро може бути пов'язана із захламленістю робочої зони, недостатнім дотриманням вимог ергономіки, що може привести до випадків травматизму та зниження продуктивності;

б) можливість ураження електричним струмом при виконанні процесів наплавлення через порушення правил з електробезпеки, зокрема невикористання індивідуальних засобів захисту, відсутність захисного заземлення, наявність частково оголених проводів, що може привести до електричних травм або летальних наслідків;

в) термічні опіки, внаслідок випадкового торкання нагрітих поверхонь деталей або обладнання;

г) екологічні небезпеки процесу – виділення зварювальних газів в процесі наплавлення;

д) небезпеки при проведенні оцінки якості наплавленого методом ультразвукового контролю можливість отримання механічних травм при підготовці зразків;

е) незадовільне освітлення робочої зони, що може бути пов'язано з виходом з ладу приладів освітлення або їх надмірне забруднення, що може привести до зниження рівня освітленості, і як наслідок, до травматизму;

є) незадовільні параметри повітряного середовища в робочій зоні, що

може бути пов'язано з неефективною роботою системи опалення та повітрообміну;

ж) можливість загорання через порушення правил пожежної безпеки;

з) недоліки управління об'єктом в умовах надзвичайних ситуацій, які пов'язані з порушенням вимог щодо організації і навчання та перевірки знань з охорони праці, проведення інструктажів та надання інформації про можливі небезпеки.

5.2 Заходи забезпечення безпеки

а) для оптимальної організації робочого місця приміщень технічного бюро, слід використовувати відповідні вимоги до стандартів, технічних умов і (або) методичних вказівок по безпеці праці (ДСТУ 12.2.032–91. ССБП – «Робоче місце при виконанні робіт сидячи. Загальні ергономічні вимоги»; ДСТУ 12.2.049-91 ССБП – «Робоче місце при виконанні робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги») [21].

Робоче місце представляє собою зону простору, яка оснащена необхідним устаткуванням, де відбувається трудова діяльність одного чи групи працівників.

Раціональне планування робочого місця має забезпечувати:

- найкраще розміщення знарядь і предметів праці;
- не допускати загального дискомфорту;
- зменшувати втомлюваність працівника;
- підвищувати його продуктивність праці.

Площа робочого місця має бути такою, щоб працівник не робив зайвих рухів і не відчував незручності під час виконання роботи, а саме, в одному приміщенні норма на одного працівника складає 6 м² по площі та 20 м³ по об'єму. Важливо мати також можливість змінити робочу позу, тобто положення

корпуса, рук, ніг. Доцільно виключати або мінімізувати всі фізіологічно неприродні і незручні положення тіла.

Для оптимальної організації робочого місця дослідника необхідно дотримуватися ряду вимог, а саме гігієнічних, антропометричних, фізіологічних.

Гігієнічні вимоги визначають умови життєдіяльності і працездатності людини у процесі взаємодії з технікою і середовищем; показниками є рівень освітлення, температура, вологість, шум, вібрація, токсичність, загазованість тощо.

Антропометричні вимоги визначають відповідність конструкцій техніки антропометричним характеристикам людини (зріст, розміри тіла та окремі рухові ланки). Показниками є раціональна робоча поза, оптимальні зони досягнення, раціональні трудові рухи.

Фізіологічні та психофізіологічні вимоги визначають відповідність техніки і середовища можливостям працівника щодо сприйняття, переробки інформації, прийняття і реалізації рішень.

Лабораторні та інструментальні дослідження проводяться відповідно до положень ДСТУ 1.25-92 «ГСС Метрологічне забезпечення. Основні положення»; ДСТУ 12.0.005-92 «ССБТ Метрологічне забезпечення в галузі безпеки праці. Основні положення» [22]; стандартів Державної системи забезпечення єдності вимірів (ДСЗ); системи стандартів безпеки праць (ССБП); методичних вказівок, затверджених Міністерством охорони здоров'я.

Згідно нормативних вимог прилади та обладнання для вимірів повинні відповідати метрологічним вимогам і підлягати перевірці у встановлені строки.

Оцінка технічного та організаційного рівня робочого місця згідно атестації здійснюється шляхом аналізу:

- раціонального планування (відповідність площі робочого місця нормам технічного проєктування та раціонального розміщення обладнання і оснащення), а також відповідність його стандартам безпеки, санітарним нормам та правилам;

- технологічного оснащення робочого місця (наявність технологічного оснащення та інструменту, контрольно-вимірювальних приладів і їх технологічного стану);
- відповідності технологічного процесу, обладнання, оснащення інструментів, засобу контролю вимогам стандартів безпеки та нормам охорони праці;
- забезпеченості працівників спецодягом і спецвзуттям, засобами індивідуального й колективного захисту та відповідність їх стандартам безпеки праці й запровадженням нормам;
- впливу технологічного процесу, що відбувається на інших робочих місцях.

б) для виключення можливості ураження електричним струмом, передбачені організаційні заходи, а саме допуск до роботи людей не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання за фахом, окреме навчання з електробезпеки, атестацію на 2, 3 групу з електробезпеки, відповідно НПАОП 0.00-7.11-12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцем охорони праці працівників» [23].

Технічні заходи: використання захисного заземлення відповідно ПУЕ-2017 «Експлуатація електроустановок і електроустановок» та ДСТУ 12.1.030-91 «ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення «Пристрій захисного відключення електроустановок при аварійній ситуації відповідно ДСТУ 12.4.155-95 «ССБТ. Пристрій захисного відключення. Класифікація. Загальні технічні вимоги» [24].

У тому числі захист від ураження електричним струмом забезпечується використанням індивідуальних засобів захисту: гумових килимків ДСТУ 7238:2011 «ССБП. Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація» [25], наявність запобіжних пристроїв для переривання ланцюга при неправильних діях персоналу ДСТУ 17242-96 «Запобіжники плавкі силові низьковольтні. Загальні технічні умови» [26].

в) для виключення термічних опіків передбачено використання

спеціальних рукавиць ДСТУ 12.4.010-95 «ССБТ. Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні. Технічні умови» [27];

г) зменшення виділень зварювальних газів та їх токсичності можна здійснити шляхом зміни складу зварювального матеріалу. Багато з таких змін можна здійснювати, не роблячи негативного впливу на зварювальний процес. Це необхідно враховувати на стадії розробки нових матеріалів або удосконалення існуючих.

Матеріал, який зварюється: нелегована і високолегована сталь.

Процес: через газовий дифузор і ізолятор зварювальна захисна суміш надходить спрямованим струменем в зону зварювальної ванни. Електродний метал під дією зварювальної дуги розплавляється і надсилається в зону зварювальної ванни.

Вуглекислий газ, що подається в якості активного елементу для стабілізації процесу перенесення електродного металу і процесів шлакоутворення, надходить в зону зварювальної дуги. Під впливом високих температур CO_2 дисоціює (розділяється) на CO (чадний газ) і $\frac{1}{2} \text{O}_2$ (половина молекули кисню). Чадний газ (CO) при цьому виконує роль захисного газу в зоні зварювальної ванни і його надлишок постійно викидається разом зі зварювальними димами в приміщення. Половина молекули кисню намагається брати участь в якості оксиданта в процесах стабілізації дуги. Чадний газ (CO) не має запаху, токсичний. Токсична дія на організм заснована на тому, що він зв'язується з гемоглобіном крові міцніше, ніж кисень, таким чином, блокуючи процеси транспортування кисню і клітинного дихання, що викликає втрату свідомості. Концентрація більше 0,1% – смертельна. Зниження концентрації CO можливо при застосуванні газових сумішей зі зниженим вмістом CO_2 , наприклад, Ar / CO_2 / опція O_2 .

В результаті вигорання компонентів основного і присадного матеріалів в зварювальні дими викидається дрібнодисперсна суспензія (99% частинок розміром менше 1 мкм) оксидів заліза (FeO) і, в разі зварювання високолегованих сталей, також і оксиди нікелю (NiOx), крім того можливі

оксиди інших легуючих елементів. Оксиди заліза нетоксичні, але небезпечні для легенів. Оксиди нікелю можуть викликати рак дихальних шляхів. Оксиди інших металів (кадмію, кобальту, хрому, марганцю, барію та інших легуючих компонентів високолегованих сталей) у зварників можуть викликати пневмоконіози, інтоксикації, атрофічні і субатрофічні зміни слизової оболонки верхніх дихальних шляхів. Профілактичні заходи повинні передбачати автоматизацію процесів зварювання, зменшення вмісту токсичних компонентів у складі електродних матеріалів, скорочення обсягу зварювальних робіт в замкнутах просторах, обладнання робочих місць місцевою та загальнообмінною вентиляцією.

Світлове випромінювання також бере участь в хімічних процесах. Воно є наслідком високотемпературного горіння зварювальної дуги. В спектрі присутні видиме, ультрафіолетове і інфрачервоне випромінювання. Видиме випромінювання володіє сліпучою дією, і досить легко блокується тонованим склом зварювальної маски.

Ультрафіолетове (УФ) випромінювання дуже небезпечно. Воно може викликати опіки відкритих ділянок тіла і очну електрофтальмію. До речі, в результаті впливу УФ променів на незначній відстані від зварювальної дуги утворюється озоновий щит, що відображає УФ промені. Це відбувається під впливом УФ радіації на молекули кисню повітря (O_2), які і утворюють озон (O_3). Озон, що знаходиться в озоновому щиті вкрай нестабільний і моментально розпадається на молекули кисню O_2 і $\frac{1}{2} O_2$. Нова порція УФ радіації відновлює щит. Вплив на озон хімічним шляхом (добавки NO або етилену) руйнують озоновий щит поблизу зварювальної дуги і, в результаті «звільнені» УФ промені створюють озоновий «хомут» поблизу дихальних шляхів зварника. Озон токсичний і може викликати запалення слизової оболонки. Як правило, може досягти гранично допустимої концентрації тільки при зварюванні алюмінію або високолегованих сталей з $Ni > 30\%$, за рахунок більш високої температури дуги.

Тривала дія інфрачервоного (ІЧ) випромінювання здатна викликати

катаракту. Перешкоду для інфрачервоних променів можуть скласти спеціальні світлофільтри зварювальних масок.

Профілактичні заходи повинні передбачати застосування засобів індивідуального захисту (спеціального одягу, взуття, окулярів, щитків шоломів зі світлофільтрами), огорожу місць роботи щитами або ширмами, проведення попередніх і періодичних медичних оглядів працюючих.

д) для забезпечення безпеки та захисту здоров'я працівників усе випромінювання від екранних пристроїв має бути зведене до гранично допустимого рівня (вплив на людину факторів довкілля – шуму, вібрації, забруднювачів, температури тощо, який не спричиняє соматичних або психічних розладів, а також змін стану здоров'я, працездатності, поведінки, що виходять за межі пристосувальних реакцій) з погляду безпеки та охорони здоров'я працівників.

Організація робочого місця працівника з екранними пристроями має забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування ергономічним, антропологічним, психофізіологічним вимогам, а також характеру виконуваних робіт.

5.3 Заходи щодо забезпечення виробничої санітарії та гігієни праці

а) Для забезпечення необхідного освітлення робочої зони, необхідно використовувати лампи типу ДРЛ-250, які встановлені в світильники типу РСП. Кількість визначається ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення» [6]. Із забезпеченням освітленості робочої зони не менше 200 лк;

б) для забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища в робочій зоні, необхідно використовувати загальну приточно-витяжну вентиляцію і системи опалення необхідної потужності, відповідно СНиП 2.04.0591* У «Опалення, вентиляція і кондиціонування» ДСТУ 12.4.021-95

«ССБТ. Системи вентиляційні. Загальні вимоги» [7].

Розрахунок повітрообміну за умови виділення шкідливих речовин, які надходять в робочу зону, з метою розведення їх до гранично допустимих концентрацій.

$$L_B = \frac{G_{кр}}{q_{пдк} - q_{п}} 3600,$$

де L_B – кількість притокового повітря і повітря, що видаляється;

$G_{кр}$ – кількість шкідливих речовин, які виділяються в виробничих приміщеннях, мг/с;

$q_{пдк}$ – гранично допустима концентрація шкідливих речовин в приміщенні, мг/м³;

$q_{п}$ – концентрація шкідливих речовин у зовнішньому повітрі, яка подається в приміщення і дорівнює $q_{п} = 0,3q_{пдк}$.

Озон:

$$L_B = \frac{0,35}{0,1 - (0,3 \times 0,1)} 3600 = 18000.$$

Діоксид азоту:

$$L_B = \frac{8}{2 - (0,3 \times 2)} 3600 = 20571.$$

Двоокис марганцю:

$$L_B = \frac{0,6}{0,2 - (0,3 \times 0,2)} 3600 = 15429.$$

ДСТУ 12.4.021-95 «ССБТ. Системи вентиляційні. Загальні вимоги».

5.4 Заходи з пожежної безпеки

Пожежі на виробництві становлять небезпеку для працюючих і завдають значних матеріальних збитків.

Для забезпечення пожежної безпеки необхідно дотримуватись правил безпеки та вимог, які зазначенні у ДБН В.1.2-7-2008 «Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека» та ДБН В.1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва». Площа 216 м² захищається двома порошковими вогнегасниками ОП5 ємністю 5 л кожний. Відстань між вогнегасниками та місцями можливого загоряння становить не більше 40 м. Ступінь вогнестійкості будівель та споруд наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Ступінь вогнестійкості будівель та споруд

Основні будівельні конструкції	Ступінь вогнестійкості	
	Група займистості	Межа вогнестійкості, год
Несучі стіни, колони, стіни сходових клітин	Вогнетривкі	2,0
Плити, перегородки та інші несучі конструкції	Вогнетривкі	0,75
Внутрішні перегородки, сходові клітини	Важкозгораємі	0,25

На ділянці розташовуються пожежні щити. До складу щита входить: вогнегасник – 1 шт., ящик з піском – 1 шт., покривало розміром 2 м × 2 м – 1 шт., гачки – 3 шт., лом – 2 шт., сокира – 2 шт.

Відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» передбачені засоби пожежогасіння.

При загорянні силового і промислового обладнання категорично

забороняється заливати їх водою, застосовувати пісок, вуглекислоту, азот, хладон, порошки типу ПСБ і П1А. Для гасіння пожежі застосовується склад ПГС, глинозем, мелений плавиковий шпат, сухий порошковий флюс. Ці засоби подаються в осередок загоряння вручну або за допомогою вогнегасника.

5.5 Заходи щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях

Управління об'єктом становить основу діяльності начальника цивільного захисту об'єкта, його штабу і служб та полягає в постійному керівництві підлеглими силами, в організації їх дій і направлення зусиль на своєчасне і успішне виконання поставлених завдань. Управління має забезпечувати безперервність, ефективність, гнучкість і стійкість керівництва виробничою діяльністю, проведенням заходів цивільного захисту на всіх етапах.

Безперервність управління досягається своєчасним прийняттям рішення і швидким доведенням завдань до виконавців, безперебійністю діючого зв'язку з підлеглими, вмілою організацією пунктів управління, автоматизацією процесів управління і швидким відновленням порушеного управління.

Ефективність управління полягає в рішучому і наполегливому проведенні в житті прийнятого рішення, що забезпечує виконання завдань у встановлені терміни.

Гнучкість управління забезпечується швидким реагуванням на зміни обстановки, своєчасним уточненням прийнятого рішення і завдань, поставлених підлеглим.

Стійкість управління досягається: наявністю обладнаного пункту управління на об'єкті та в заміській зоні; надійністю захисту особового складу, засобів зв'язку від впливу вражаючих факторів зброї масового ураження; завчасним обладнанням рухомих пунктів управління; дублюванням засобів зв'язку; створенням резерву сил і засобів зв'язку для відновлення порушеного

управління; умінням начальників, особового складу штабів, служб і формувань користуватися технічними засобами зв'язку; дотриманням встановлених режимів роботи зв'язку та виконанням вимог прихованого управління.

Оцінка стійкості системи управління проводиться дослідницькою групою штабу цивільного захисту. При цьому визначаються: стан обладнання пунктів управління; надійність захисту особового складу пункту управління і вузлів (коштів) зв'язку; склад і можливості розрахунків пунктів управління; надійність системи зв'язку та оповіщення.

Оцінюючи стан пунктів управління, визначають в якій мірі їх обладнання забезпечує виконання вимог, що пред'являються до управління; ступінь готовності пунктів управління в мирний час; час, необхідний для приведення пунктів управління в готовність через виникнення загрози нападу противника.

При оцінці надійності системи зв'язку та оповіщення визначаються: тип і ємність автоматичної телефонної станції, потужність радіовузла, а також можливості диспетчерського зв'язку; технічний стан засобів радіо- і дротового зв'язку; реальність і надійність схеми оповіщення керівного складу; місце установки і технічний стан засобів подачі звукових і світлових сигналів (сирени, репродуктори та ін.); надійність захисту вузла і ліній зв'язку від впливу ударної хвилі, електромагнітного імпульсу та радіоактивного випромінювання від ядерного вибуху; можливість дублювання дротового зв'язку радіозв'язком і навпаки; можливість використання рухомих засобів зв'язку; наявність резерву засобів зв'язку, матеріалів, запасних деталей та елементів для ремонту і відновлення пошкоджених ділянок ліній зв'язку; наявність і стан пересувних електростанцій акумуляторів.

Отримані дані узагальнюються, аналізується і на основі зроблених висновків визначаються конкретні заходи щодо підвищення стійкості системи управління [28].

ВИСНОВКИ

ТОВ «МІСТО ДЛЯ ЛЮДЕЙ», експлуатує десятки кілометрів трубопроводів, що подають та відводять воду та теплоносії у домах.

В результаті дії гідроабразивного зносу відбувається руйнування нижньої чверті труби і в ній з'являються свищі.

На цей час передбачено наступну послідовність. Пошкоджену частину труби знімають, відновлюють та встановлюють назад. Це передбачає незручності у забезпеченні людей водою та теплом. Відсутність послуг може сягати від одного до двох днів. Проведений аналіз пошкоджень виявить типові місця руйнування, що дозволяє виготовляти типові вузли. У такому випадку відсутність забезпечення подачі води чи тепла складатиме декілька годин.

Ефективний засіб підвищення довговічності деталей обладнання в т.ч. і труб трубопроводів – електродугове наплавлення зносостійких сталей і сплавів на поверхню деталі. Для захисту труб трубопроводів від гідроабразивного зносу необхідно провести наплавлення внутрішньої поверхні труб.

У дипломному проєкті розроблений технологічний процес наплавлення труб трубопроводів. Наведено технічні умови на розроблену технологію. Обрані параметри режиму наплавлення. Обрано типове обладнання та скомпанована установка для наплавлення забезпечує виконання розробленого технологічного процесу.

У запропонованій технології зміцнення використовується механізоване наплавлення відкритою дугою самозахисного порошковим дротом, легування наплавленого металу здійснюється через шихту порошкового дроту.

Наведена технологія наплавлення, режими наплавлення та контроль якості наплавленої деталі.

Запропонована технологія дозволяє зменшити час заміни пошкоджених ділянок труб та значно підвищити їх довговічність.

Наведено технічна характеристика і умови на складання та зварювання виробів. Удосконалено базовий технологічний процес наплавлення труб трубопроводів. Обрані режими наплавлення й устаткування. Розраховані норми штучного часу на технологічні операції. Визначено необхідну кількість робочих місць, обладнання та транспортно-вантажних пристроїв. Розрахована площа ділянки для наплавлення труб трубопроводів. Визначено техніко-економічні показники дільниці і річний економічний ефект. Розроблено заходи з охорони праці та цивільної оборони.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Лупин В. А. Повышение износостойкости внутренней поверхности труб / В. А. Лупин // Сварочное производство. – 1977. – №9. – С. 22–23.
2. Наплавка опыт и эффективность применения. – К.: ИЭС им. Е. О. Патона, 1985.- 108 с.
3. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В. Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 638 с.
4. Костецкий Б. И. Сопротивление изнашиванию деталей машин / Б. И. Костецкий. – К.: МАШГИЗ, 1959. – 478 с.
5. Козырев С. П. Гидроабразивный износ металлов при кавитации / С. П. Козырев. – М.: Машиностроение, 1964. – 139 с.
6. Пылаев Н. И. О некоторых закономерностях износа гидротурбин от истирающего действия насосов / Н. И. Пылаев // Гидротурбостроение / Под ред. Г. С. Щеголева. – М.; Л.: МШГИЗ, 1961. – С. 205–216.
7. Лейначук Е. И. Электродуговая наплавка деталей при абразивном и гидроабразивном износе / Е. И. Лейначук. – К.: Наукова думка, 1985. – 160 с.
8. Лупин В. А. Повышение износостойкости внутренней поверхности труб путем термитной центробежной наплавки / В. А. Лупин, В. П. Устьянов // Сварочное производство. – 1977. – №9. – С. 25–26.
9. Донченко А. С. Применение износостойких материалов на предприятиях цветной металлургии / А. С. Донченко, А. П. Сосин. – М.: Недра, 1971. – 200 с.
10. Смолдырев А. Е. Гидравлический и пневматический транспорт в металлургии и горном деле / А. Е. Смолдырев. – М.: Металлургия, 1967.
11. Пневматический транспорт абразивных сыпучих материалов. – М.: ГОСИНИ, 1965.
12. Гехт А. Х. Внутризаводской пневмотранспорт за рубежом (обзорная информация) / А. Х. Гехт. – М., 1972. – 59 с.

13. Колесов С. П. Износостойкость наплавочных сплавов при работе в абразивной среде/ С. П. Колесов // Сварочное производство. – 1960. – №11. – С. 20 – 25.
14. Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов. Справочная книга. – М.: Химия, 1976. – 376 с.
15. Наплавочные материалы стран – членов СЭВ. – Киев – Москва, 1979. – 620 с.
16. Фурмин И. И. Основы технологии механизированной наплавки / И. И. Фурмин, Е. И. Лейначук, Ю. А. Юзвенко и др. – М.: Профтехиздат, 1961. – 304 с.
17. Гитлевич А. Д. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах / А. Д. Гитлевич, А. А. Животинский, Д. Ф. Жмакин. – М.: МАШГИЗ, 1962. – 172 с.
18. Оборудование для дуговой сварки. Справочник. / Под ред. В. В. Смирнова. – Л.: Энергоиздат, 1986. – 656 с.
19. Сварочное оборудование. Каталог-справочник. Ч.1. / Под ред. А. И. Чвертко. – К.: Наукова думка, 1968. – 385 с.
20. Красовский А. И. Основы проектирования сварочных цехов / А. И. Красовский . – М.: Машиностроение, 1980. – 380 с.
21. ДСТУ 12.2.049-91 ССБП. – «Робоче місце при виконанні робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги».
22. ДСТУ 12.0.005-92 ССБТ. – «Метрологічне забезпечення в галузі безпеки праці. Основні положення».
23. НПАОП 0.00-7.11-12 «Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцем охорони праці працівників».
24. ДСТУ 12.4.155-95 ССБТ. – «Пристрій захисного відключення. Класифікація. Загальні технічні вимоги».
25. ДСТУ 7238:2011 ССБП. – «Засоби колективного захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація».
26. ДСТУ 17242-96 «Запобіжники плавкі силові низьковольтні.

Загальні технічні умови».

27. ДСТУ 12.4.010-95 ССБТ. – «Засоби індивідуального захисту. Рукавиці спеціальні. Технічні умови».

28. Демиденко Г. П. Защита объектов народного хозяйства от оружия массового поражения. / Г. П. Демиденко, Е. П. Кузьменко, П. П. Орлов и др. – К.: Высшая школа, 1989. – 287 с.

29. Круглікова В. В. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ щодо виконання економічного розділу дипломного проєкту здобувачами вищої освіти технічних спеціальностей за освітнім ступенем «магістр», – Запоріжжя: Кафедра підприємництва, торгівлі та біржової діяльності, НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 12 с.

30. Конспект лекцій дисципліни «Цивільний захист і охорона праці в галузі», змістовний модуль «Цивільний захист», для студентів усіх спеціальностей та всіх форм навчання / Укл.: М. О. Журавель – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». Каф. ОП і НС, 2020 р. – 49 с.

[illegible]

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ГКІЮ 275120.005 СК			
				<u>Детали</u>		
Б4		1		Корпус	1	
Б4		2		Фланець	1	
Б4		3		Трубка	2	
Б4		4		Направляющий канал	2	
Б4		5		Спираль	2	
Б4		6		Накінечник	2	
Б4		7		Шина	1	
Б4		8		Сухарь	6	
Б4		9		Ребро	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
				Болт М6 х 20 ГОСТ 7808-70	16	
				Гайка М6 ГОСТ 9064-75	16	
		12		Шайба 6 ГОСТ 1371-78	16	
				Гвинт М4 х 8 ГОСТ 17475-80	12	
		14		Гайка М14 ГОСТ 5929-70	2	
		15		Шайба 14 ГОСТ 11371-78	2	
		16		Болт М8 х 25 ГОСТ 7808-70	1	
		17		Гайка М8 ГОСТ 5929-70	1	
		18		Шайба 8 ГОСТ 11371-78	1	

ГКІЮ 275120.005

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Попова			
Пров.	Нетребка			
Н.контр.	Шимикін			
Утв.	Обчинников			

Мундштук

Лит.	Лист	Листов
		1
НУ "Запорізька політехніка"		
кафедра ОТЗВ група ІФЗ-320		

Копірава

Формат А4

[illegible]

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Розроб.	Попова Х.С.		
Перевір.	Нетребко В.В.		
Н. контр.	Шумикін С.О.		
Листів 3		Лист 1	

	ГКІЮ 275120	
	ДП	

МАРШРУТНА КАРТА
технологічного процесу
виготовлення типових з'єднань для водо- та теплопостачання населення

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
											Листов 3	Лист 2		
Розроб.			Попова Х.С.								ГКПО 275120			
Перев.			Нетребко В.В.											
Н. контр.			Шумикін С.О.											
А	Цех	Дільн.	РМ	Опер.	Код. найменування операції					Позначення документа				
Б	Код. найменування обладнання				СМ	Проф.	Р	УТ	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз	Тшт
К/М	Найменування деталі зб. одиниці або матеріалу				Позначення, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх
А 01	5 Транспортна													
Б 02	Захват				транспортний 3					0,06				
О 03	Доставити труби на місце наплавлення													
04														
А 05	10 Слюсарна													
Б 06	Обертач М31050, шліфувальна машина ІП-2015				слюсар 3					0,75				
О 07	Встановити труби в обертачі та зачистити місця наплавлення від масла і бруду													
08														
А 09	15 Наплавочна													
Б 10	Установка для наплавлення				наплавщик 5					14,8				
М 11	Ø 3,2 мм, ПП-АН170, ISO 14341-AX; суміш (Ag - 75 % + CO ₂ - 25 %), Ag 10157-79, CO ₂ , ДСТУ ISO 14175:2004													
О 12	Наплавити труби													
Р 13	Ізв = 500-550 А; U = 30-36 В; виліт 40 мм; швидкість подачі дроту 106 м/год; витрата газу 12-14 л/год;													
Р 14	Швидкість наплавлення 18,8 м/год; струм постійний, полярність зворотна													
15														
А 16	20 Слюсарна													
Б 17	Шліфувальна машина ІП-2015				слюсар 3					0,25				
О 18	Зачистити складальну одиницю після наплавлення від бризок металу													
19														
20														
21														

