

**Міністерство освіти і науки України
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ГІРНИЧО-ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
КРИВОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»
Комісія зварювальних дисциплін**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора з
навчальної роботи
 **Сергій АНТОНЕНКО**
02 вересня 2024р

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання дипломного проєкту

**Напрямок підготовки 13
Спеціальність 131
Освітньо-професійна
програма:**

**Механічна інженерія
Прикладна механіка
«Технічне обслуговування і ремонт
підприємств гірничо-збагачувального
комплексу»**

м. Кривий Ріг, 2024

У методичних вказівках наведено відомості про структуру дипломного проєкту, складу розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини проєкту. Приведено методику розробки основних розділів проєкту, а також рекомендовану літературу.

Розробники:

Ганна ІСАКОВА, викладач вищої категорії, викладач-методист, магістр з інженерної механіки, спеціальність: «Гірниче обладнання».

Олена ДАРІЄНКО, викладач першої категорії, інженер-механік, інженер зі зварювання, магістр

Розглянута та схвалена на засіданні і циклової комісії зварювальних та економічних дисциплін

30.08.2024р. протокол № 1

Голова циклової комісії зварювальних та економічних дисциплін


(підпис) **Олена ДАРІЄНКО**
(ім'я та прізвище)

Обговорено та рекомендовано до затвердження. методичною радою коледжу

02.09.2024р.

Методист коледжу


(підпис) **Наталія КОБИЛЯНСЬКА**
(ім'я та прізвище)

© вересень 2024

©травень 2025

ЗМІСТ

Вступ

Вимоги до змісту кваліфікаційних робіт

Вимоги до структури кваліфікаційної роботи

Структура кваліфікаційної роботи

Зміст структурних елементів кваліфікаційної роботи

Порядок організації експертизи та захисту

Додаток А. Титульний аркуш

Додаток Б. Завдання до виконання кваліфікаційної роботи

Додаток В. Приклад складання реферату

Додаток Г. Відомість об'єму дипломного проєкту

Вступ

Фаховий молодший бакалавр – це освітньо – професійний ступінь, що здобувається на рівні фахової перед вищої освіти і присуджується закладом освіти у результаті успішного виконання здобувачем фахової перед вищої освіти освітньо-професійної програми.

Ступінь фахового молодшого бакалавра присуджується за результатами захисту кваліфікаційної роботи. Показником якості підготовки фахових молодших бакалаврів є розробка ними реальної кваліфікаційної роботи, яка виконана на матеріалах конкретного об'єкту. Кваліфікаційна робота фахового молодшого бакалавра – це кваліфікаційний документ, на підставі якого визначається рівень кваліфікації та здатність до професійної діяльності. Робота над кваліфікаційною роботою передбачає самостійне виконання кваліфікаційної теоретичної або прикладної роботи, в якій на підставі авторського узагальнення і аналізу науково практичної інформації, авторських розробок вирішені практичні завдання, що мають значення для певної галузі знань.

Кваліфікаційна робота виконується на базі теоретичних знань і практичних навичок, отриманих здобувачем освіти на протязі усього терміну навчання і самостійної науково-практичної роботи, пов'язаної з розробкою конкретних теоретичних і практично-виробничих задач прикладного характеру, що визначаються специфікою спеціальності 131«Прикладна механіка» освітньо-професійної програми «Технічне обслуговування і ремонт підприємств гірничо-збагачувального комплексу».

Кваліфікаційна робота повинна підтвердити здатність здобувача освіти самостійно вести пошук, використовуючи теоретичні знання і практичні навички, виявляти і формулювати професійні проблеми, знати методи і прийоми їхнього вирішення.

Робота може містити результати теоретичних досліджень, розробку нових конструкцій, засобів методів до вирішення практичних інженерних завдань, вирішення завдань прикладного характеру. Кваліфікаційна робота фахового молодшого бакалавра містить пропозиції здобувача освіти щодо роз-

робки нових принципів роботи та компоновок обладнання, розробки комп'ютерних моделей для покращення процесу проектування, випробувань або експлуатації машин та обладнання гірничо-збагачувального комплексу. Якість кваліфікаційної роботи може бути визначена за такими критеріями:

- актуальність обраної теми;
- складність та завершеність роботи;
- аргументованість висновків;
- елемент творчості;
- стиль, грамотність.

1. Вимоги до змісту кваліфікаційних робіт

Кваліфікаційна робота являє собою проектну роботу, яка виконується здобувачем освіти самостійно під керівництвом керівника від циклової комісії. Кваліфікаційна робота фахового молодшого бакалавра повинна відповідати наступним вимогам:

- бути самостійною проектною розробкою, присвяченою вдосконаленню існуючих технічних рішень гірничих машин, розробки нових принципів роботи та компоновок обладнання, розробки комп'ютерних моделей для покращення процесу проектування, експлуатації або випробувань машин та обладнання гірничо-збагачувального комплексу, побудові математичних моделей та розв'язанню задач з застосуванням прикладних пакетів до ПЕОМ, вирішенню актуальних питань з урахуванням сучасних досягнень науки, техніки і передового досвіду;

- включати в себе елементи нових практичних розробок, які б сприяли ефективному вирішенню поставлених завдань;

- відповідати загальноприйнятим правилам використання літературних джерел і опублікованих матеріалів, вимогам держстандартів, а також базуватися на широкому використанні (де це можливо і необхідно) пакетів прикладних програм і стандартних програмних засобів;

- якщо кваліфікаційна робота має прикладний характер, то при її написанні необхідно використати практичний матеріал реального гірничо-збагачувального або суміжного підприємства, акціонерного товариства та інших організацій;

- для кваліфікаційних робіт, які мають теоретичне значення, розробки повинні бути направлені на вивчення малодосліджених питань процесів виготовлення, обслуговування і використання гірничо-збагачувальних машин та обладнання або їх окремих елементів з метою вдосконалення їх конструкції та процесу експлуатації;

- структура і обсяг кваліфікаційної роботи, а також її оформлення повинні відповідати вимогам даних методичних рекомендацій.

Тема кваліфікаційної роботи обирається здобувачем освіти під час навчання, на основі матеріалів бази практики виходячи з особистих практичних інтересів, нахилів та здібностей в рамках спеціалізації випускаючої комісії.

Тема роботи повинна бути сформульована таким чином, щоб у ній максимально коротко і конкретно відбивалася основна ідея роботи.

Правильно сформульована тема точно й адресно відображає зміст роботи. Тема кваліфікаційної роботи, як і керівник, затверджується головою циклової комісії за його підписом формується наказ по коледжу.

Виконання кваліфікаційної роботи фахового молодшого бакалавра у загальному вигляді реалізується наступною послідовністю:

- складання робочого плану підготовки кваліфікаційної роботи;
- обґрунтування актуальності, визначення теоретичного і практичного значення теми роботи;
- збір і вивчення практичної інформації;
- проведення необхідних розрахунків з обробкою науково практичної інформації;
- формулювання чітких висновків по роботі;
- оформлення роботи.

Виконання кваліфікаційної роботи здійснюється під керівництвом керівника, який консультує здобувача освіти, контролює виконання індивідуального плану, якісне і своєчасне виконання роботи.

2. Вимоги до структури кваліфікаційної роботи

Структура кваліфікаційної роботи залежить від теми кваліфікаційної роботи, яка обирається здобувачем освіти під час навчання, на основі матеріалів бази практики виходячи з особистих практичних інтересів, нахилів та здібностей в рамках спеціалізації випускаючої комісії.

I варіант

Титульний аркуш (Додаток А);

Аркуш завдання (Додаток Б);

РЕФЕРАТ (Додаток В);

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ (призначення, типи та характеристика обладнання; конструкції та принцип роботи машини).

2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ (опис та розробка технологічного процесу розбирання вузла; опис та розробка технологічного процесу миття деталей вузла; опис та розробка технологічного процесу дефекації деталей вузла; опис та розробка технологічних процесів комплектування та складання вузла)

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ (вибір методу відновлення та системний опис його суті; розробка маршруту відновлення деталі і розрахунок між операційних припусків; розробка технологічного процесу відновлення деталі; розрахунок тривалості процесу відновлення)

4 ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИНИ (розробка річного графіку ремонту; визначення потрібної кількості запасних частин на групу машин; розрахунок ремонтних майстерень на групу машин)

5 ОХОРОНА ПРАЦІ (техніка безпеки під час капітального ремонту; протипожежні заходи при ремонті; розрахунок штучного заземлювального пристрою / повітрообміну / освітлення; екологія навколишнього середовища)

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

II варіант

Титульний аркуш (Додаток А);

Аркуш завдання (Додаток Б);

РЕФЕРАТ (Додаток В);

ВСТУП

Титульний аркуш (Додаток А);

Аркуш завдання (Додаток Б);

РЕФЕРАТ (Додаток В);

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ (призначення, типи та характеристика обладнання; конструкції та застосування)

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ (технологічний маршрут виготовлення конструкції, заготовчі операції, складальні операції, схема базування при складанні виробу, зварювальні операції (вибір способу зварювання, особливості зварювання, розрахунок режимів зварювання для виготовлення , вибір обладнання для зварювання, вибір зварювальних матеріалів, витрати основних, зварювальних матеріалів)

3 ВИБІР МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ КОНСТРУКЦІЇ

4 НОРМУВАННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ЗВАРНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

6 ПРОЄКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

7 ОХОРОНА ПРАЦІ (техніка безпеки, промислова санітарія та екологія

8 ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

3. Зміст структурних елементів дипломного проекту

I варіант

Дипломний проєкт має вступну частину, яка містить:

- обкладинку;
- титульний аркуш (Додаток А);
- аркуш завдання (Додаток Б);
- відомість об'єму дипломного проекту (Додаток Г);
- зміст;
- вступ.

Титульний аркуш та аркуш завдання заповнюються згідно встановлених форм, що наведені у Додатках А та Б.

Зміст має включати: вступ, найменування всіх розділів, підрозділів та пунктів (як що вони мають заголовки) основної частини роботи; висновки; рекомендації; перелік посилань; найменування додатків із зазначенням сторінок.

Вступ (обсяг 2 стор.) містить:

- коротке вказання до якої галузі належить науково-технічне завдання, що вирішується;
- технічну проблему або задачу;
- коротку оцінку сучасного стану проблеми й актуальність роботи, яка виконується на основі аналізу вітчизняної і зарубіжної науково-технічної літератури та патентного пошуку із зазначенням практично вирішених задач, існуючих проблем, провідних фірм, вчених і спеціалістів у даній предметній галузі;
- актуальне науково-технічне завдання, що вирішується у даній роботі;
- мета, об'єкт, предмет, завдання та методи дослідження.

Після вступної частини у роботі наводять аналітичну частину.

Загальний розділ роботи (обсяг 10-15 стор.) містить опис базової конструкції вузла або машини та складається з таких підрозділів:

1.1. Призначення, типи та характеристика обладнання

1.2. Конструкція та принцип роботи машини

1.3. Характеристика системи мащення

1.4. Технічне обслуговування машини.

Таблиця 1-Технологічний процес ремонту вузла.

№ п/п	Операція	Обладнання та інструмент
1	Очищення вузла (тут і надалі вказувати конкретну назву) від бруду та масла	
2	Розбирання вузла	Ключі, молотки, зйомники тощо
3	Очищення вузла від старої фарби / вказати, які це деталі/	Ванна із спецрозчином
4	Миття та сушіння деталей	Ванна для миття або мийна машина
5	Контроль і сортування	Інструмент для перевірки геометричних розмірів, прилади для ультразвукового, рентгенівського та іншого контролю
6	Ремонт деталей	Обладнання для зварювання, наплавлення, металізації, гальванічні ванни та ін.
7	Складання та регулювання вузла	Ключі, преси, молотки, скоби, щупи, індикатори тощо
8	Змазування вузла	
9	Випробування вузла	Електроприлади, прилади для визначення температури, тиску та ін.
10	Фарбування вузла	Фарбопульт, сушильна піч тощо
11	Сушіння вузла	Сушильна камера

Спеціальний розділ (обсяг 15-30 стор.) містить опис та розробку технологічних процесів з обслуговування машини:

2.1. Опис та розробка технологічного процесу розбирання вузла (описується значення процесу, місце та основні правила його виконання, необхідний інструмент та пристрої для розбирання, правила техніки безпеки);

2.2.Опис та розробка технологічного процесу миття деталей вузла (наводяться загальні положення щодо миття, суміші для миття, видалення корозії, старих лакофарбових покриттів, а потім технологічний процес миття деталей вузла);

Таблиця 2 – Технологічний процес миття деталей машин.

№ п/п	Операції,переходи та технічні умови	Обладнання при-строї та інструмент
1	Навісити вузол на конвеєр, включити мийну ма-шину.	/Вказати наймену-вання підйомного обладнання/ Мийна машина ОМ-4267 або інша
2	Промити вузол у мийній машині при робочій тем-пературі розчину 75..80 ⁰ С.	
3	Перевірити якість миття вузла після проходження його через мийну машину.	
Технічні умови		
4	На поверхні вузла забруднення не допускаються; якщо вони є – направити на повтор не миття.	Пістолет199-ГАРОабоін.
5	Обдути вузол стисненим повітрям до повного ви-далення вологи. Контроль ВТК. Перевірити якість миття вузла і направити його до дільниці розбирання.	
Миття деталей		
6	Розкласти деталі в сітчасті корзинки, піраміди і почепити на підвісний конвеєр мийної машини. Великі деталі/шестерні,шків,барабани та ін./чіпляти на конвеєр за допомогою схоплювачів.	Сітчасті корзин-ки,піраміди, схоп-лювачі, стропи, мийна машина ОМ-4267,електрична таль ТЭ05 Мийна машина ОМ-4267.
7	Промити деталі у мийній машині за робочої тем-ператури розчину 75..80 ⁰ С.	Таль електрична-ТЭ05
8	Зняти деталі з конвеєра і обдути стисненим повіт-рям до повного видалення вологи.	
Миття кріпильних виробів		
9	Завантажити кріпильні вироби у ванну,включити установку і промити їх протягом 10...15хв.	Сітчасті корзинки, установка для миття ОМ-6068, таль елек-трична ТЭ05, строп Пістолет199-ГАРО
10	Вивантажити кріпильні вироби і обдути стисне-ним повітрям до повного видалення вологи.	
11	Контроль ВТК. Перевірити якість миття і направи-ти вироби на дільницю дефектації.	

Миття підшипників кочення		
12	Завантажити підшипники на лотки, включити установки і подати мийну рідину.	Механізована установка 2005, таль
13	Вивантажити підшипники, обдути стисненим повітрям до повного висихання.	електрична-ТЭ05, строп
14	Контроль ВТК. Перевірити якість миття і направити вироби на дільницю дефектації.	Таль електрична, строп, корзинки сітчасті, пістолет 199-ГАРО Таль електрична, строп, корзинки сітчасті, пістолет 199-ГАРО

2.3. Опис та розробка технологічного процесу дефектації деталей вузла (надається опис методів дефектації деталей, складається дефектна карта);

Таблиця 3 – Технологічний процес дефектації деталей машин.

№ п/п	Операції, переходи та технічні умови	Обладнання, пристрої та інструмент
1	Покласти вал /шестірню/ на стіл для дефектації деталей.	Таль електрична, строп, стіл
2	Зовнішнім оглядом виявити такі дефекти: видимі тріщини, відколи, скручування, зноси поверхонь, зриви різьб.	Лупа, крейда, банка з гасом, ганчір'я
3	Підготувати вал /шестерню/ для визначення схованих дефектів.	Наждачний папір, ганчір'я
4	Зашліфувати наждачним папером риски та подряпини. Установити вал /шестірню/ на стіл дефектоскопа, нанести на контрольовані поверхні феромагнітний порошок у сухому вигляді або у вигляді суспензії. При огляді виявити дефекти, а потім розмагнітити деталь.	Магнітний дефектоскоп М-217
5	Виправити центрові отвори. Вставити вал у центрові отвори і визначити розмір прогину.	Центри, індикатори, шаблони
6	Перевірити розміри шийок вала або зубів шестірні.	Мікрометр, штангенциркуль, шаблон
7	Перевірити розміри шліців вала за товщиною шліцевих пазів шестерень за шириною.	
8	На засадах контролю маркувати деталь відповідно	Штангенцир-

9	до групи зносу. Заповнити відомість дефектів.	куль,шаблон Банка з фарбою
10	Доставити придатні деталі до відділення комплектації, деталі, які підлягають ремонту, на дільницю ремонту, браковані деталі – на склад металобрухту.	Таль електрична,строп,ящикова тара
11	Дефектація металоконструкцій /корпусних деталей/.	
12	Установити металоконструкцію /корпусну деталь/на стенд.	Кран підйомний або таль
13	Провести зовнішній огляд, перевірити наявність тріщин у зварних швах та елементах металоконструкцій /корпусної деталі/ , а також наявність ум'ятин і стан різьби.	Лупа, крейда, банка з гасом,ганчір'я
14	Перевірити наявність на елементах металоконструкції /корпусної деталі/ деформацій/ погнутостей, вигинів,короблень/.	Струна, лінійка перевірна, косинець, шаблони
15	Перевірити обстукуванням по садки втулок, наявність на них рисок та інших деформацій.	Молоток
	Виміряти отвори металоконструкції	Нутромір, штангенциркуль

При складанні дефектної карти необхідно вказати всі можливі дефекти, методи їх визначення та усунення. Коли дефект не можна усунути, у графі 7 табл.4 слід написати «бракувати».

Таблиця 4-Дефектна карта.

ВСП «ГЕМФК КНУ», комісія механічних дисциплін				Дефектна карта		
Ескіз деталі, яка підлягає ремонту				Найменування вузла		
				Номер вузла		
				Найменування деталі		
				Номер деталі		
				Кількість на вузол		
				Матеріал деталі		
				Термообробка		
				Твердість		
Номер позиції на ескізі	Найменування дефекту	Спосіб встановлення дефекту та вимірний інструмент	Розміри, мм			Спосіб ремонту
			Номі - нальний	Без ремонту	Для ремонту	
1	2	3	4	5	6	7

2.4.Опис та розробка технологічних процесів комплектування та складан-

ня вузла (подаються загальні рекомендації щодо комплектування складання вузла, а потім технологічний процес комплектування складання, розробляється технологічний процес комплектації збирання, загальної схеми і карти збирання, методики випробування вузла після збирання);

Таблиця 5-Технологічний процес комплектування складання.

№ п/п	Операції, переходи та технічні умови	Обладнання, пристрої та інструмент
Підготовка		
1	Оглянути деталі, які надійшли до комплектувального відділення	
Технічні умови		
2	До комплектувального відділення повинні надходити тільки деталі, які мають білий та синій кольори маркування; деталі і складені частини, які пройшли ремонт і мають клеймо ВТК ремонтного заводу.	Гайкорізи ручні, плашки круглі, напилки, шабери.
3	Провести пригонку різьбі зачистку задирок у деталях. Внести деталі, які надійшли до журналу обліку руху деталей та складених частин.	
4	Розкласти деталі на стелажі та в корзини.	Журнал
Технічні умови		
	Деталі укладати згідно з номерами, вказаними у відділеннях стелажів; більші деталі розміщувати в нижніх відділеннях стелажів.	
Комплектування		
5	Відібрати за номенклатурою і кількістю відповідно до комплектувальної відомості для кожної складальної одиниці, покласти їх у комплектувальні корзини.	Корзини комплектувальні
Технічні умови		
6	Відібрані деталі повинні мати у з'єднанні зазор або натяг відповідно до таблиць з'єднань.	Візок комплектувальний
7	Відправити підібрані комплекти до ділянки складання. Відзначити в журналі обліку руху деталей і складених частин про відправлені комплекти.	

Розрахунковий розділ містить опис організації ремонту машини та висвітлює такі питання:

3.1. Вибір методу відновлення та системний опис його суті

3.2. Розробка маршруту відновлення деталі і розрахунок між опера-

ційних припусків

Наближений розрахунок припусків, граничних розмірів відносно технологічних переходів і товщини нарощеного шару виконується у такій послідовності.

1) Граничні розміри деталі, яка підлягає ремонту:

а) для з'єднань із зазором:

- діаметр зношеного вала

$$d_3 = d_{н.мах} - \alpha_p \delta_{н.в.},$$

де $d_{н.мах}$ - максимальне значення діаметра нового вала; α_p -число одиниць допуску до ремонту, $\alpha_p=5$; $\delta_{н.в.}$ - нижнє відхилення допуску на виготовлення;

- діаметр зношеного отвору

$$d_3 = d_{н.мін} + \alpha_p \delta_{в.в.},$$

де $d_{н.мін}$ - мінімальне значення діаметра нового вала; $\delta_{в.в.}$ - значення верхнього відхилення допуску на виготовлення;

б) для з'єднань з натягом:

- діаметр зношеного вала

$$d_3 = d_H - \beta_p \delta_{н.в.},$$

де d_H - номінальний діаметр вала; β_p - допуск на ремонт, $\beta_p=0.1$

- діаметр зношеного отвору

$$d_3 = d_H + \beta_p \delta_{в.в.},$$

2) Припуски та розміри деталі після попередньої механічної обробки перед відновленням:

- для вала

$$2Z' = 2(R_{z.з.} + T_3);$$

$$d_{н.н.о} = d_3 + 2Z';$$

- для отвору

$$2Z' = 2(R_{z.з.} + T_3);$$

$$d_{н.н.о} = d_3 - 2Z';$$

де $2Z'$ - припуск на попередню механічну обробку; $R_{z.з.}$ - шорсткість зношеної поверхні, $R_{z.з.}=2040\text{мкм}$;

T_3 - дефектний шар зношеної поверхні, $T_3=0,10,8\text{мм}$; $d_{п.п.о}$ -діаметр деталі після попередньої механічної обробки.

3) При пуски на чистову механічну обробку відновлюваної деталі та її розміри після чорнової обробки:

- для вала

$$2Z''=2(R_{z.ч.о}+T_{ч.о});$$

$$d_{ч.о}=d_H+2Z'';$$

- для отвору

$$2Z''=2(R_{z.ч.о}+T_{ч.о});$$

$$d_{ч.о}=d_H-2Z'';$$

де $R_{z.ч.о}$ – шорсткість поверхні після чорнової обробки відновленої деталі (табл.7); $T_{ч.о}$ - дефектний шар після чорнової обробки відновленої деталі (табл.7); $d_{ч.о}$ – діаметр відновленої деталі після чорнової обробки.

Таблиця 7 – Технологічні можливості способів механічної обробки деталей

№ п/п	Найменування робіт	Клас точності	Шорсткість поверх- ні R_z , мкм	Дефектний шар, мм
1	Точіння:			
	чорнове	3-5	80-320	0,25-0,4
	чистове	2-3	4-40	0,05-0,4
	алмазне	2-3	1-4	0,03
2	Розточування:			
	чорнове	4-5	40-80	0,25-0,4
	чистове	3-4	4-10	0,05-0,1
	високоточне	1-2	1-3,2	0,03
3	Фрезерування:			
	чорнове	4-5	40-80	0,3-0,5
	чистове	3	11-20	0,1-0,025
4	Стругання:			
	чорнове	5	80-100	0,2-0,3
	чистове	4	4-40	0,2-0,3
5	Свердління	5	40-160	0,2
6	Шліфування:			
	чорнове	4-5	4-10	0,1
	чистове	2-3	2-10	-
	оздоблювальне	1-2	0,5-3,2	-
7	Хонінгування	1-2	0,5-3,2	-

8	Супер - фінішування	1-2	0,025-0,1	-
---	---------------------	-----	-----------	---

4) Припуски на чорнову механічну обробку відновленої деталі та її розміри після відновлення:

- для вала

$$2Z''' = 2(R_{z.B} + T_B);$$

$$d_B = d_{ч.о} + 2Z''';$$

- для отвору

$$2Z''' = 2(R_{z.B} + T_B);$$

$$d_B = d_{ч.о} - 2Z''';$$

де $R_{z.B}$ – шорсткість поверхні відновленої деталі (табл.8); T_B - дефектний шар відновленої поверхні (табл.8); d_B - діаметр деталі після відновлення.

5) Товщина нарощуваного шару при відновленні деталі:

- для вала

$$h = (d_B - d_{п.п.о.})/2;$$

- для отвору

$$h = (d_{п.п.о.} - d_B)/2;$$

Таблиця 8 - Технологічні можливості відновлення деталей машин

№ з/п	Найменування робіт	Клас-точно-сті	Шорсткість-поверхні R_z , мкм	Дефект-ний-шар, мм	Товщина наро-щуваного ша-ру, мм
1	2	3	4	5	6
	Наплавлення електро-дугове ручним елект-родом.	7-9	500	0,5-2	2-15
	Наплавлення підшаром флюсу.	7	500	0,3-1,5	1-6
	Наплавлення в середо-вищі CO_2 .	7	500	0,1-0,3	0,5-2
	Вібродугове наплав-лення.	7	500	0,1-0,5	1-3
	Хромування.	2-3	10-20	0,005-0,01	0,05-0,3
	Осталювання.	3-5	40-320	0,01-0,1	0,2-2
	Металізація.	2-4	80-320	0,1-0,5	0,5-8
	Електроіскрове нарощування.	4-5	320	0,01-0,1	0,1-2
	Електромеханічна об-				

робка.	3-5	2,5-10	0,1-0,3	до2
Напилення пластмас	3-5	20-80	0,05-0,1	0,1-5

3.3. Розробка технологічного процесу відновлення деталі (описати технологічний процес підготовки деталі до відновлення, зробити вибір матеріалів та обладнання, потрібних при відновленні, розробити технологічний процес відновлення одного з дефектів деталі. Під час розробки технологічного процесу відновлення слід вибрати або розрахувати основні параметри режим у обладнання в разі відновлення деталі)

3.4. Розрахунок тривалості процесу відновлення

Організаційний розділ (16-24стор.) містить відомості щодо експлуатації організації ремонту машини та складається з таких підрозділів:

4.1. Розробка річного графіку ремонту

Для побудови річного графіку ремонтів гірничого обладнання використовуються аналітичний та графічний методи розрахунку, що доповнюють один одного.

Вихідні дані:

- Періодичність ремонтів №1, №2, №3 та капітального, T_1, T_2, T_3, T_K , год;
- Кількість годин від останнього капітального ремонту або з початку експлуатації на початок року, що планується, A_o^K , год;
- Коефіцієнт використання машини, K_v .

Аналітичний метод розрахунку

1. Плановий обсяг роботи машини на рік

$$A_{\text{п}} = n_{\text{д}} \cdot n_{\text{з}} \cdot t_{\text{з}} \cdot K_{\text{в}}$$

Де $n_{\text{д}}$ – кількість робочих діб на рік; $n_{\text{з}}$ – кількість робочих змін на добу; $t_{\text{з}}$ – тривалість зміни, год; $K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання машини.

2. Кількість капітальних ремонтів

$$N_K = \frac{A_o^K + A_{\text{п}}}{T_K}$$

де $A_{\text{п}}$ – плановий обсяг роботи машини за рік, год; $T_{\text{к}}$ - періодичність капітальних ремонтів, год

Як остаточний результат кількості ремонтів тут і далі береться лише ціла частина отриманої величини.

3. Кількість поточних ремонтів №3

$$N_{T3} = \frac{A_o^{T3} + A_n}{T_3} - N_{\text{к}}$$

де A_o^{T3} - кількість годин, відпрацьованих машиною від останнього поточного ремонту №3; T_3 – періодичність поточного ремонту №3, год.

Величини A_o^{T3} визначають, виходячи з таких умов:

якщо $A_o^{\text{к}} < T_3$, то $A_o^{T3} = T_3$;

якщо $A_o^{\text{к}} > T_3$ і $\frac{A_o^{\text{к}}}{T_3} = n$ (ціле число), то $A_o^{T3} = 0$;

якщо $A_o^{\text{к}} > T_3$ і $\frac{A_o^{\text{к}}}{T_3} = n \frac{m}{T_3}$, то $A_o^{T3} = m$.

4. Кількість поточних ремонтів №2

$$N_{T2} = \frac{A_o^{T2} + A_n}{T_2} - N_{\text{к}} - N_{T3}$$

де A_o^{T2} - кількість годин, відпрацьованих машиною від останнього поточного ремонту №2; T_2 - періодичність поточного ремонту №2, год.

5. Кількість поточних ремонтів №1

$$N_{T1} = \frac{A_o^{T1} + A_n}{T_1} - N_{\text{к}} - N_{T3} - N_{T2}$$

де A_o^{T1} - кількість годин, відпрацьованих машиною від останнього поточного ремонту №1; T_1 – періодичність поточного ремонту №1, год.

Графічний метод розрахунку

Графічний метод розрахунку складається з побудови графіку ремонтів, графіку строків ремонту та таблиці строків ремонту гірничої машини.

Побудова річного графіку ремонтів гірничої машини виконується наступним чином. По горизонтальній осі відкладаються години, напрацьовані машиною, а по вертикальній – типи ремонтів.

На графіку вказуються ремонти T_1, T_2, T_3, T_K , а також величини $A_{ок}$ та A_n у годинах.

Кількість ремонтів T_1, T_2, T_3 та T_K , що ввійшли у плановий обсяг роботи гірничої машини на рік A_n , отримані аналітичним та графічним методами, повинні співпадати.

Графік строків ремонтів будується наступним чином. По горизонтальній осі відкладаються дванадцять місяців року. По вертикальній осі відкладається плановий обсяг роботи гірничої машини на рік A_n , взятий з річного графіка ремонтів (рис1) у тому ж масштабі.

З точки на горизонтальній осі, що відповідає останньому місяцеві, проводиться вертикальна лінія, а з точки на вертикальній осі, що відповідає плановому обсягу роботи гірничої машини на рік A_n – вертикальна лінія. Точку перетину цих двох ліній з'єднують з началом координат графіка.

Далі з точок на вертикальній осі, що відповідають плановим ремонтам T_1, T_2, T_3 та T_K проводять горизонтальні лінії до перетину з отриманою раніше похилою лінією, а з цих точок перетину проводять вертикальні лінії до горизонтальної осі, отримуючи таким чином строки проведення планових ремонтів. Приклад графіку строків ремонтів наведено на рис 2.

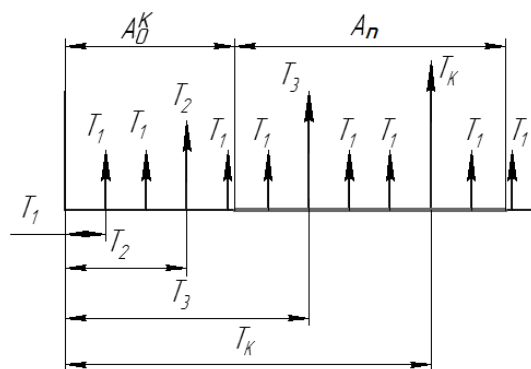


Рис.1-Річний графік ремонтів.

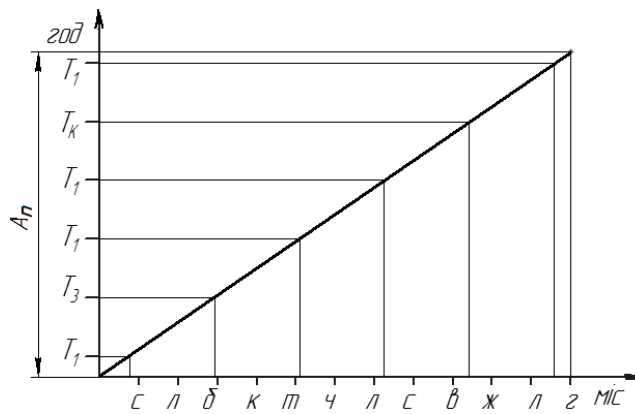


Рис2-Річний графік строків ремонтів

Згідно з графіком строків ремонтів (рис 2.) будується таблиця строків проведення ремонтів. У таблиці вказується назва машини, місяці та типи ремонтів (див.табл.9.).

Таблиця 9 – Строки проведення ремонтів млина

Назва машини	Місяці											
	С	Л	В	К	Т	Ч	Л	С	В	Ж	Л	Г
<гірнична машина>	T ₁		T ₃			T ₁		T ₁		T _к		T ₁

4.2.Визначення потрібної кількості запасних частин на групу машин.

Вихідні дані:

- Кількість однотипних машин, які перебувають в експлуатації, N_М;
- Найменування деталі;
- Кількість деталей на одну машину, n_{OD};
- Ресурс деталі, t,год.

1.Необхідний мінімум однойменних запасних деталей або складальних одиниць, які підлягають зберіганню на матеріальному складі гірничо-збагачувального підприємства на групу однотипних машин, шт.:

$$N_{3H} = \frac{N_M \cdot n_{OD} \cdot t_{PP} \cdot K_N \cdot K_{OD} \cdot K_P}{t},$$

Де N_М – кількість однотипних машин, які перебувають в експлуатації на гірничо–збагачувальному підприємстві або на одній з його виробничих ділянок; n_{OD} – кількість однойменних деталей або складальних одиниць в одній

машині, шт.; t_{pp} – тривалість часу від одного до другого надходження запасних деталей на гірничо-збагачувальне підприємство, міс. Береться залежно від договору заводом – виготовлювачем цих деталей і звичайно дорівнює 1,3,6 і 12 міс; K_N, K_{OD}, K_P - коефіцієнти, які враховують відповідно кількість однотипних машин, наявність у машин однойменних деталей і складальних одиниць, рівномірність постачання запасних частин на гірничо-збагачувальне підприємство; t - строк служби деталі до першої планової заміни, міс. Значення коефіцієнта K_N при кількості однотипних машин:

K_N	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,52	0,44
N	1...5	6...10	11...16	16...20	21...25	26...30	31...40

K_N	0,36	0,28	0,20	0,12	0,08	0,05
N	41...50	51...60	61...70	71...80	81...90	91...100

Значення коефіцієнта K_{OD} при кількості однойменних деталей або складальних одиниць:

K_{OD}	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1
n_{OD}	1	2	3..4	5..6	7..8	9..10	11..15	16..20	20

Значення коефіцієнта K_P залежно від надходження запасних частин: рівномірно протягом кожного місяця - 1,1; один раз на три місяці-1,3; один раз на півроку-1,5; один раз на рік-2,0.

Формула перераховується для надходження запасних частин 1 раз на місяць, 1 раз на 3 місяця, 1 раз на 6 місяців, 1 раз на 12 місяців.

4.3. Розрахунок ремонтних майстерень на групу машин;

Вихідні дані:

- Кількість типів машин, N ;
- Кількість однотипних машин, m ;
- Кількість поточних ремонтів №1, №2 та №3 за ремонтний i -тої машини, n_1, n_2, n_3 ;
- Періодичність капітальних ремонтів на рік, T_K ;

- Трудомісткість поточних ремонтів №1, №2 та №3 та капітального ремонту для i -тої машини t_1, t_2, t_3 та t_k , люд.год.

1. Повний обсяг трудових витрат ремонтних майстерень підприємства за рік

$$T = \alpha \cdot \sum_{i=1}^N \frac{m_i}{T_{Ki}} \cdot (n_{1i} \cdot t_{1i} + n_{2i} \cdot t_{2i} + n_{3i} \cdot t_{3i} + t_{ki}),$$

Де α коефіцієнт, який враховує ремонт неврахованого устаткування та інші позапланові роботи, $\alpha=1,4 \dots 1,7$; N – кількість типів машин; m – кількість однотипних машин; n_{1i}, n_{2i}, n_{3i} – відповідно кількості поточних ремонтів №1, №2 та №3 за ремонтний цикл $\rightarrow$ машини; $t_{1i}, t_{2i}, t_{3i}, t_{ki}$ – відповідно трудомісткості поточних ремонтів №1, №2, №3 та капітального ремонту для i – машини, люд.- год;

2. Річний фонд робочого часу устаткування, год.

$$\Phi_0 = [t \cdot (365 - B - C)] \cdot n_3 \cdot K_{TO},$$

Де t – тривалість робочої зміни, год; B, C – кількість відповідно вихідних і святкових днів на рік, $B=104$; $C=8$; n_3 – кількість робочих змін на добу; K_{TO} – коефіцієнт, який враховує простоя устаткування внаслідок технічного обслуговування та ремонту, $K_{TO}=0,92 \dots 0,96$.

3. Загальна кількість металорізальних верстатів

$$N_B = \frac{\beta_B \cdot T}{\Phi_0 \cdot K_{BB}},$$

Де β_B – коефіцієнт верстатних робіт, $\beta_B=0,2 \dots 0,35$; K_{BB} – коефіцієнт використання верстата, $K_{BB}=0,5 \dots 0,9$.

4. Верстати за типами можна розподілити так:

- токарні $N_{TB}=0,4 \cdot N_B$;
- свердлильні $N_{CB}=0,15 \cdot N_B$;
- точильно-обдиральні $N_{TOB}=0,1 \cdot N_B$;
- інші $N_{IH}=0,35 \cdot N_B$.

5. Орієнтовна кількість постів для різних типів зварювання

$$N_3 = \frac{\beta_3 \cdot T \cdot C_3}{\Phi_0 \cdot K_{B3}},$$

Де β_3 – коефіцієнт зварювально–наплавочних робіт, $\beta_3=0,05...0,1$; C_3 – коефіцієнт, який враховує розподіл між окремими видами зварювальних робіт: для електродугового зварювання- $C_3=0,5...0,6$; для ручного газового зварювання - $C_3=0,2...0,4$; для механізованого наплавлення - $C_3 = 0,1...0,3$; K_{B3} - коефіцієнт використання зварювального поста: для електро - та газозварювальних постів $K_{B3}=0,8...0,9$; для поста механізованого наплавлення $K_{B3}=0,5...0,7$.

6.Річний фонд робочого часу одного робітника, год:

$$\Phi_p = [t \cdot (365 - B - C - ВП)] \cdot K_B,$$

Де ВП – кількість відпускних днів на рік; K_B - коефіцієнт, який враховує вимушені витрати часу через хворобу та інші поважні причини, $K_B=0,97...0,98$.

7.Загальна кількість виробничих робітників ремонтного підприємства, чол.:

$$N_{BP} = \frac{T}{K_{PH} \cdot \Phi_p},$$

Де K_{PH} – коефіцієнт перевиконання норми, $K_{PH}=1,15...1,28$.

8.Необхідна кількість робітників різних професій:

- верстатників $N_{вер} = K_{ВВ} \cdot N_B \cdot n_3$;
- електрогазозварників $N_{зв} = N_3 \cdot n_3 \cdot K_{B3}$;
- ковалів та пресувальників $N_{кп} = 0,08 \cdot N_{BP}$;
- робітники контрольного огляду та ін. $N_{ко} = 0,07 \cdot N_{BP}$;
- слюсарі та електрослюсарі $N_c = N_{BP} - (N_{вер} + N_{зв} + N_{кп} + N_{ко})$.

9.Загальний штат ремонтного підприємства з урахуванням підсобних робітників та ІТП:

$$N_3 = 1,18 \cdot N_{BP}.$$

Охорона праці

5.1 Техніка безпеки під час капітального ремонту

5.2Протипожежні заходи при ремонті

5.3Розрахунок заземлення/повітрообміну/освітлення

5.4Екологія навколишнього середовища

Список використаних джерел (1-5стр.) містить бібліографічний список літературних джерел, використаних у роботі. Список формується одним із таких способів: у порядку появи посилань у тексті (найбільш зручний для користування і рекомендований при написанні науково-технічних праць); в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків; у хронологічному порядку.

Бібліографічний опис джерел складають відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи, (дивтабл1). Зокрема, потрібну інформацію можна одержати із таких стандартів: ДСТУ3582-97“Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила”.

Додатки подають за необхідності після основного тексту роботи, до яких доцільно включати допоміжний матеріал, необхідний для повноти сприйняття кваліфікаційної роботи:

- Проміжні математичні доведення, формули і розрахунки;
- Таблиці допоміжних цифрових даних;
- Технічне завдання (копії програми робіт, договору), розрахунки, інструкції, методики;
- Протоколи і активи пробувань, впровадження, розрахунки економічного ефекту;
- Інструкції методики, опис алгоритмів і програм вирішення задач на ЕОМ, які розроблені в процесі виконання роботи;
- Ілюстрації допоміжного характеру;
- Специфікації до складальних креслень.

Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи ведеться згідно зі СТОУ-02-14.

Графічний матеріал

До кваліфікаційної роботи обов'язково додається графічний матеріал в обсязі не менше ніж 2 аркуші формату А1.

Обов'язкові креслення

- Загальний вид машини
- Загальний вид базового вузла
- Річний графік ремонтів
- Робочий та ремонтний кресленик деталі
- Схема складання вузла

Якщо тема кваліфікаційної роботи залежить від теми кваліфікаційної роботи, яка обирається здобувачем освіти під час навчання, на основі матеріалів бази практики виходячи з особистих практичних інтересів, нахилів та здібностей в рамках спеціалізації випускаючої комісії пов'язана з виготовленням деталі, конструкції.

Вступ

У вступі необхідно розкрити такі питання:

- дані про розвиток і застосування зварювання;
- роль і значення зварювання у тій галузі промисловості, до якої належить задана зварна конструкція;
- досягнення в цій галузі зварювального виробництва та недоліки, які повинно вирішувати;
- перспективи розвитку галузі промисловості, до якої належить зварна конструкція (необхідно зазначити актуальність розроблюваної теми).

1 Загальна частина

1.1 Опис конструкції та службового призначення, область застосування

Ці питання слід розкрити в такій послідовності:

- вказати назву, призначення і галузь застосування зварної конструкції, умови її роботи, характер навантажень, що діють на зварну конструкцію, вимоги до зварних швів;

1.2 Ескіз зварної конструкції

Ескіз конструкції

За кресленням охарактеризувати конструкцію, зазначити габаритні розміри, масу.

1.3 Технічні умови виготовлення

1) Технологічність конструкції — це форма, розмір і матеріали, що забезпечують високі експлуатаційні якості конструкції.

Технологічність слід оцінити за непрямыми ознаками. Непрямыми ознаками технологічності є:

- можливість застосування досконалих методів підготовки деталей, заготовок;
- раціональна форма підготовки кромки під зварювання;
- можливість повузлового складання і зварювання деталей;
- можливість застосування автоматизованих і роботизованих способів зварювання;
- комплексна механізація та автоматизація складально-зварювальних процесів;
- зменшення металоємкості, енергоємності то собівартості конструкції;
- зниження деформацій окремих вузлів і всього виробу та способи їх зниження та уникнення;
- можливість застосування досконалих методів контролю якості зварних з'єднань;
- можливість використання стандартних вузлів.

2) Технічні умови

Технічні умови — це сукупність умов, яких необхідно дотримуватись при виготовленні виробів, конструкцій щодо основних і зварювальних матеріалів та контролю якості конструкції.

Технічні умови на виготовлення зварної конструкції

В цьому питанні слід указати:

- вимоги до матеріалу для виготовлення зварної конструкції;
- вимоги до поверхні металу, до дефектів що допускаються на поверхні;
- способи отримання заготовок (прокат, штамповка, поковка, тощо) для виготовлення даної конструкції або способи заготовки деталей;
- вимоги до підготовки та стану поверхні крайок, що зварюються, до складання деталей та конструктивних розмірів зварних з'єднань згідно із ГОСТ, що вказуються на кресленні даної конструкції;
- вимоги до прихваток;
- вимоги до зовнішнього виду зварних швів;
- вимоги до зварювальних матеріалів згідно ГОСТ або ДСТУ на них.

Технічні умови на контроль якості

Контроль якості повинен здійснюватися систематично протягом всього виробничого циклу.

Зварну конструкцію повинен перевіряти виробничий майстер, контроль здійснювати контролер ВТК.

Технічні умови на контроль якості та прийомку зварної конструкції розробляють відповідно до умов експлуатації та відповідальності конструкції.

Технічні умови повинні включати:

- вимоги до форми та розмірів зварних швів згідно із стандартами на зварні з'єднання, що вказуються на кресленні даної зварної конструкції;
- вимоги до дефектів зварних з'єднань, їх допустимість чи недопустимість при контролі;
- методи неруйнівного та руйнівного контролю, що можуть забезпечити виявлення вказаних дефектів;
- об'єми контролю у відсотках (%) або у кількості одиниць продукції на етапі контролю готової продукції.

Після правлення зварні шви повинні повторно контролюватися обраними методами контролю.

Якість зварної конструкції повинна забезпечуватися на умовах поопераційного контролю.

Порядок контролю, вид контролю повинен зазначатися у технологічних картах.

1.4 Основний матеріал, його склад та властивості

Вказати матеріал конструкції, можливі його замітники.

Хімічний склад металу, механічні властивості, дати оцінку зварюваності металу конструкції;

Механічні властивості та хімічний склад металу вибирають з літератури, приводять у вигляді таблиць, зразки яких наведені нижче

Таблиця 1 — Хімічний склад сталі ...ДСТУ або ГОСТ ...

Марка сталі	Вміст елементів, %							
	C	Mn	Si	...	...	...	...	...

Таблиця 2 — Механічні властивості сталі... ДСТУ або ГОСТ...

Марка сталі	ГОСТ	Тимчасовий опір розриву G_b , Н/мм ²	Межа плинності G_T , Н/мм ²			Відносне подовження δ , %	Ударна в'язкість A , Дж/см ²

Надати класифікацію матеріалу за зварюваністю.

1.5 Визначення зварюваності матеріалу

Чутливість зварного з'єднання до утворення холодних тріщин оцінюють еквівалентним вмістом вуглецю в деталі:

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr+V+Mo)}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}, \quad (1)$$

Визначення групи зварюваності за еквівалентом вуглецю для легованих сталей здійснюється за формулою:

$$C_e = C + \frac{(Mn+Cr)}{9} + \frac{Ni}{18} + \frac{Mo}{13}, \quad (2)$$

де C, Mn, Cr, Mo — вміст елементів у відсотках для даної марки сталі.

Вплив товщини зварюваного металу враховується поправкою до еквіваленту вмісту вуглецю, яку визначаємо за формулою

$$N = 0,005 \cdot S \cdot C_e \quad (3)$$

Де N — поправка до еквіваленту вуглецю;

S — товщина зварювального металу, мм.

$$C_{e'} = C_e + N \quad (4)$$

Якщо $C_{e'} < 0,45\%$ - сталь добре зварюється,

якщо $C_{e'} > 0,45\%$ - сталь обмежено зварюється.

Якщо для низьковуглецевих сталей $C_e > 0,5$, а для легованих $C_e > 0,45$, то необхідний підігрів основного металу перед зварюванням. Чим більше значення C_e , тим вище повинна бути температура підігріву.

У разі необхідності попереднього підігріву, температуру цього підігріву визначають за формулою

$$T_{\text{підіг.}} = 350 \cdot \sqrt{C_{e'} - 0,25}, \quad ^\circ\text{C} \quad (5)$$

Де 350; 0,25 - емпіричні коефіцієнти.

Також температуру підігріву можна визначити за формулою:

$$T = 350 \cdot (C_{\text{заг}} - 0,25) \cdot 0,5, \quad ^\circ\text{C} \quad (6)$$

Де $C_{\text{заг}}$ - загальний еквівалент вуглецю, залежить від $C_{\text{екв}}$ і товщини h зварюваних деталей:

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{екв}} \cdot (1 + 0,005 \cdot h) \quad (7)$$

Зварюваність високолегованих аустенітних сталей визначають співвідношенням еквівалентів хрому (Cr) до нікелю (Ni) за формулами:

$$\text{Cr}_{\text{екв}} = \text{Cr} + 1,5 \cdot \text{Si} + \text{Mo} + 0,5 \cdot \text{V} + \text{Mb} + \text{W} + 2 \cdot \text{Al} + 2 \cdot \text{T} \quad (8)$$

$$\text{Ni}_{\text{екв.}} = \text{N} + 0,5 \cdot \text{Mn} + \text{Co} + 30 \cdot \text{C} + 30 \cdot \text{N} + 12 \cdot \text{B} \quad (9)$$

Якщо $(\text{Cr}_{\text{екв}} / \text{Ni}_{\text{екв}}) > 1,3$ — сталь добре зварюється ,
 $(\text{Cr}_{\text{екв}} / \text{Ni}_{\text{екв}}) = 1,0-1,3$ — обмежена зварюваність,
 $(\text{Cr}_{\text{екв}} / \text{Ni}_{\text{екв}}) < 1,0$ — сталь важкозварювана.

У пояснювальній записці необхідно зробити висновок по зварюваності сталі і надати характеристику групи до якої вона відноситься.

Чутливість зварного з'єднання HCS до утворення гарячих тріщин знаходять за формулою:

$$\text{HCS} = \frac{\text{C} \cdot (\text{S} + \text{P} + \frac{\text{Si}}{25} + \frac{\text{Ni}}{100}) \cdot 10^3}{3 \cdot \text{Mn} + \text{Cr} + \text{Mo} + \text{V}} \quad (10)$$

Сталі з границею міцності $\sigma_b < 700$ МПа вважаються потенційно схильними до виникнення гарячих тріщин, якщо $\text{HCS} > 4$. Для сталей з межею міцності $\sigma_b > 700$ МПа виникнення тріщин у швах можливе вже за умови $\text{HCS} > 2$.

При $\text{HCS} < 4$ гарячі тріщини не утворюються.

Для високоміцних сталей коефіцієнт HCS повинен бути менше, в межах 1,6...2.

2 Технологічний розділ

2.1 Технологічний маршрут виготовлення конструкції

Дане питання необхідно розглядати у вигляді схеми, на якій представити заготівельні операції в порядку їх виконання для кожної деталі (однотипні деталі об'єднують у відповідні групи з метою розробки загальної для них технології), з подальшим описом.

В описі, надати розвернуту інформацію: що входять до складу даної конструкції із зазначенням обладнання, опис самого маршруту.

2.2 Заготовчі операції

Дати опис загального значення заготівельних операцій.

Описати підготовчі етапи, які використовуються в даному технологічному процесі.

Надати характеристику обладнання, яке використовується на кожному з етапів, до початку складальних операцій конструкції.

По кожному обладнанню повинна бути технічна характеристика.

2.3 Складальні операції

Складання - процес послідовного з'єднання та скріплення деталей між собою з метою побудови складальної одиниці.

Основними схемами (видами) складання і зварювання є:

- одночасне складання конструкції з наступним зварюванням;
- послідовне виконання операції складання і зварювання;
- складання і зварювання вузлів (технологічних складань), а потім складання і зварювання конструкції з цих вузлів.

Перша схема - прості технологічні конструкції. Складання виконується в одному пристрої, пристрій може бути складальним і складально-зварювальним, зварювання виконується переважно одним методом.

Друга схема частіше застосовується для нетехнологічних конструкцій, коли зварювання повністю складеної конструкції неможливе, і неможливе виділення із конструкції технологічних складань.

За цією схемою складаються деталі, що створюють доступні для зварювання з'єднання, вони зварюються, а потім встановлюються інші деталі, зварюються і т. д. При цьому деталі, що зварюються, кожен раз утворюють технологічні складання-вузли. Складання і зварювання виконуються в складально-зварювальних пристроях, зазвичай одним методом зварювання.

За третьою схемою складають складні технологічні конструкції, із яких можна виділити технологічні складання (підвузли).

Складання підвузлів та загальне складання виконується у окремих складальних чи складально-зварювальних пристроях, до цього ж методи зварювання підвузлів і загального складання можуть бути різними.

Основною перевагою третьої схеми є простота пристроїв, а також можливість виділення підвузлів під механізовані способи зварювання.

На основі серійності виробництва необхідно охарактеризувати обраний спосіб складання та скласти схему складання заданої конструкції вузла, враховуючи технологічність конструкції. На схемі слід показати послідовність складання окремих деталей та вузлів. Наприклад:

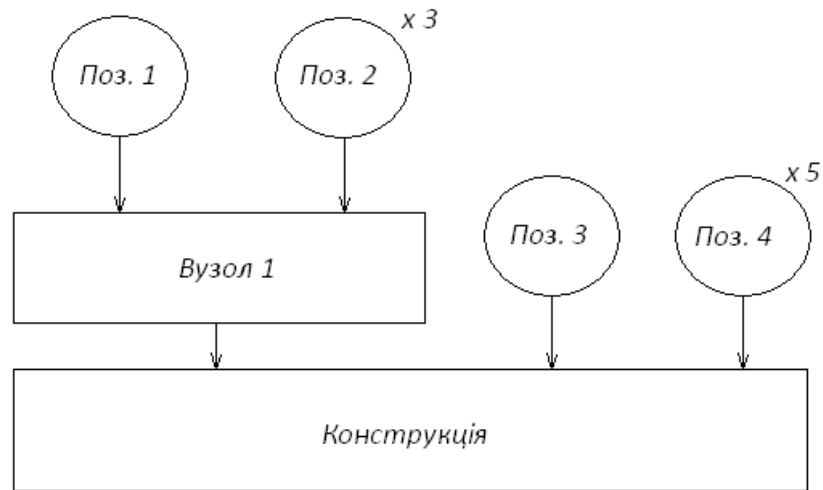


Рисунок 2 – Схема складання конструкції

Складальні пристрої або стенди повинні забезпечувати:

- необхідне взаєморозташування деталей, що входять до вузла;
- точність складання виготовленого вузла відповідно до вимог креслення та технічних умов;
- підвищення продуктивності праці;
- зручне й швидке зняття виробу.

Студент повинен описати спроектований або підібраний пристрій або стенд для складання конструкції чи вузла. Якщо потрібно, треба привести малюнки ескізів, стендів, пристроїв, які застосовуються при складанні окремих вузлів конструкції, та їх опис.

2.4 Схема базування при складанні виробу

В записці розміщується ескіз схеми базування вузла або конструкції, під час виконання будь якої операції.

Вказати елементи закріплення або установчі елементи.

2.5 Зварювальні операції

2.5.1 Вибір способу зварювання

При виборі способу зварювання враховують такі фактори:

- характер виробництва;
- продуктивність процесу;
- хімічний склад і фізико-хімічні властивості металу;
- переріз (товщина, форма) зварюваного металу;
- вартість зварювальних матеріалів;
- конфігурацію, розташування, положення швів.

Вибираючи спосіб зварювання заданої конструкції, необхідно переглянути кілька способів зварювання, що можна застосувати для даної конструк-

ції. Зробити обґрунтування вибраного способу зварювання із зазначенням його перевагу у порівнянні з іншими способами.

2.5.2. Особливості зварювання

В даному пункті необхідно описати процеси (хімічні, фізичні), які відбуваються під час процесу зварювання. Особливості обраних процесів.

2.5.3 Розрахунок режимів зварювання

При зварюванні застосовують змінний та постійний струм прямої та зворотної полярності.

При зварюванні постійним струмом зварювальна дуга горить стійко, тому його застосовують для зварювання тонколистового металу, щоб уникнути його пропалювання при застосовуванні електродів з тугоплавким покриттям та при зварюванні легованих сталей, які чутливі до перегріву.

Але змінний струм дешевший. При зварюванні змінним струмом відсутнє магнітне дуття, джерела живлення змінного струму простіші в обслуговуванні.

Є способи зварювання, при яких застосовується тільки постійний струм.

Зварювання в вуглекислому газі виконується на постійному струмі зворотної полярності.

Це пояснюється тим, що при прямій полярності процес зварювання характеризується більшим розбризкуванням, навіть при зварюванні на значно менших струмах. Це призводить до зменшення глибини проплаву. Хоч коефіцієнт проплавлення електродного дроту при зварюванні на постійному струмі зворотної полярності у 1,5-1,8 рази менший, ніж при зварюванні на постійному струмі прямої полярності, ширина зварного шва значно менша, а висота опуклості більша, ніж при зварюванні на зворотній полярності. Зварювання на постійному струмі прямої полярності характеризується збільшенням окислення елементів і підвищенням схильності шва до утворення пор.

1. Розрахунок режимів ручного дугового зварювання (прихватки при складанні)

Режимом зварювання називають сукупність основних характеристик зварювального процесу, що забезпечує одержання зварних швів заданих розмірів, форми і якості.

При ручному дуговому зварюванні основними параметрами режиму є:

1. Діаметр електрода, $d_{\text{ел}}$, мм.
2. Сила зварювального струму, $I_{\text{зв}}$, А.
3. Напруга на дузі, $U_{\text{д}}$, В.

Додатковими параметрами режиму є:

5. Рід струму.
6. Полярність струму (при постійному струмі).

1.1 Розрахунок режиму зварювання швів стикових з'єднань.

Шви стикових з'єднань можуть зварюватись з обробленням і без оброблення кромки за ГОСТ 5264-80.

Діаметр електроду при зварюванні швів стикових з'єднань обирають залежно від товщини деталей, що зварюються.

При виборі діаметру електроду при зварюванні стикових швів у нижньому положенні варто користуватися даними таблиці 1.

Таблиця 1 - Рекомендовані діаметри електродів при зварюванні стикових швів у нижньому положенні, мм

Товщина деталей, що зварюються	1,5	2,00	3,0	4÷5	6÷8	9÷12	13÷15	16÷20	21÷24
Діаметр електроду, що рекомендується	1,6	2,00	3,0	3÷4	4,0	4÷5	5	5÷6	6÷10

Сила зварювального струму визначають залежно від обраного діаметра електроду за формулою

$$I_{зв} = K \cdot d_{ел}, A \quad (11)$$

де K - коефіцієнт, значення якого встановлюється залежно від діаметра електроду, А/мм.

Таблиця 2 - Залежність коефіцієнта K від діаметра електроду

Діаметр електроду $d_{ел}$, мм	1,0-2,0	2,0-4,0	4,0-6,0
Коефіцієнт K , А/мм	25-30	30-40	40-60

Напругу на дузі розраховують за формулою

$$U_d = 12 + 0,4 \cdot \frac{I_{зв}}{d_{ел}}, V \quad (12)$$

Швидкість зварювання визначають за формулою

$$V_{зв} = \frac{I_{зв} \cdot \alpha_n}{(F_n \cdot \rho)}, \text{ м/год} \quad (13)$$

Де α_n - коефіцієнт наплавлення, вибирається залежно від марки електроду;

F_n - площа поперечного перерізу наплавленого металу шва, мм²;

ρ - щільність наплавленого металу, г/см³.

Площа поперечного перерізу наплавленого металу зварного шва визначається залежно від типу шва, зовнішнього вигляду та форми підготовки кромки відповідно до ДСТУ або ГОСТу.

При зварюванні (не прихватці) багатошарових швів товщиною 10-12мм і більше, перший шар повинен зварюватися електродами на 1 мм менше, чим зазначені в таблиці 1, але не більше 5мм (найчастіше 4мм), бо застосування електродів більших діаметрів не дозволяє проникнути в глибину оброблення для провару кореню шва.

При визначенні числа проходів варто враховувати, що перетин першого проходу не повинне перевищувати 30-35 мм² і може бути визначене за формулою:

$$F_1 = (6 \div 8) \cdot d_{ел} \quad , \text{ мм}^2 \quad (14)$$

а наступних проходів – за формулою:

$$F_c = (8 \div 12) \cdot d_{ел} \quad , \text{ мм}^2 \quad (15)$$

де F_1 – площа поперечного перерізу першого проходу, мм²;

F_c – площа поперечного перерізу наступних проходів, мм²;

$d_{ел}$ – діаметр електрода, мм.

Для визначення числа проходів і маси наплавленого металу потрібно знати площу перетину швів.

Площа перетину швів являє собою суму площ елементарних геометричних фігур, їхніх складових. Тоді площа перетину одностороннього стикового шва виконаного без зазору можна визначити за формулою:

$$F_1 = 0,75 \cdot e \cdot g \quad , \text{ мм}^2 \quad (16)$$

а при наявності зазору в з'єднанні – за формулою:

$$(F_1 + F_2) = 0,75 \cdot e \cdot g + S \cdot b \quad , \text{ мм}^2 \quad (17)$$

де e - ширина шва, мм;
 g - висота посилення шва, мм;
 S - товщина металу, що зварюється, мм;
 v - величина зазору в стику, мм.

Площа перетину стикового шва з V-подібним обробленням і з підваркою кореня шва (рис. 3) визначається як сума площі геометричних фігур:

$$F = F_1 + F_2 + F_3 + 2 \cdot F_4, \text{ мм}^2 \quad (18)$$

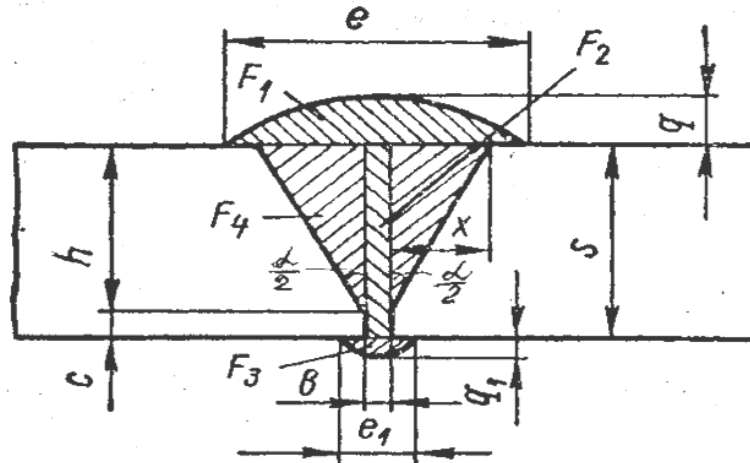


Рисунок 3 - Геометричні елементи площі перетину стикового шва:

де S – товщина металу, мм; h – глибина проплавлення, мм; c – величина притуплення, мм; e – ширина шва, мм; e_1 – ширина підварки кореня шва, мм;
 v – величина зазору, мм; g – висота посилення шва, мм; g_1 – висота посилення підварювання кореня шва, мм; α - кут оброблення крайок.

Глибину проплавлення визначають за формулою:

$$h = (S - c), \text{ мм} \quad (19)$$

Площу перетину геометричних фігур ($F_1 + F_2$) визначають за формулою 4, F_3 – за формулою 3, а площа прямокутних трикутників F_4 визначають за формулою

$$F_4 = h \cdot \frac{x}{2}, \text{ мм}^2 \quad (20)$$

Де

$$x = h \cdot \frac{\tan \alpha}{2} \quad (21)$$

тоді:

$$F_4 = \frac{h^2 \cdot \frac{\tan \alpha}{2}}{2}, \quad (22)$$

Але розглянута нами площа V-образного шва складається із двох прямокутних трикутників, тому:

$$2F_4 = h^2 \cdot \frac{\tan \alpha}{2}, \text{ мм}^2 \quad (23)$$

Підставляючи значення елементарних площ у формулу (5), одержимо:

$$F_H = 0,75 \cdot e \cdot g + b \cdot S + 0,75 \cdot e_1 \cdot g_1 + h_2 \cdot \frac{\tan \alpha}{2}, \text{ мм}^2 \quad (24)$$

При X-подібному обробленні, площа наплавленого металу підраховують окремо для кожної сторони оброблення.

Знаючи загальну площу поперечного перерізу наплавленого металу (F_H), а також площу поперечного перерізу першого (F_1) і кожного з наступних проходів шва (F_c), знаходять загальне число проходів «n» за формулою

$$n = (F_H - \frac{F_1}{F_c}) + 1 \quad (25)$$

Отримане число округляють до найближчого цілого.

Також для **розрахунку сили зварювального струму** при ручному дуговому зварюванні використовують іншу формулу, враховуючи діаметр електроду й допустиму щільність струму:

$$I_{зв} = \frac{\pi \cdot d_{ел}}{4} \cdot j, \text{ А} \quad (26)$$

Де π - 3,14;

$d_{ел}$ – діаметр електрода, мм.

j – припустима щільність струму, А/мм²;

Сила зварювального струму визначають для зварювання першого проходу й наступних проходів окремо, тільки при зварюванні багатопрохідних швів.

Припустима щільність струму залежить від діаметра електроду й виду покриття: чим більше діаметр електрода, тим менше припустима щільність струму, тому що погіршуються умови охолодження (табл. 3).

Таблиця 3 Припустима щільність струму в електроді при ручному дуговому зварюванні

Вид покриття	Діаметр стрижня електрода, мм				
	2	3	4	5	6 і більше
Основне	15, 0-20,0	13, 0-18,5	10, 0-14,5	9, 0-12,5	8, 5-12,0
Кисле, рутилові	14, 0-20,0	13, 5-19,0	11, 5-15,0	10, 0-13,5	9, 5-12,5

Напруга на дузі при ручному дуговому зварюванні змінюється в межах 20-36 В і при проектуванні технологічних процесів ручного дугового зварювання не регламентується.

Тому напругу на дузі варто призначити як якесь конкретне значення.

Швидкість переміщення дуги (швидкість зварювання) варто визначати за формулою

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{\rho \cdot F_n \cdot 100}, \text{ м/год} \quad (27)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г/А год; (табл. 3)

ρ – щільність наплавленого металу за даний прохід, г/см³ (7,8 г/см³ – для сталі);

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

F_n – площа перетинного перерізу наплавленого металу, мм².

Швидкість переміщення дуги (швидкість зварювання) визначають для першого проходу й наступних проходів тільки при зварюванні багатопрохідних швів.

Таблиця 4 - Коефіцієнти наплавлення для різних марок електродів

Марка електрода	Струм і полярність	Напруга на дузі, В	Коефіцієнт наплавлення, г/А·год
УОНИИ 13/45	Постійний прямої полярності	20 – 25	8,0
УОНИИ 13/55		22 – 26	7,0 – 8,0
ЦМ - 7		27 – 30	10,0
АНО – 4С	Змінний	32 - 34	8,0 – 8,3

1.1 Розрахунок режиму зварювання кутових швів.

При зварюванні кутових швів діаметр електрода обирається залежно від катета шва.

Співвідношення між діаметром електрода й катетом шва при зварюванні кутових швів наведено в таблиці 5.

Таблиця 5 - Рекомендації для вибору діаметра електрода при зварюванні кутових швів

Катет шва, К, мм	2	3	4	5	6-8	9-12	12-20
Діаметр електрода, що рекомендується, дел, мм	1, 6-2	2, 5-3	3-4	4,0	4-5	5,0	5,0

При ручному дуговому зварюванні за один прохід можуть зварюватися шви катетом не більше 8 мм.

При більших катетах швів зварювання виконується за два проходи й більше. Максимальна площа перетину металу, наплавленого за один прохід, не повинна перевищувати 30 – 40 мм² ($F_{\max} = 30 \div 40 \text{ мм}^2$).

Площа перерізу кутового шва, яку необхідно знати при визначенні числа проходів, розраховують за формулою:

$$F_n = K_3 \cdot \frac{K^2}{2}, \text{ мм}^2 \quad (28)$$

Де F_n – площа перетинного перерізу наплавленого металу, мм²;

K - катет шва, мм;

K_3 – коефіцієнт збільшення, що враховує опуклість шва й зазори.

Для кутових швів з катетом 2 – 20 мм, коефіцієнт K_y вибирають по таблиці 6.

Таблиця 6 - Рекомендації для вибору коефіцієнта збільшення, враховуючу опуклість шва й зазори

Катет шва, К, мм	2	3-4	4-5	6-8	9-12	12-20
Коефіцієнт збільшення (K_y)	1,8	1,5	1,35	1,25	1,15	1,10

Визначивши площу перетину шва й знаючи максимально можливу площу перетину, одержувану за один прохід, знаходять **число проходів** «n» за формулою

$$n = \frac{F_n}{30 \div 40}, \quad (29)$$

Отримане дробове число округляють до найближчого цілого в сторону збільшення.

Силу зварювального струму визначають за формулою

$$I_{зв} = \frac{\pi \cdot d_{ел}}{4} \cdot j, \text{ А}$$

Напруга на дузі при ручному дуговому зварюванні змінюється в межах 20-36 В і при проектуванні технологічних процесів ручного дугового зварювання не регламентується.

Тому напругу на дузі варто призначити як якесь конкретне значення.

2 Розрахунок режимів механізованого (напівавтоматичної) і автоматичного зварювання під шаром флюсу

Конструктивні елементи підготовки крайок і види зварених з'єднань (стикові, кутові, таврові, в нахдест) для автоматичного й механізованого зварювання під шаром флюсу регламентовані ДСТ 8713-79.

Основними параметрами режиму автоматичного й механізованого зварювання під шаром флюсу, що робить вплив на розміри й форму шва, є:

1. Діаметр електродної (зварювальної) дроту, $d_{ел}$, мм.
2. Сила зварювального струму, $I_{зв}$, А.
3. Напруга на дузі, U_d , В.
4. Швидкість подачі електродного дроту, $V_{п.д.}$, м/год.
5. Швидкість зварювання, $V_{зв}$, м/год.

Додатковими параметрами режиму є:

6. Рід струму.
7. Полярність (при постійному струмі).
8. Марка флюсу.

2.1 Розрахунок режиму зварювання швів стикових з'єднань.

Розрахунок режиму зварювання починають із того, що задають необхідну **глибину провару** при зварюванні з першої сторони, що встановлюється рівною:

Розрахунок режимів зварювання стикових швів

За ДСТУ або ГОСТом необхідно встановити конструктивні елементи зварного з'єднання і за відомою методикою визначити площу поперечного перетину наплавленого металу однопрохідного шва чи загальну площу багатопрохідного шва. При цьому слід враховувати, що максимальний перетин однопрохідного шва, виконаного автоматичним зварюванням, не має перевищувати 100 мм².

Однобічний шов

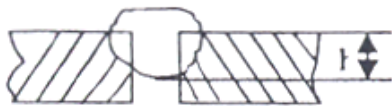


Рисунок 4

Зварювальний струм розраховується за формулою, що в середньому кожні 80-100 А дають глибину провару 1мм.,

$$I_{зв} = (80 - 100) \cdot h, \text{ А} \quad (30)$$

де h - глибина провару однобічного стикового однопрохідного шва, мм;

Для однопрохідного шва (рис.4)

$$H = (0,7 \div 0,8) \cdot S, \text{ мм} \quad (31)$$

При двосторонньому (рис.5) шві глибина провару шва із двох сторін

$$h_1 + h_2 = \frac{S}{2} + K \quad (32)$$

де h_1 - глибина провару з одного боку двостороннього зварного шва, мм;

h_2 - глибина провару з другого боку двостороннього зварного шва, мм;

S - товщина зварюємого металу, мм;

K - перекриття, тобто величина, на яку має переплавлятися корінь першого шва при накладанні другого шва зі зворотного боку.

Зазвичай $K=1-3$ мм.

Для односторонніх швів із повним проваром

$$h = 1,1 \cdot S, \text{ мм} \quad (33)$$

Орієнтовно, діаметр електродного дроту обирається або визначається в залежності від товщини зварюємого металу (табл. 7).

Таблиця 7 - Залежність діаметра електродного дроту від товщини зварюємого металу

Товщина зварюваного металу S , мм	2-4	6-8	8-10	більш 10 мм
Діаметр електродного дроту $d_{ел}$, мм	2-3	3-4	4	5

Визначається діаметр електродного дроту за формулою:

$$d_{\text{ел}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{I_{\text{ЗВ}}}{\pi \cdot j}}, \text{ мм} \quad (34)$$

де j - щільність струму, А/мм^2

Таблиця 8 – Залежність щільності струму від діаметра електродного дроту

Діаметр електродного дроту $d_{\text{ел}}$, мм	2	3	4	5
Щільність струму j , А/мм^2	62 - 200	45-90	35-60	30-50

Напруга на дузі приймається для стикових з'єднань у межах 30-40 В. Розраховується за формулою:

$$U_{\text{д}} = 20 + 50 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{I_{\text{ЗВ}}}{\sqrt{d_{\text{ел}}}}, \text{ В} \quad (35)$$

Визначається коефіцієнт форми провару $\psi_{\text{пр}}$ за формулою

$$\psi_{\text{пр}} = \frac{10 \cdot d_{\text{е}} - 0,01 \cdot I_{\text{ЗВ}}}{0,02 \cdot I_{\text{ЗВ}}} \quad (36)$$

Знаючи $\psi_{\text{пр}}$ визначаємо ширину шва

$$e = \psi_{\text{пр}} \cdot h, \text{ мм} \quad (37)$$

Знаючи коефіцієнт форми валика

$$\psi_{\text{в}} = \frac{e}{g} = (5 \div 8) \quad (38)$$

Знаходимо опуклість зварного шва

$$g = \frac{e}{\psi_{\text{в}}} \quad (39)$$

Визначається площа перетину наплавленого металу. Для шва зображеного на рисунку 1

$$F_{\text{н}} = 0,75 \cdot e \cdot g + b \cdot h, \text{ мм}^2 \quad (40)$$

Для шва зображеного на рисунку 2

$$F_H = \frac{1,5 \cdot e \cdot g + b \cdot h}{2}, \text{ мм}^2 \quad (41)$$

Визначається швидкість переміщення дуги, тобто швидкість зварювання

При зварюванні постійним струмом зворотної полярності коефіцієнт наплавлення

$$\alpha_H = 11,6 \pm 0,4, \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

При зварюванні на постійному струмі прямої полярності й перемінному струмі застосовують формулу:

$$\alpha_H = A + B \cdot \frac{I_{зв}}{d_e}, \text{ г/А} \cdot \text{год} \quad (42)$$

При зварюванні на постійному струмі

$$\alpha_H = 2,3 + 0,065 \cdot \frac{I_{зв}}{d_e}, \text{ г/А} \cdot \quad (43)$$

При зварюванні на перемінному струмі

$$\alpha_H = 7,0 + 0,04 \cdot \frac{I_{зв}}{d_e}, \text{ г/А} \cdot \text{год} \quad (44)$$

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

$d_{ел}$ - діаметр електродного дроту, мм;

А, В – коефіцієнти, значення яких наведені в таблиці 9.

Таблиця 9 - Значення коефіцієнтів А та В для деяких марок флюсу.

Марка флюсу	Коефіцієнт А		Коефіцієнт В	
	Постійний струм прямої полярності	Змінний струм	Постійний струм прямої полярності	Змінний струм
АН-348А	2,3	7,0	0,065	0,04
АН-348	2,8	7,3	0,095-0,120	0,048-0,058
АН-348Ш	1,4	6,0	0,081	0,038

Швидкість зварювання електродним дротом діаметром 4-6 мм визначають за формулою

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \rho \cdot 100}, \text{ м/ГОД} \quad (45)$$

Де α_n - коефіцієнт наплавлення, г/А год;
 $I_{зв}$ - сила зварювального струму, А;
 F_n - площа поперечного перерізу наплавленого металу шва, см²;
 ρ - щільність наплавленого металу, г/см³. 7,8 г/см³.

Швидкість подачі зварювального дроту визначається за формулою:

$$V_{пд} = \frac{V_{зв} \cdot F_n}{F_{ел}} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \rho}, \text{ м/ГОД} \quad (46)$$

де α_n – коефіцієнт наплавлення, г/А·год;
 π – 3,14;
 $d_{ел}$ – діаметр електродного дроту, мм;
 ρ – питома вага наплавленого металу, г/см³ (7,8 г/см³ – для сталі);
 $I_{зв}$ – сила зварювального струму, А.

2.2 Розрахунок режимів зварювання кутових швів (таврових, в нахлестку)

При розрахунку режимів кутових швів необхідно враховувати деякі особливості

- ширина шва не повинна бути більша від ширини оброблення кромки;

- коефіцієнт форми провару повинний бути не більшим 2;

$$\psi_{\text{пр}} = \frac{e}{H} < 2 \quad (47)$$

- щільність струму в електродному дроті приймають у межах середніх значень, зазначених у таблиці 7

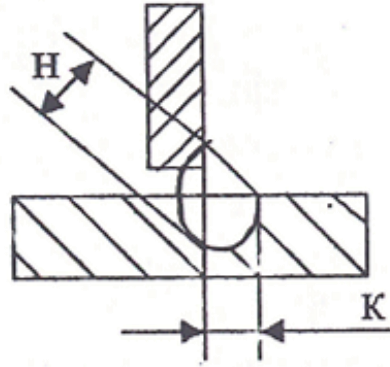


Рисунок 6 – Таврове з'єднання

Розрахунок режимів ведуть у такій послідовності:

Знаючи катет шва (вказується в кресленні конструктором), визначається площа перетину поперечного перерізу для шва без опуклості

$$F_H = \frac{K^2}{2}, \text{мм}^2 \quad (48)$$

з опуклістю

$$F_H = \frac{K^2}{2} + 1,05 \cdot K \cdot g, \text{мм}^2 \quad (49)$$

Де g – опуклість кутового шва величини посилення, мм;
 K – катет шва, мм.

Обирають діаметр електродного дроту, маючи на увазі, що кутові шви з катетом 3÷4 мм можна одержати лише при використанні електродного дроту діаметром 2 мм, при зварюванні електродним дротом діаметром 4-5 мм мінімальний катет складає 5-6 мм.

За прийнятим діаметром електрода підбирається щільність струму на електродному дроті за таблицею 8 і визначається зварювальний струм за формулою

$$I_{\text{зв}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{ел}}^2}{4} \cdot j, \text{А}$$

Визначається коефіцієнти наплавлення в залежності від роду струму за формулами.

$$\alpha_n = A + B \cdot \frac{I_{зв}}{d_e}, \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

При зварюванні на постійному струмі

$$\alpha_n = 2,3 + 0,065 \cdot \frac{I_{зв}}{d_e}, \text{ г/А} \cdot$$

При зварюванні на перемінному струмі

$$\alpha_n = 7,0 + 0,04 \cdot \frac{I_{зв}}{d_e}, \text{ г/А} \cdot \text{год}$$

Визначається швидкість переміщення дуги за формулою і швидкість подачі електродного дроту

Швидкість зварювання

$$V_{зв} = \frac{\alpha_n \cdot I_{зв}}{F_n \cdot \rho \cdot 100}, \text{ м/ГОД}$$

Де α_n - коефіцієнт наплавлення, г/А год;

$I_{зв}$ - сила зварювального струму, А;

F_n - площа поперечного перерізу наплавленого металу шва, см²;

ρ - щільність наплавленого металу, г/см³. 7,8 г/см³.

Швидкість подачі зварювального дроту

$$V_{пд} = \frac{V_{зв} \cdot F_n}{F_{ел}} = \frac{4 \cdot \alpha_n \cdot I_{зв}}{\pi \cdot d_{ел}^2 \cdot \rho}, \text{ м/ГОД}$$

Визначається напругу на дузі, напругу приймаємо ближче до нижньої межі оптимальних значень напруг. Знаходимо коефіцієнт форми провару .

$$U_d = 20 + 50 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{I_{зв}}{\sqrt{d_{ел}}}, \text{ В}$$

Визначається коефіцієнт форми провару $\psi_{пр}$ за формулою

$$\psi_{пр} = \frac{10 \cdot d_e - 0,01 \cdot I_{зв}}{0,02 \cdot I_{зв}}$$

Знаючи $\psi_{пр}$ визначаємо ширину шва

$$e = \psi_{\text{пр}} \cdot h, \text{ мм}$$

Знаючи коефіцієнт форми валика

$$\psi_{\text{в}} = \frac{e}{g} = (5 \div 8)$$

Знаходимо опуклість зварного шва

$$g = \frac{e}{\psi_{\text{в}}}$$

Після цього розраховують фактичну глибину провару при зварюванні стикового безкосного з'єднання та нульовому зазорі. Для низьковуглецевих та низьколегованих сталей при зварюванні під флюсом низьковуглецевим дротом цей розрахунок здійснюється за формулою (2.9), а при зварюванні в середовищі вуглекислого газу – за формулою (2.10):

$$h = 0,156 \cdot \sqrt{\frac{q}{\psi_{\text{пр}} \cdot V_{\text{зв}}}} \quad (2.9)$$

$$h = 0,165 \cdot \sqrt{\frac{q}{\psi_{\text{пр}} \cdot V_{\text{зв}}}} \quad (2.9)$$

$$q = 0.24 \cdot U_{\text{д}} \cdot I_{\text{зв}} \cdot \eta \quad (2.11)$$

Коефіцієнт η визначається з табл. 10.

Таблиця 10

Коефіцієнт η	Відношення струму до діаметра А/мм
0,7-0,84	100-200
0,84-0,85	200-300

Визначається ширина звареного шва за формулою (17) Визначається висота опуклості шва

$$g = \frac{(1,35 \div 1,40) \cdot F_{\text{н}}}{e}, \text{ мм} \quad (30)$$

Визначається загальна висоту шва

$$H = h + g, \text{ мм} \quad (31)$$

Визначається висота наплавленого металу в оброблення ($\alpha = 90^\circ$)

$$h_H = \sqrt{F_H}, \text{ мм} \quad (32)$$

Визначається глибина проплавлення основного металу

$$h_O = H \cdot h_H, \text{ мм} \quad (33)$$

3 Розрахунок режимів зварювання в середовищі захисного газу

Зварювання в середовищі вуглекислого газу широко застосовується при виготовленні конструкцій з вуглецевих, низьколегованих, теплотривких сталей, середньолегированих, хромонікелевих і аустенітних сталей.

Основні типи з'єднань, виконувані в середовищі захисних газів, регламентовані ГОСТ 14771-76.

Основними параметрами режиму зварювання в середовищі захисного газу є:

1. Діаметр електродного дроту, $d_{\text{ел}}$, мм.
2. Сила зварювального струму, $I_{\text{зв}}$, А.
3. Напруга на дузі, $U_{\text{д}}$, В.
4. Швидкість подачі зварювального дроту, $V_{\text{пд}}$, м/год.
5. Швидкість зварювання, $V_{\text{зв}}$, м/год.
6. Витрата захисного газу, $Q_{\text{г}}$.

Додатковими параметрами режиму є:

7. Рід струму.
8. Полярність при постійному струмі.

3.1 Розрахунок режиму зварювання в середовищі захисних газів швів стикових, кутових, таврових з'єднань.

Шви стикових з'єднань можуть виконуватися як з обробленням, так і без оброблення крайок.

Діаметр електродного дроту ($d_{\text{ел}}$) вибирається залежно від товщини деталей, що зварюються. При виборі діаметра електродного дроту при зварюванні швів у нижнім положенні варто керуватися даними таблиці 11.

Таблиця 11 - Вибір діаметра електродного дроту для зварювання швів стикових з'єднань

Товщина металу, мм	Форма підготовки крайок	Зазор у стику, мм	Діаметр електродного дроту, мм	Число проходів
0, 8-1,0	Встик, без оброблення крайок	0-1,0	0,8	1
1, 5-2,0		0-1,0	1,0	1
2, 5-3,0		0-1,5	1,2	1
3, 5-4,0		0-1,5	1,2 0,6	2 1
4, 5-6,0		0-1,5 0, 5-2,0	2,0	1
			2,0	2
7, 0-8,0		0, 5-2,0	2,0	2
9, 0-10,0		0, 5-2,5	2,0	2
11, 0-12,0		1, 0-3,0	2,0	2
13, 0-14,0	V – образна однобічна	1, 0-2,5	2,0	2
15, 0-16,0		1, 0-2,5	2,0	3
17, 0-18,0	V – образна двостороння	1, 0-2,5	2,0	4
19, 0-20,0		1, 5-2,5	2,0	4
21, 0-22,0		1, 5-2,5	2,0	5
23, 0-24,0		1, 5-2,5	3,0	5
25, 0-28,0		1, 5-2,5	3,0	6

Сила зварювального струму розраховується за формулою

$$I_{зв} = \frac{\pi \cdot d_{ел}^2}{4} \cdot j, A$$

За кресленням загального виду конструкції, що зварюється, визначаємо товщину металу.

Таблиця 12 - Допустима щільність струму в електродному дроті

Діаметр електродного дроту, мм	1,2	1,6	2,0	3,0
Щільність струму, А/мм ²	88-195 310-440	90-160 200-350	60-140 160-240	45-70 78-110
Зварювальний струм, А	100-220 350-500	180-320 400-700	200-450 500-750	300-500 550-800

Напруга на дузі (U_д) визначається за формулою

$$U_d = 15 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_{\text{ел}}}} \cdot I_{\text{зв}}, \text{ В} \quad (34)$$

Швидкість подачі електродного дроту визначається за формулою

$$V_{\text{пд}} = \frac{4 \cdot \alpha_p \cdot I_{\text{зв}}}{\pi \cdot d_{\text{ел}}^2 \cdot \rho}, \text{ м/год} \quad (35)$$

Де α_p - коефіцієнт розплавлення дроту, г/А· год ;

ρ - щільність металу електродного дроту, г/см³. (для сталі $\rho = 7,8$ г/см³).

Значення α_p розраховується за формулою

$$\alpha_p = 3,0 + 0,08 \cdot \frac{I_{\text{зв}}}{d_{\text{ел}}}, \quad (36)$$

Швидкість зварювання обчислюється за формулою

$$V_{\text{зв}} = \frac{\alpha_n \cdot I_{\text{зв}}}{F_n \cdot \rho \cdot 100}, \text{ м/год} \quad (37)$$

де α_n - коефіцієнт наплавлення, г/А год

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \Psi), \quad (38)$$

де Ψ - коефіцієнт втрат металу на чад і розбризкування.

При зварюванні в CO₂ $\Psi = 0,1 - 0,15$.

Визначається швидкість зварювання. Площа поперечного перерізу наплавленого металу визначається в залежності від виду зварного шва і форми підготовки кромки за ДСТУ. Витрата захисного газу складає 6-20 л/хв. і залежить від виду зварного з'єднання і діаметра зварювального дроту.

Таблиця 13 - Залежність діаметра електродного дроту від товщини (катета) деталей, що зварюються

Товщина (катет), мм	1,0-2,0	3,0-4,0	5,0-8,0	9,0-12,0	13,0-18,0
Діаметр електродного дроту $d_{\text{ел}}$, мм	0,8-1	1-1,2	1,4-1,6	2,0-2,0	2,5-3,0

Діаметр електродного дроту для автоматичного зварювання може бути в інтервалі 0,8-3,0 мм і вище. Для напівавтоматичного зварювання суцільним

дротом 0,8-2,0мм, а порошковим 0,8-3 мм. Виліт електродного дроту визначаємо за формулою

$$l_{\text{ел}} = 10 \cdot d_{\text{ел}}, \text{ мм} \quad (39)$$

Розраховуємо зварювальний струм за формулою:

$$I_{\text{зв}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{ел}}^2}{4} \cdot j, \text{ А}$$

Таблиця 14 - Залежність щільності струму від діаметру електрода

Діаметр електрода $d_{\text{ел}}, \text{ мм}$	1,0; 1,2	1,4; 1,6	2,0	2,5; 3,0
Щільність току $j, \text{ А/мм}^2$	140-200	120-180	100-140	80-100

Для підвищення стійкості горіння дуги в захисних газах рекомендується вибирати значення щільності струму ближче до верхньої межі діапазону, що допускається, на даний діаметр електрода

$$U_{\text{д}} = 15 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_{\text{ел}}}} \cdot I_{\text{зв}}, \text{ В}$$

Визначаємо швидкість подачі електродного дроту за формулою

$$V_{\text{пд}} = \frac{4 \cdot \alpha_{\text{р}} \cdot I_{\text{зв}}}{0,9 \cdot \pi \cdot d_{\text{ел}}^2 \cdot \rho}, \text{ м/год} \quad (40)$$

де 0,9 - коефіцієнт, що враховує втрати на чад і розбризкування.

Коефіцієнт наплавлення визначається за формулою

$$\alpha_{\text{н}} = 0,9 \alpha_{\text{р}} = 2,7 + 0,07 \cdot \frac{I_{\text{зв}}}{d_{\text{ел}}} \quad (37)$$

Визначається швидкість зварювання за формулою

$$V_{\text{зв}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{зв}}}{F_{\text{н}} \cdot \rho \cdot 100}, \text{ м/год}$$

Площа поперечного перерізу наплавленого металу визначається в залежності від виду зварного шва і форми підготовки кромки за ДСТУ.

Визначаємо глибину проплавлення

$$h_{\phi} = 0,156 \cdot \sqrt{\frac{0,24 \cdot I_{зв} \cdot U_{д} \cdot \eta}{\varphi_{пр} \cdot V_{зв}}}, \text{ мм} \quad (37)$$

Де η = ефективний к.к.д. нагрівання металу
 $V_{зв}$ - перевести в см/с

Визначаємо фактичну ширину шва

$$e = \varphi_{пр} \cdot h_{\phi}, \text{ мм} \quad (38)$$

Визначаємо висоту валика

$$q = (1,35 \div 1,4) \cdot F_H / e \text{ мм} \quad (39)$$

Визначаємо загальну висоту шва з однієї сторони

$$H = h_{\phi} + q, \text{ мм} \quad (40)$$

Визначаємо висоту заповнення обробки

$$q' = \sqrt{F_H}, \text{ мм} \quad (41)$$

Визначаємо глибину проплавлення основного металу

$$h_0 = H - q', \text{ мм} \quad (42)$$

Витрата захисного газу складає 6-20 л/хв. і залежить від виду зварного з'єднання і діаметра зварювального дроту.

Витрата вуглекислого газу визначають за формулою

$$Q_{CO2} = 6 + 0,02 \cdot I_{зв}, \text{ л/хв.} \quad (43)$$

2.5.4 Вибір обладнання для зварювання

Вибір зварювального обладнання виконується відповідно до вибраних способів зварювання з урахуванням забезпечення заданих режимів зварювання.

Основними критеріями для вибору раціональних типів обладнання є:

- технічна характеристика, що найбільше відповідає режимам зварювання вибраним або розрахованим у розроблюваному технологічному процесі;
- експлуатаційна надійність і простота обладнання;
- коефіцієнт корисної дії і кількість споживання енергії під час роботи;
- габарити, що зумовлюють мінімальну площу при розміщенні на ділянці для виконання роботи;
- найменша маса і мінімальна вартість.

Для підбору раціональних типів обладнання, що відповідають переліченим ознакам, необхідно користуватися даними довідкової та інформаційної літератури, проспектами та каталогами-довідниками, в яких наводяться описи, технічні характеристики і вартість зварювального обладнання.

Інколи на підприємстві обирається найбільш підходяще обладнання, з того, яке є в наявності у підприємства, щоб не мати додаткові витрати на придбання нового. Тим самим знижуючи собівартість виробів.

Для кожної технологічної операції зварювання необхідно зазначити на якому зварювальному обладнанні буде виконуватись дана операція; опис вибраного зварювального обладнання, його призначення, модель, основні вузли, принцип роботи і налагодження на заданий режим та технічні дані, які необхідно подати у формі таблиці.

Вибір джерел живлення

Вибір джерел живлення зварювальної дуги для ручного дугового зварювання і автоматичного зварювання під флюсом здійснюється відповідно до вибраного роду зварювального струму і режиму зварювання.

При виборі джерел живлення необхідно врахувати їх техніко економічні показники та експлуатаційні якості, переваги щодо інших джерел.

Для живлення дуги змінного струму застосовують зварювальні трансформатори, для живлення дуги постійного струму – зварювальні випрямлячі з жорсткими, падаючими або універсальними характеристиками. Необхідно вибрати тип, марку джерела живлення і в таблиці навести його технічну характеристику.

Вибір установки для зварювання

Вибір установки для зварювання здійснюється в залежності від програми випуску, конструкції вибору, технології зварювання.

Зварювальні установки повинні забезпечувати:

- зручність виконання зварювальних робіт;

- зменшення чи взагалі уникнення деформації;
- вільне зняття зварної конструкції.

Необхідно описати установку для зварювання, при необхідності зробити рисунки, зазначити технічні характеристики і принципи роботи.

Якщо за проектом обрана роботизована система або робот, то їх обґрунтування і характеристика наводяться за паспортними даними обладнання.

Вибір підйомно-транспортних засобів

В цьому пункті слід описати призначення підйомно-транспортних засобів у зварювальному виробництві, вибрати необхідне та навести його технічну характеристику

2.5.5 Вибір зварювальних матеріалів

Вибір зварювальних матеріалів виконується відповідно до обраних способів зварювання. Зварювальні матеріали повинні забезпечувати:

- необхідні механічні властивості металу шва у сполученні з основним металом;
- необхідну міцність металу шва;
- одержання комплексу спеціальних властивостей металу шва.

Вибір зварювального матеріалу необхідно обґрунтувати і описати його переваги. Хімічний склад і механічні властивості вибраного зварювального матеріалу необхідно відобразити в таблицях.

Вибір електродів

Вибір електродів для зварювання конструкційних вуглецевих і легированих сталей здійснюємо за ДСТУ або ГОСТ 9467-75, для зварювання високолегированих сталей за ГОСТ 10052-75, для ручного дугового наплавлення за ГОСТ 10051-75, або за технічними умовами.

Вибравши кілька марок електродів, які використовують для зварювання даної марки сталі, порівнявши їх властивості, необхідно навести в таблиці їхній хімічний склад, механічні властивості (зразок – таблиці 1,2) або технологічні (зразок - таблиця 3), визначити кращу марку електродів для зварювання заданої конструкції, перелічити її переваги.

Таблиця 3 – Технологічні властивості електродів

Марка електрода	Умовне позначення електрода	Продуктивність, г/А*год

Вибір зварювального дроту

Зварювальний дріт для автоматичного зварювання під флюсом вибираємо такий, щоб за складом наближався до металу, який необхідно зварити.

При виборі дроту для зварювання в середовищі вуглекислого газу чи при зварюванні в його сумішах необхідно враховувати, що в процесі зварювання проходить посилене вигорання летучих елементів, тому необхідно застосовувати дріт суцільного перерізу із підвищеним вмістом марганцю і кремнію.

В наш час широко застосовується дріт суцільного перерізу з рідкісноземельними елементами (РЗЕ), які використовуються для зварювання вуглецевих і низьколегованих сталей у вуглекислому газі і суміші $\text{CO}_2 + \text{O}_2$.

Цей дріт має такі переваги:

- активізовані добавки РЗЕ підвищують стабільність горіння дуги;
- зменшують витрати на розбризкування;
- бризки практично не приварюються до виробу;
- дуга менше піддається магнітному дуттю;
- можливе використання форсованих режимів зварювання без погіршення формування і механічних властивостей шва.

Можна рекомендувати порошковий дріт (ГОСТ 26271-84 та ТУ .У), а також активований дріт, який, порівняно з кременіємарганцевим, забезпечує дрібнокрапельний перенос металу, мінімальне розбризкування і високу продуктивність процесу, знижує кількість пор і шлакових включень.

Необхідно підібрати дві марки дроту, що рекомендуються для зварювання даної марки сталі, навести в таблицях (див. зразок таблиці 2) їх хімічний склад і обґрунтувати вибір конкретної марки дроту, перелічити його переваги.

Якщо обирається порошковий дріт ,слід привести у таблиці (див. таблицю 1) механічні властивості наплавленого металу кількома дротами, вибрати дріт з кращими механічними показниками ,перелічити його переваги.

Вибір флюсу

Вибір флюсу здійснюємо у сполученні з вибраним зварювальним дротом. Хімічний склад флюсу значною мірою визначається хімічним складом зварювальних матеріалів.

В останні роки широко застосовуються керамічні флюси для зварювання високолегованих сталей. Необхідно підібрати дві марки рекомендованих флюсів для зварювання заданої марки сталі і навести в таблиці їх склад (див. зразок таблицю1) і обґрунтувати свій вибір щодо флюсу.

Вибір газу

Який захисний газ при зварюванні застосовують:

- інертні гази - аргон, гелій;
- активні гази - вуглецевий газ, суміш вуглецевого газу та кисню, суміш аргону та кисню, аргону та вуглецевого газу.

Найрозповсюдженішим при зварюванні сталей є вуглецевий газ. Він дешевий і забезпечує гарний захист зварювальної ванни.

В останні роки широко впроваджують суміші. Суміш $\text{CO}_2 + \text{O}_2$ (де $\text{O}_2 = 25\text{-}30\%$) має переваги щодо вуглецевого газу, а саме:

- менш розбризкувань металу;
- краще формується зварювальний шов;
- легке видалення шлакової корки;
- висока швидкість зварювання;
- вартість суміші дешевша вуглецевого газу.

Суміш $\text{Ar} + \text{CO}_2$ ($\text{CO}_2 = 20\%$) відзначається високою стабільністю процесу і забезпечує гарну якість зварювального шва, економить витрати чистого аргону.

Переваги $\text{Ar} + \text{CO}_2$ (80+20%):

- зменшується на 10-15% розхід електроенергії та зварювальних матеріалів;
- зростає приблизно в 2 рази продуктивність зварювання і не вимагає роботи із зачистки зварних елементів від шлаку і бризок ;
- збільшується глибина проплаву шва та покращується форма шва;
- поліпшуються умови праці зварювальників завдяки зменшенню виділення зварювальних аерозолів.

Суміш $\text{Ar} + \text{CO}_2 + \text{O}_2$ зменшує розбризкування, забезпечує гарну якість зварювального шва, економить витрати чистого аргону.

2.6 Розрахунок витрат основних, зварювальних матеріалів і електроенергії

Розрахувати витрати основного металу

$$G_{\text{осн.мет}} = (1,1 \div 1,15) \cdot G_{\text{вир}}, \text{ кг} \quad (44)$$

Де $G_{\text{вир}}$ — маса виробу в кг.

Розрахувати масу наплавленого металу

Витрати електродів, дроту (кожних - окремо) при різних способах зварювання визначаються за формулою,

$$G_e = G_{н.м.} \cdot K_m \quad (43)$$

Де $G_{н.м.}$ - маса наплавленого металу, кг;
 K_m - коефіцієнт витрати, який враховує втрати на чад і розбризкування

Маса наплавленого металу може бути розрахована за формулою

$$G_{н.м.} = F_n \cdot l_{ш} \cdot \rho \quad (44)$$

де F_n - площа поперечного перетину шва, см;
 $l_{ш}$ - довжина шва, см;
 ρ - щільність металу, г/см³.

Площу поперечного перетину визначають виходячи з ескізів швів, представлених у відповідних ГОСТів та ДСТУ згідно формул.

Довжина шва врозмірах на кресленні або у технологічних картах. Коефіцієнти витрат різних зварювальних матеріалів визначен у таблиці 11.

Витрату флюсу визначають за формулою

$$G_{фл} = G_{др} \cdot K_{ф} , \text{ кг} \quad (46)$$

де $G_{др}$ – витрати дроту, кг.
 $K_{ф}$ - коефіцієнт витрати, який враховує втрати флюсу

Таблиця 11-Коефіцієнти витрат зварювальних матеріалів

Зварювальні матеріали	Значення К
- для електродів МТ, ВСЦ-3, ОЗЛ-4, НЖ-2, ЦЦ-2, АН-1, ВИАМ-25, ОМА-2, СМ-11, АНО-1, ЦЛ-2, УОНИ-13/45, ВСП-1, МІМ, АНО-3, АНО-5, ОЗС-3. МР-3, ЗІО-7, АНО-4, АНО-6, ОЗС-4, ОЗН-300, ЦМ-7, ОММ-5, СМ-5, ВСЦ-2, ЦЛ-11, ОЗІ-і, ЦМ-7, ЦТ-15, ЦТ-17, ОММ-5Ц, ОЗА-1, ОЗА-2	К _е =1,4-2,3
- для зварювального дроту при зварюванні в CO ₂ + O ₂ , Ar + CO ₂ ;	К _{ед} =1,1-1,15
- для зварювального дроту при автоматичному зварюванні під флюсом;	К _{ед} =1,02
- для зварювального дроту при механізованому зварюванні під флюсом;	К _{ед} =1,03
- для зварювального дроту при електрошлаковому зварюванні;	К _{ед} =1,02
- для дроту марок Св-08Г2СЦ, Св-09Г2СЦ, Св-14Г2СЦ при зварюванні у захисних газах і в їх сумішах;	К _{ед} =1,05-1,08
- для порошкових дротів і стрічок при зварюванні у захисних газах;	К _{ед} =1,05-1,3
- для самозахисних дротів і стрічок;	К _{ед} =1,15-1,3
- для флюсу	К _ф =1,1-1,3

Витрата захисного газу визначається за формулою

Витрата газу

$$Q_{г.} = Q_{гоч} \cdot t_0 \cdot l_{шв}, \text{ л/вир} \quad ()$$

$$t_0 = \frac{60 \cdot F_H \cdot \rho}{I_{зв} \cdot \alpha_H}, \text{ м/хв.} \quad ()$$

Де $Q_{гоч}$ - витрати газу на одиницю часу;
 t_0 - основний час зварювання, год\$
 $l_{шв}$ – довжина зварюємого шва

Витрату технологічної електроенергії виконуємо за формулою

$$Q_{ee} = A_0 \cdot G_{nm}, \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{кг} \quad ()$$

де A_0 - питома витрата технологічної електроенергії (кВт*г/кг), що витрачається при різних видах дугового зварювання плавленням на 1 кілограм наплавленого металу.

Укрупнений розрахунок витрати електроенергії на 1 кілограм наплавленого металу може бути проведений на основі середніх величин витрати на 1 кілограм наплавленого металу, значення яких приведені в таблиці

Таблиця 12 – Витрати електроенергії в залежності від способу зварювання

Зварювання	Витрата електроенергії, кВт*г/кг
Автоматами тракторного типу під флюсом і на змінному струмі;	3-4
Шланговими автоматами і напіваавтоматами на змінному струмі;	3,5-4
Автоматами і напіваавтоматами на постійному струмі;	5-6
Автоматична трифазна під флюсом;	2-2,5
Електрошлакова на постійному струмі;	2,5
Електрошлакова на змінному струмі;	1,4
Ручна на змінному струмі;	3,5-4
Ручна при живленні дуги від випрямляча	4-4,5

3 Вибір методів контролю якості при виготовленні конструкції

Методи контролю якості обирають на підставі характеристики зварної конструкції, умов її експлуатації і відповідальності, технічних умов на контроль якості.

Контроль при виготовленні зварної конструкції складається з трьох етапів:

- вхідний контроль, який включає перевірку початкових матеріалів, що застосовують для виготовлення конструкції (контроль заготовок, зварювальних матеріалів, зварювального обладнання, пристроїв, інструментів, кваліфікації зварювальників).

Необхідно вибрати метод контролю, визначити періодичність контролю;

- контроль в процесі виробництва :контроль техпроцесу(контроль правильності складання,дотримання технологічних режимів зварювання, розмірів та якості зварних швів, послідовності їх накладання та ін.).

Способи контролю техпроцесу зазначаються у технологічних картах;

- контроль готової продукції – приймально-здаточні випробування.

Необхідно вибрати методи контролю складання і зварювання,інструмент,обладнання для контролю, визначити об'єми контролю.

Зовнішньому огляду підлягають 100% всіх швів.

Зовнішнім оглядом і вимірюванням виявляють дефекти форми та розмірів зварних швів,зовнішні дефекти.

Для виявлення внутрішніх дефектів використовують фізичні методи контролю: радіаційні, ультразвукові, магнітні та електромагнітні.

Поверхні мікродефекти виявляють капілярними методами контролю:кольоровий, люмінесцентний, люмінесцентно-кольоровий.

Конструкції, для яких за умовами експлуатації забезпечується герметичність,зварні шви контролюють на щільність рідинними та газовими методами.

Робочі шви, стикові шви контролюють 100% їх довжини. Відповідальні конструкції контролюють 100%. Вибірковий контроль указують у відсотках(25%, 30%, 50% тощо),або на етапі контролю готової продукції – у кількості одиниць продукції.

Визначити способи виправлення недопустимих дефектів (можливі способи видалення дефектних місць: механічні, термічні) та способи їх зварювання. Указати кількість виправлень дефектів,необхідність повторного контролю та методи контролю.

4 Нормування складально-зварювальних робіт

Метою технічного нормування є установлення технічно обґрунтованих норм часу на операції.

4.1 Розрахунок штучного часу на складання металоконструкції

Розрахунок штучного часу на складання металоконструкції виконується за формулою

$$T_{шт} = T_{вст} + T_{кріп} + T_{пов} + T_{зн}, \text{ хв.} \quad (38)$$

де $T_{вст}$ - час на встановлення окремих деталей, хв.;

$T_{кріп}$ - час на кріплення деталей під час складання вузла, хв.;

$T_{пов}$ - час на повороти конструкції в процесі складання, хв.;

$T_{зн}$ - час на зняття конструкції після складання, хв.

Для прискорення та спрощення нормування складання металоконструкцій для зварювання можна використовувати укрупнені нормативи штучного часу.

4.2 Розрахунок штучного часу на зварювання

Розрахунок штучного часу на зварювання металоконструкції виконується за формулою

$$T_{\text{шт}} = ((T_0 + T_{\text{дш}})l_{\text{ш}} + T_{\text{д вир}})K, \quad (39)$$

де T_0 - основний час зварювання 1 погонного метра шва, хв/м;

$T_{\text{дш}}$ - допоміжний час, пов'язаний із зварюванням швом, на 1 погонний метр шва, м;

$T_{\text{д вир}}$ - допоміжний час, пов'язаний із виробом, який зварюють, хв.;

K - коефіцієнт, який враховує затрати часу на обслуговування робочого місця, відпочинок, природні потреби та підготовчо-заключний час в умовах крупносерійного виробництва.

Основний час при ручному та напівавтоматичному зварюванні можна розрахувати за формулою

$$T_0 = 60 (F_{\text{н}} \rho) / (I_{\text{зв}} \alpha_{\text{н}}) \quad (40)$$

де $F_{\text{н}}$ - площа поперечного перерізу шва, мм (розраховуємо на основі креслення або ГОСТ), см²;

ρ - щільність наплавленого металу кг/м³, г/см³;

$I_{\text{зв}}$ - струм при зварюванні, А;

$\alpha_{\text{н}}$ - коефіцієнт наплавлення, г/А* год

При автоматичному зварюванні:

$$T_0 = 60 / V_{\text{зв}}, \quad (41)$$

де $V_{\text{зв}}$ - швидкість зварювання, м/год.

Норму часу на зварювання конструкції в суміші CO₂+O₂ розраховують за формулою

$$T_{\text{н}} = T'_{\text{шк}} l_{\text{ш}} K, \quad (42)$$

де $T'_{\text{шк}}$ - штучно-калькуляційний час зварювання 1 погонного метра шва, хв./м;

$l_{\text{ш}}$ - довжина шва, м

K - коефіцієнт, який враховує вид зварюваного шва, умови зварювання.

5 Технологічний процес виготовлення зварної конструкції

Розробка технологічного процесу складання та зварювання конструкції в технологічних картах (КЕ, ОК)

Рекомендації по заповненню технологічних карт складально-зварювальних робіт

Для заповнення технологічних карт складально-зварювальних робіт необхідно використовувати наступні матеріали:

- креслення загального вигляду виробу;
- схему складання і зварювання;
- довідкову літературу:
- ГОСТ 5264-80, 14771 -76, 8713-79;
- перелік стандартів зварювального виробництва:
- на основний метал,
- коди на метал, коди операцій, коди на зварювальні матеріали, коди на допоміжне устаткування, коди професій, коди підйомно-транспортного устаткування, коди зварювального обладнання і джерел живлення,
- коди на контроль зварних швів і з'єднань, коди на підйомно-транспортні засоби.

У комплект технологічної документації входять:

- маршрутні карти (МК);
- операційні карти (ОК).
- карти технологічного процесу (КТП).

Для заповнення КТП і МК використовують бланки:

- титульний аркуш (комплект технологічної документації);
- перший лист (ГОСТ 3.11 18-82 форма 2);
- наступні листи (ГОСТ 3.11 18-82 форма 1 б).

(Додаток А)

Форми і правила оформлення титульного аркуша

(Додаток Б)

Форми та правила оформлення технологічних карток

6 Розрахунок необхідної кількості робочих місць та обладнання

Розрахунок необхідної кількості обладнання і робочих місць проводиться виходячи з пронормованого технологічного процесу, заданої річної програми випуску виробів, прийнятого режиму роботи і планованого коефіцієнта виконання норм.

Необхідна кількість робочих місць (складально-зварювальних стендів, немеханізованих засобів), необхідних для виконання річної програми можна розрахувати за формулою

$$N_m = T_{nm} / (\Phi_{до} \cdot K_{вн} \cdot K), \quad (48)$$

де T_{nm} - нормований час, необхідний для виконання річного об'єму робіт на даному робочому місці, годин;

$\Phi_{до}$ - ефективний (дійсний) фонд часу роботи одиниці устаткування протягом року, годин;

$K_{вн}$ - планований коефіцієнт виконання;

K - кількість, одночасно зайнятих на даному робочому місці, чол.

Кількість складально-зварювального обладнання можна розрахувати згідно робочих місць або за формулою

$$N_o = T_{но} / (\Phi_{до} \cdot K_{вн}), \quad (49)$$

де $T_{но}$ - нормований час, необхідний для виконання річного об'єму робіт на даному устаткуванні, годин.

Нормований час, необхідний для виконання заданого річного обсягу робіт на даному робочому місці або на даному обладнанні визначається по кожній операції технологічного процесу за формулою

$$T_{nm} = T_{но} = t_{шт} \cdot \Pi_{год}, \quad (50)$$

Де $t_{шт}$ - норма часу на операцію, годину;

$\Pi_{год}$ - річна програма випуску виробів, шт.

Ефективний (дійсний) річний фонд часу роботи одиниці обладнання визначається відповідно до прийнятого режиму роботи ділянки за формулою

$$\Phi_{до} = D_p \cdot t_{см} \cdot n_{см} \cdot K_{исп}, \quad (51)$$

де D_p - кількість робочих днів в році;

$t_{см}$ - тривалість зміни, годин;

$n_{см}$ - кількість змін;

$K_{исп}$ - коефіцієнт використання робочого часу, що враховує втрати часу на ремонт і обслуговування устаткування.

Таблиця 13 – Необхідна кількість обладнання і робочих місць

Найменування робочих місць і обладнання	Нормований час, годин		Щільність бригади	Кількість робочих місць і обладнання		Габаритні розміри обладнання
	на 1-цю виробу	на річну програму		Розрахункова	Прийнята	

Після перевірки необхідної кількості обладнання і робочих місць керівником дипломного проекту, студенту необхідно приступити до виконання четвертого аркушу графічної частини дипломного проекту «план ділянки».

6.1 Проектування ділянки

Розміщення збирально-зварювального цеху (ділянки) – всіх його виробничих відділень і ділянок, а також допоміжних, адміністративно-конторських і побутових приміщень повинно по можливості повністю задовольняти всім специфічним вимогам процесів, що підлягають виконанню в кожному з цих відділень. У цьому полягає одна з головних задач раціонального проектування промислових підприємств. Оскільки в зварювальних цехах основними провідними процесами є складально-зварювальні роботи, отже, задоволенню вимог цих процесів в першу чергу має бути приділена особлива увага при розробці проектів зварювальних виробництв.

Ці вимоги обумовлюються головним чином індивідуальними особливостями заданих зварних металовиробів і відповідних раціонально обраних способів їх виготовлення; характерними особливостями типу виробництва та організаційних форм його здійснення, які повинні бути передбачені в залежності від кількісного складу заданого випуску продукції; ступенем виробничої зв'язку основних (складально-зварювальних) відділень і ділянок з іншими виробничими і допоміжними відділеннями цеху.

У відповідності з різними типами зварювальних виробництв і різновидами їх організації в практиці проектування одноповерхових складально-зварювальних цехів встановилися певні типові схеми взаємного розташування (компонування), що включаються до їх складу наступних виробничих відділень і ділянок, а також допоміжних, побутових та інших приміщень:

- 1 – склад металу;
- 2 – ковальсько-пресове відділення;
- 3 – заготівельне відділення;
- 4 – проміжний комплектувальний склад деталей;

- 5 – відділення вузлового складання та зварювання;
- 6 – відділення загального складання і зварювання;
- 7 – відділення покриттів і обробки продукції;
- 8 – склад готової продукції;
- 9 – адміністративно-конторські, службові та побутові приміщення;
- 10 – пожежні проїзди

При проектуванні ділянки складально-зварювального цеха з перерахованих вище відділень враховують тільки наступні: 1 – склад металу або проміжний комплектувальний склад деталей (4);

Кожна типова схема задовольняє вимогам організації окремих різновидів зварювальних виробництв. Напрями вантажопотоків в межах цеху, а також ввезення металу в цех і вивезення продукції з цеху показані на рис. 31-36 стрілками. У практиці проектування промислових підприємств використання зазначених нижче компоновальних схем складально-зварювальних цехів забезпечує в кожному конкретному випадку раціональний вибір вихідної відправної схеми планування і тим самим дозволяє значно прискорити проектування на високому технічному рівні.

7 Охорона праці

7.1 Техніка безпеки при виконанні зварювальних робіт

7.2 Промислова санітарія та екологія

7.3 Протипожежні заходи

8 Висновки

В результаті виконання дипломного проекту було розроблено технологію виготовлення _____.

Було обрано спосіб зварювання, необхідні зварювальні матеріали та обладнання, розраховано режими зварювання. За показниками технологічності встановлено, що ця конструкція досить технологічна.

Після проведення всіх розрахунків була розроблена та представлена у графічному вигляді схема розташування обладнання на зварювальній ділянці.

Список використаних джерел (1-5стр.) містить бібліографічний список літературних джерел, використаних у роботі. Список формується одним із таких способів: у порядку появи посилань у тексті (найбільш зручний для користування і рекомендований при написанні науково-технічних праць); в алфавітному порядку прізвищ перших авторів або заголовків; у хронологічному порядку.

Бібліографічний опис джерел складають відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи, (дивтабл1). Зокрема, потрібну інформацію можна одержати із таких стандартів: ДСТУ3582-97“Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила”.

Додатки подають за необхідності після основного тексту роботи, до яких доцільно включати допоміжний матеріал, необхідний для повноти сприйняття кваліфікаційної роботи:

-
- Комплект технічно логічної документації виготовлення
- Специфікації до складальних креслень.

Оформлення пояснювальної записки до кваліфікаційної роботи ведеться згідно зі СТОУ-02-14.

Графічний матеріал

До кваліфікаційної роботи обов’язково додається графічний матеріал в обсязі не менше ніж 4 аркушів .

Обов’язкові креслення

- Загальний вид виробу (деталі, конструкції)
- Схема базування при виконанні складально-зварювальної операції
- Креслення пристосування або додаткового обладнання для виготовлення виробу
- Схема маршруту виготовлення виробу

4.Порядок організації експертизи та захисту

До захисту кваліфікаційної роботи допускаються особи, які виконали вимоги навчального плану, які представили кваліфікаційну роботу в установлений термін і успішно пройшли процедуру експертної оцінки. Експертна оцінка кваліфікаційної роботи включає попередній захист на засіданні циклової комісії, відгук наукового керівника та перевірку на плагіат.

Допущена завідувачем відділення до захисту кваліфікаційна робота направляється на рецензування.

Захист кваліфікаційної роботи включає в себе доповідь здобувача освіти, його відповіді на запитання членів комісії, дискусію з проблемами та задачами, розглянутих у роботі, оприлюднення відгуку керівника і рецензії на роботу.

Доповідь здобувача освіти повинна відповідати змісту кваліфікаційної роботи. Тривалість доповіді - до 5 хвилин. У доповіді повинні знайти відображення:

- тема, мета і завдання дослідження або розробки;
- актуальність і практична цінність;
- основна ідея роботи і найбільш важливі висновки із стислим обґрунтуванням.

При захисті використовуються демонстраційні матеріали у формі креслень, слайдів, віддрукованих роздавальних матеріалів та ін.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ГІРНИЧО-ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
КРИВОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»
ЦИКЛОВА КОМІСІЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ДИСЦИПЛІН**

Пояснювальна записка

до дипломного проекту
фахового молодшого бакалавра
на тему: «Проект технологічного процесу ремонту
_____»

Виконав: студент групи **ТРГК** _____
галузі знань 13 «Механічна інженерія»
спеціальності 131 «Прикладна механіка»
Освітньо-професійна програма «Технічне
обслуговування і ремонт підприємств гірничо-
збагачувального комплексу»

ПІБ

Керівник

ПІБ

Рецензент

ПІБ

Кривий Ріг – 20__ рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІДОКРЕМЛЕНИЙ СТРУКТУРНИЙ ПІДРОЗДІЛ
«ГІРНИЧО-ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
КРИВОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»

Відділення	Механічної інженерії, виробництва та технологій
Циклова комісія	зварювальних дисциплін
Освітньо-кваліфікаційний рівень	фаховий молодший бакалавр
Галузь знань	13 «Механічна інженерія»
Спеціальність	131 «Прикладна механіка»
Освітньо-професійна програма	«Технічне обслуговування і ремонт підприємств гірничо-збагачувального комплексу»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР

_____ ПІБ
- _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧУ ОСВІТИ

Тема проекту _____ Проект технологічного процесу ремонту _____.

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

затверджені наказами вищого навчального закладу № _____ від «_____»
2025 року і № _____ від «_____» 20 _____ року

Строк подання здобувачем освіти проекту (роботи) _____ з0 _____ р.

Вихідні дані до проекту (роботи):

Складальний кресленик машини

Складальний кресленик вузла

Технічний паспорт машини

Робочий кресленик деталі на відновлення

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

ВСТУП

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

- 1.1. Призначення, типи та характеристика обладнання
- 1.2. Конструкція та принцип роботи машини
- 1.3. Характеристика системи мащення
- 1.4. Технічне обслуговування машини

2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

- 2.1. Опис та розробка технологічного процесу розбирання вузла
- 2.2. Опис та розробка технологічного процесу миття деталей вузла
- 2.3. Опис та розробка технологічного процесу дефектації деталей вузла
- 2.4. Опис та розробка технологічних процесів комплектування та складання вузла

3 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

- 3.1. Вибір методу відновлення та системний опис його суті
- 3.2. Розробка маршруту відновлення деталі і розрахунок між операційних припусків.
- 3.3. Розробка технологічного процесу відновлення деталі (підготовка деталі до відновлення, вибір матеріалів та обладнання, розрахунок параметрів відновлення).
- 3.4. Розрахунок тривалості процесу відновлення.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

- 4.1. Розробка річного графіку ремонту
- 4.2. Визначення потрібної кількості запасних частин на групу машин
- 4.3. Розрахунок ремонтних майстерень на групу машин

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

- 4.1 Техніка безпеки під час ремонту
- 4.2 Протипожежні заходи при ремонті
- 4.3 Розрахунок заземлення (повітрообміну, шуму)
- 4.4 Екологія навколишнього середовища

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

1 Загальний вид крану – формат А1

2 Складальний кресленик механізм пересування крану – формат А1

3 Робочий кресленик деталі - вал – формат А3

4 Ремонтний кресленик деталі - вал – формат А3

5 Річний графік ремонтів – формат А3

6 Технологічна схема складання механізму пересування – формат А3

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 4			
5			
Графічна частина			

7. Дата видачі завдання _____.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Розділ 1. Загальний розділ		
2	Розділ 2. Спеціальний розділ		
3	Розділ 3. Розрахунковий розділ		
4	Розділ 4. Організаційний розділ		
5	Розділ 5. Охорона праці		
6	Графічна частина		
	Загальний вид машини		
	Складальний кресленик вузла		
	Робочий кресленик деталі		
	Ремонтний кресленик деталі		
	Річний графік ремонту		
	Технологічна схема складання вузла		
7	Перевірка проекту керівником		
8	Нормоконтроль		
9	Переплетення пояснювальної записки		
10	Підпис голови циклової комісії		
11	Рецензія		
12	Підпис зав. відділенням		
13	Захист дипломного проекту		

Здобувач освіти

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

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

Вступ.....

1 ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

- 1.1 Опис конструкції та службового призначення, область застосування
- 1.2 Ескіз конструкції
- 1.3 Технічні умови виготовлення
- 1.4 Основний матеріал, його склад та властивості
- 1.5 Визначення зварюваності матеріалу

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

- 2.1 Технологічний маршрут виготовлення конструкції
- 2.2 Заготовчі операції
- 2.3 Складальні операції
- 2.4 Схема базування при складанні виробу
- 2.5 Зварювальні операції
 - 2.5.1 Вибір способу зварювання
 - 2.5.2. Особливості зварювання
 - 2.5.3 Розрахунок режимів зварювання
 - 2.5.4 Вибір обладнання для зварювання
 - 2.5.5 Вибір зварювальних матеріалів
- 2.6 Розрахунок витрат основних, зварювальних матеріалів і електроенергії

3 ВИБІР МЕТОДІВ КОНТРОЛЮ ЯКОСТІ ПРИ ВИГОТОВЛЕННІ КОНСТРУКЦІЇ

4 НОРМУВАННЯ СКЛАДАЛЬНО-ЗВАРЮВАЛЬНИХ РОБІТ

- 4.1 Розрахунок штучного часу на складання металоконструкції
- 4.2 Розрахунок штучного часу на зварювання

5 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИГОТОВЛЕННЯ ЗВАРНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

6 ПРОЄКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ

- 6.1 Розрахунок необхідної кількості робочих місць та обладнання
- 6.2 Планування ділянки

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

- 7.1 Техніка безпеки
- 7.2 Промислова санітарія та екологія
- 7.3 Протипожежні заходи

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

- 1 Складальне креслення деталі (конструкції) – формат А1
- 2 Схема базування при виготовленні деталі (конструкції) – формат А1
- 3 Креслення пристосування при виготовленні деталі – формат А1
- 4 Схема технологічного процесу виготовлення деталі – формат А1

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1 – 6			
7			
Графічна частина			

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1.	Розділ 1 Загальний розділ		
2.	Розділ 2 Технологічний розділ		
3.	Розділ 3 Контроль якості		
4.	Розділ 4 Нормування складально-зварювальних робіт		
5.	Технологічний процес виготовлення зварної конструкції		
6.	Проектування ділянки		
7.	Охорона праці		
8.	Графічна частина		
	Складальне креслення деталі (конструкції)		
	Схема базування при виготовленні деталі		
	Креслення пристосування при виготовленні деталі		
	Схема технологічного процесу виготовлення деталі		
9.	Перевірка проєкту керівником		
10.	Нормоконтроль		
11.	Переплетення пояснювальної записки		
12.	Підпис голови циклової комісії		
13.	Рецензія		
14.	Підпис зав.відділенням		
15.	Захист дипломного проєкту		

Здобувач освіти

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ

ІІІІ

Дипломний проєкт виконаний за індивідуальним завданням.

Тема дипломного проєкту: *Проект технологічного процесу ремонту*

.....

Вихідні дані до проєкту: 1. – загальний вид;

2. – складальний кресленик;

3. – робочий кресленик;

4. Технічний паспорт.

Мета дипломного проєктування: розвиток навичок самостійної творчої роботи, узагальнення, систематизація та закріплення знань, що отримані при вивченні навчальних дисциплін: «Збагачувальні машини», «Гірничі машини і комплекси», «Виробництво і ремонт гірничих і збагачувальних машин» та їх застосування до комплексного вирішення індивідуального завдання з дипломного проєкту.

Об'єктом проєктування є вибір технологічного процесу ремонту гірничого та збагачувального обладнання з виконанням відповідних розрахунків.

Характеристика вирішених завдань:

1. В загальному розділі розглянуто призначення, будову та принцип роботи заданої машини. Охарактеризовано систему змащення основних вузлів. Описано загальні принципи експлуатації та технічного обслуговування даного типу обладнання, технічні умови на ремонтні роботи.
2. В спеціальному розділі описано та розроблено технологічний процес розбирання вузла, описано та розроблено технологічний процес миття деталей вузла, описано та розроблено технологічний процес дефектації деталей вузла, описано та розроблено технологічний процес комплектування та складання вузла.
3. В розрахунковому розділі вибрано метод відновлення та описано його суть; розроблено маршрут відновлення деталі і розрахунок міжопераційних припусків; розроблено технологічний процес відновлення деталі (підготовка деталі до відновлення, вибір матеріалів та обладнання, розрахунок параметрів відновлення); розраховано тривалість процесу відновлення.
4. В організаційній частині проєкту складено графік проведення ремонтів машини та визначено необхідну кількість робітників для проведення капітального ремонту.
5. В розділі охорони праці розглянуто правила техніки безпеки при проведенні ремонтних робіт, протипожежні заходи та питання охорони довкілля.
6. В економічній частині проєкту розраховано витрати на проведення ремонту машини.

Дипломний проєкт складається з :

- пояснювальної записки, яка має __ аркушів, __ таблиць, _ рисуноків, _ джерел інформації;
- графічної частини, яка має _ аркуші формату А1, _ аркуш формату А2 та _ аркуші формату А3.

Ключові слова дипломного проєкту:

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, РЕМОНТ, ДЕФЕКТАЦІЯ, СКЛАДАННЯ, МОНТАЖ, ДЕМОНТАЖ, ГРАФІК РЕМОНТУ,

					ГЕМФК ДП05XX.XXX ПЗ	Арх.
Зм.	Арх.	Не док.	Підпис	Дата		5

№ рядка	Формат	Позначення	Назва	Кількість	№ екз.	Примітка
			<i>Текстові документи</i>			
1	A4	ГЕМФК.ДП05XX.XXX.ПЗ	Пояснювальна записка	X		
2	A4	ГЕМФК.ДП05XX.XXX.СП	Специфікація	X		
3	A4	ГЕМФК.ДП05XX.XXX.СП	Специфікація	X		
			<i>Графічні матеріали</i>			
4	A1	ГЕМФК.ДП05XX.XXX.010.00.00	Загальний вид	1		
5	A1	ГЕМФК.ДП05XX.XXX.010.03.00	Назва вузла	1		
6	A3	ГЕМФК.ДП05XX.XXX.010.03.02	Робочий кресленик	1		
7	A3	ГЕМФК.ДП05XX.XXX.010.03.02 Р	Ремонтний кресленик	1		
8	A2	ГЕМФК.ДП05XX.XXX.010.03.00 ТС	Технологічна схема			
			складання	1		
9	A3	ГЕМФК.ДП05XX.XXX.010.00.00	Річний графік ремонтів	1		

					ГЕМФК.ДП05XX.XXX.ПЗ			
Зм.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата	Проект технологічного процесу ремонту	Літ.	Арх.	Актуальн.
Розроб.								
Перевір.							4	77
Реценз.	Ф					ГЗМ-XX X/X		
Н. Контр.								
Затверд.								