

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ, ТРАНСПОРТУ ТА АРХІТЕКТУРИ
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

магістра

Освітньо-кваліфікаційний рівень

Напрямок підготовки (спеціальність) 132 «Матеріалознавство
Освітньо-професійна програма Відновлення та технічний сервіс
автомобілів»

на тему: «Аналіз показників ремонтпридатності та
підвищення ресурсу вала водяного насоса»

Шифр ***МРТАМ 2120270. 000 ПЗ***

Виконав: студент 2-го курсу, група МТВАмз 20-1



Підпис

В.В. Сторожук
Ініціали, прізвище

Керівник *к.т.н., доц. каф. ТАМ.*



Підпис

О.П. Бабак
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ д.т.н., проф.



О.В. Духа
Ініціали, прізвище

6 12 2021 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Фкультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Навчально-кваліфікаційний рівень магістр

Напрямок підготовки (спеціальність) 132 «Матеріалознавство

Навчально-професійна програма Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Диха О.В.

21 жовтня 2021 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Сторожуку Вадиму Васильовичу

Прізвище, ім'я, по батькові

Тема проекту (роботи) _____

Аналіз показників ремонтпридатності та підвищення ресурсу вала водяного насоса

Виконавець проекту (роботи) Бабак Олег Петрович к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 25 серпня 2021р. № 102 (25з)

Строк подання студентом проекту на кафедру 10 грудня 2021 року

Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення сліджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, дефектації, складанню і регулюванню вузла тертя; вимоги з охорони праці і безпеки роботи при виконанні ремонтних робіт; техніко – економічні показники роботи підприємства.

Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Загальна частина; 2. Технологічні та наукові основи підвищення ресурсу вала водяного насосу; 3. Експериментальна частина; 4. Технологічний процес відновлення вала водяного насосу; 5. Організація ділянки відновлення вала водяного насосу; 6. Техніко-економічні показники.

Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на мікрофільмах

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _----

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1	<i>Літературний огляд</i>	<i>30.09.2021</i>	
2	<i>Технологічний розділ</i>	<i>25.10.2021</i>	
3	<i>Дослідницький розділ</i>	<i>15.11.2021</i>	
4	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>22.11.2021</i>	
5	<i>Оформлення презентації магістерської роботи</i>	<i>1.12.2021</i>	
6	<i>Нормоконтроль магістерської роботи</i>	<i>5.12.2021</i>	
7	<i>Підписання розділів. Затвердження дати захисту</i>	<i>10.12.2021</i>	

Студент


Підпис

Керівник проекту (роботи)


Підпис

Сторожук В.В.
Ініціали, прізвище

Бабак О.П.
Ініціали, прізвище

Реферат

Обсяг пояснювальної записки – 100 сторінок, кількість рисунків - 38, таблиць - 6, додатків, кількість джерел згідно із переліком посилань - 22.

Організаційно-технічна перебудова промислових підприємств в останні роки прискорилася у зв'язку зі зміною соціально - економічних умов господарювання в нашій країні. Поряд з розвитком промислових підприємств у Хмельницькій області на існуючих, створюють і розбудовують фірмові системи обслуговування й ремонту.

Ціль і завдання - озброїти наше сільське й водне господарство новітньою технікою, а також зберігати їх у працездатному стані й збільшити їхній ресурс.

Актуальність теми. Вал відцентрового насоса нарівні з іншими деталями піддаються зношуванню. Для нього характерна функція, супроводжувана динамічним навантаженням, яке приведе до росту ударних навантажень на вал. Ці причини сприяють передчасному зношуванню деталей.

Отже, відновлення вала насоса, тим самим продовжуючи ресурс відцентрового насоса в цілому, є актуальним і своєчасним завданням.

Ціль випускної роботи. Однією з основних цілей випускної роботи є аналіз зношування деталей насоса ЦН Д 1250-65 і підвищення їх зносостійкості, яка може бути здійснена в тепломережах м. Красилів.

Вибір об'єкта досліджень. Істотний вплив на гарантоване забезпечення споживачів поливною водою виявляє стійка, високоефективна робота насосних агрегатів, що становлять значну частину устаткування насосних станцій.

Питання підвищення надійності експлуатації насосів є досить актуальними й вимагають прояву підвищеного уваги, що як проектують, так і експлуатують організацій.

За різними оцінками, на привод насосних агрегатів затрачається до 10% вироблюваної на енергоблоці електроенергії. Відзначимо, що в сумарній оцінці витрат на обслуговування насосів величина оплати електроенергії на привод, для окремих галузей промисловості, досягає більш 85%, тому питання підвищення ККД насосного устаткування є актуальними й перспективними.




Враховуючи вищевикладене, у якості об'єкта досліджень нами обраний вал відцентрового насоса, як одного з найбільш важливих деталей (ЦН).

У даній випускній роботі ми докладно аналізували, розглядали можливі несправності, дефекти, способи ремонту й відновлення вала відцентрового насоса.

Перелік ключових слів: ВАЛ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА, РЕМОНТ, ДІЛЬНИЦЯ ВІДНОВЛЕННЯ, УЛЬТРАЗВУКОВЕ ЗМІЦНЕННЯ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Історія формування та розвитку	8
1.2 Об'єкт дослідження.....	9
1.3 Розробка карти технологічного процесу дефектації вала	12
1.4 Закономірності зношування і способи відновлення вала водяного насоса.....	14
1.5 Основні конструктивні елементи та параметри вала водяного насоса.....	29
1.6 Основні несправності вала водяного насоса й причини їх виникнення.....	34
РОЗДІЛ II. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА НАУКОВІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ВАЛА ВОДЯНОГО НАСОСУ.....	38.
2.1 Підвищення ресурсу валу водяного насоса ультразвуковою обробкою.....	38
2.2 Матеріали для відновлення валу водяного насоса.....	44
2.3 Дослідження процесу поверхневої ультразвукової обробки металів.....	50
2.4 Поглинання ультразвуку у твердих тілах.....	59
2.5 Емпіричні рівняння ультразвукової технологічної обробки.....	62
РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА.....	65
3.1 Продуктивність ультразвукової обробки.....	65
3.2 Аналіз показників ремонтпридатності валу водяного насоса....	65
3.3 Оцінка ефективності технології ультразвукового вигладжування деталі.....	69

MP TAM 2120270.000 ПЗ				
№	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат
Зроб.		Сторожук		
Перевір.		Бабак		
Відзн.				
Контр.		Рудик		
Атвверд.		Диха		
«Аналіз показників ремонтпридатності та підвищення ресурсу вала водяного насоса»			Лім.	Арк.
			4	100
ХНУ група МТВАмз20-1				

ВСТУП

Проект стратегії був розроблений за підсумками комплексного вивчення актуальних і хвилюючих населення й підприємців питань, аналізу законодавства, правозастосовної практики й закордонного досвіду.

Указом створена національна комісія з реалізації стратегії дій по п'ятьом пріоритетним напрямкам розвитку країни в 2017-2021 роках, а також комісії з реалізації окремих п'яти напрямків.

У зв'язку з економічними труднощами особливе значення набувають інтенсивні методи розвитку підприємства. Необхідно впровадити індустріальні методи ремонту машин, сучасну організацію виробництва, застосовувати новітню технологію ремонту, удосконалювати наукову організацію праці.

Організаційно-технічна перебудова промислових підприємств останні роки прискорилося у зв'язку зі зміною соціально - економічних умов господарювання в нашій країні. Поряд з розвитком промислових підприємств у Хмельницькій області на існуючих, створюють і розбудовують фірмові системи обслуговування й ремонту.

Ціль і завдання - озброїти наше сільське й водне господарство новітньою технікою, а також зберігати їх у працездатному стані й збільшити їхній ресурс.

Поряд з питаннями збільшення кількості, що поставляється сільському й водному господарству техніки, найважливіше значення надається проблемі підвищення її якості й експлуатаційної надійності.

У значній мірі це ставиться до обраної нами проблеми – аналізу зносів вала насоса ЦН Д 1250-65 і підвищення їх зносостійкості.

Актуальність теми. Вал відцентрового насоса нарівні з іншими деталями піддаються зношування. Для нього характерна функція, супроводжувана динамічним навантаженням, яке приведе до росту

									Арк.
									6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ				

ударних навантажень на вал. Ці причини сприяють передчасному зношуванню деталей.

Отже, відновлення вала насоса, тим самим продовжуючи ресурс відцентрового насоса в цілому, є актуальним і своєчасним завданням.

Ціль випускної роботи. Однією з основних цілей випускної роботи є аналіз зношування деталей насоса ЦН Д 1250-65 і підвищення їх зносостійкості, яка може бути здійснена в тепломережах м. Красилів.

Вибір об'єкта досліджень. Істотний вплив на гарантоване забезпечення споживачів поливною водою виявляє стійка, вискоефективна робота насосних агрегатів, що становлять значну частину устаткування насосних станцій.

Питання підвищення надійності експлуатації насосів є досить актуальними й вимагають прояву підвищеної уваги, що як проектують, так і експлуатують організації.

За різними оцінками, на привод насосних агрегатів затрачається до 10% вироблюваної на енергоблоці електроенергії. Відзначимо, що в сумарній оцінці витрат на обслуговування насосів величина оплати електроенергії на привод, для окремих галузей промисловості, досягає більш 85%, тому питання підвищення ККД насосного устаткування є актуальними й перспективними.

Враховуючи вищевикладене, у якості об'єкта досліджень нами обраний вал відцентрового насоса, як одного з найбільш важливих деталей (ЦН).

У даній випускній роботі ми докладно аналізували, розглядали можливі несправності, дефекти, способи ремонту й відновлення вала відцентрового насоса.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

господарства, гірничодобувної і металургійної промисловості, благоустрою та озеленення.

Підприємство управляє програмами рекламного та інформаційного просування продукції на ринку і створення іміджу підприємства, намагається вчасно інформувати клієнтів (покупців) про нові види продукції, що випускається.

На підприємстві функціонує система менеджменту якості відповідно до міжнародного стандарту *ISO 9001: 2008*. Уся продукція виготовляється відповідно до вимог стандартів і випробовується в акредитованій дослідній лабораторії та забезпечується гарантійним зобов'язанням, наданням технічного паспорта і сертифіката відповідності.

1.2 Об'єкт дослідження

Умовно всі види відцентрових насосів прийнято розділяти на два основні типи, які різняться між собою за принципом пристрою робочих органів.

Насоси є одним з основних засобів механізації при напірнім транспортуванні рідких середовищ. Різноманіття вимог до насосів у різних галузях техніки і будівництва привело до того, що в цей час існує значна кількість насосів, що різняться між собою принципом дії, конструкцій і т.д. (рис. 1.1).

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок 1.1 - Схема класифікації відцентрового насоса по типу

За принципом дії всі насоси можуть бути розділені на дві основні групи: лопатеві й об'ємні (рис. 1.2).

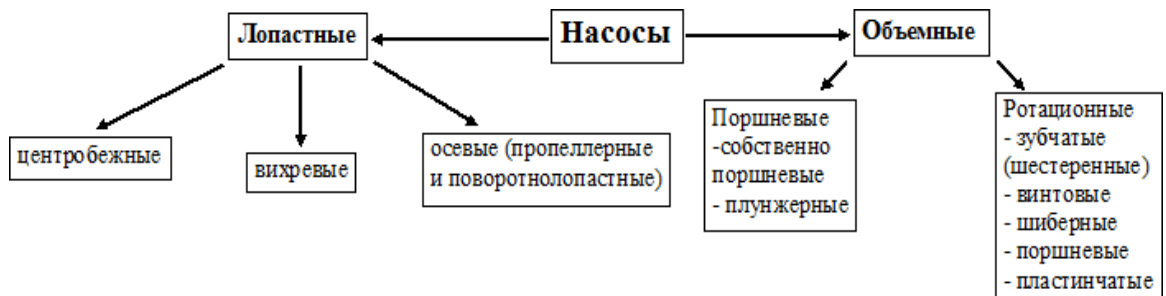


Рисунок 1.2 - Схема класифікації відцентрового насоса за принципом дії

Об'ємні насоси в процесі роботи змінюють енергію тиску.

Лопатеві насоси змінюють суму енергій тиску.

В об'ємних нагнітачах рідини повідомляється енергія тиску безпосередньо робочим органом (вितескачем) шляхом стиску її і витиснення з робочого обсягу. У лопатевих насосах робочий орган (робоче колесо) повідомляє рідину кінетичну енергію, перетворювану потім у спеціальних

пристроях в енергію тиску.

По призначенню насоси діляться на: пристрої для водопостачання; дренажні насоси; циркуляційні насоси. За принципом роботи насоси розділяють на: криничні; скважневі; самоусмоктувальні; ручні.

По способу забору води насоси бувають: зовнішні; заглибні; інжекторні. Розглянемо більш докладно насоси по способу забору води. Зовнішні насоси використовуються для забору води з колодязів, відкритих водойм, систем водопостачання.

При роботі насоса, вода всмоктується в трубу, один кінець якої перебуває у воді. Глибина, з якої він здатний всмоктувати воду, висота, на яку він може підняти стовп води, а також його продуктивність повністю залежать від його потужності. У свою чергу зовнішні насоси теж розділяються на два типи: вихрові та відцентрові. Перші використовуються для видобутку води із дрібних шпарин, а от другі можуть впоратися з відкачування води з більш глибоких шпарин.

Перевага зовнішніх насосів: без проблем накачує воду на висоту від 15 до 20 метрів; насос легкий в обслуговуванні; просто монтується. Недоліки зовнішніх насосів: з його допомогою неможливо відкачати воду із глибини більш ніж 7–8 метрів; дуже галасливо працює електродвигун, є, звичайно, варіант придбати безшумний насос, але ціна його буде в рази вище.

Заглибні насоси, також, як і зовнішні, використовуються для забору води з колодязів і шпарин. По самій назві можна зрозуміти, що такий насос поринає безпосередньо в саму воду, завдяки чому йому не потрібно забезпечувати захист сухого ходу.

Гідності заглибних насосів: з надзвичайною легкістю, такий насос у стані підняти воду з великої глибини, упорається навіть із глибиною в 40–50 метрів; безшумна робота двигуна насоса; не займає багато місця. Одним самим найбільшим недоліком заглибних насосів вважається його висока вартість у порівнянні із зовнішнім.

									Арк.
									11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ				

Інжекторні насоси застосовуються в тому випадку, якщо є необхідність відкачувати воду із глибини більш ніж 10 метрів. Відрізняється інжекторний насос тим, що всмоктуючих труб у нього дві: одна більшого діаметра, а інша меншого. На кінцях обох труб є спеціальна насадка - інжектор. Завдяки цій насадці насос може відкачувати воду з більшої глибини. Переваги інжекторних насосів: доступні, надійні й прості в установці; безпечні; забезпечують підйом води з великої глибини; підходять для застосування в побутових потребах; мають велику продуктивність; витрата електроенергії знижена. Конструкція водяного насоса.

Якщо розглядати водяний насос із погляду машинобудування, то він представляється собою гідравлічну машину, яка призначена для перекачування води в горизонтальнім або вертикальному напрямку.

1.3 Розробка карти технологічного процесу дефектації вала

На карті технологічного процесу дефектації, необхідно проставити найменування та зміст операції по виявленню кожного дефекту, наведені на КД (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 - Карта дефектації вала відцентрового насоса

Розмітка	Можливі дефекти	Методи визначення дефектів	Висновки методи усунення дефектів	Технічні вимоги запропоновані після ремонту	Контрольно-вимірювальні прилади
	Тріщини	Візуальний контроль, ультразвукова діагностика	Недопустимі	Запобігання появи тріщин	Лупа ЛП-1-7 ^x Ультразвуковий дефектоскоп

Продовження табл. 1.1

	Зміна осі вала: - до 1 мм;		Відновлення не термічним способом,		Індикатор ІЧ 10 кл.0 Головка 2 ІЧ
	- більше 1 мм		Відновлений не термомеханічним способом, заміна		
Г Д Ж Ж1 К М Н Р С Х Х1 Ч Ц	Зношування	Візуальний контроль,, мікрометраж	Мийка, покритина основі металом, заміна, фрезерування	На основі технічних умов	Лупа ЛП-1-7 ^x Твердомір ТВП Мікрометр: МР 50, МР 75, МР 100, МК 100-1, МК 125-1, МК 275-1, МРИ 125-0,002 Індикатор ІЧ 10 кл.0 Штангенциркуль ШЦ-П-160-0,05 Зразки класівчистоти
ИПТ	Зношування. сильні удари торця	Візуальний контроль,, мікрометраж	Мийка, покритина основі металом, заміна, фрезерування	На основі технічних умов	Лупа ЛП-1-7 ^x Штангенциркуль ШЦ-П- 160-0,05 Ц-П-630- 0,1 ШЦ-П-1000- 0,1 Індикатор ІЧ 10 кл.0 Зразки класівчистоти
Е Е Л Л	Зношування	Візуальний контроль,, мікрометраж	Чищення, калібрування різьблень, заміна	на основі технічних умов	Лупа ЛП-1-7 ^x Кільця Калібри
У Ф Г Л С Ю	Зношування	Візуальний контроль,, мікрометраж	Фрезерування , заміна		Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1, Калібри (для шпонки) Індикатор ІЧ 10 кл.0 Зразки класівчистоти

Контрольовані параметри, найменування пристосувань, вимірювальних інструментів або способу встановлення дефекту, розряд роботи, тарифної сітки та виду норми (припустимо не вказувати). У графові

										Арк.
										13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ					

«Особливі вказівки» дають попередній висновок про доцільність відновлення або вибракування деталі.

1.4 Закономірності зношування і способи відновлення вала водяного насоса

Загальноприйнята й застосовувана схема технологічного процесу відновлення вала відцентрового насоса (ЦН) в Красилівському підприємстві теплових мереж наведено на рис. 1.3. [4,10].

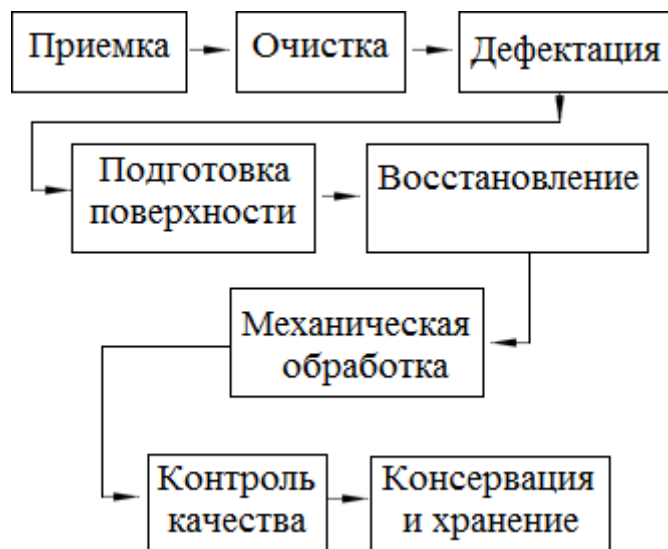


Рисунок 1.3 - Схема технологічного процесу відновлення вала відцентрового насоса в Красилівському підприємстві теплових мереж

Відновлення поверхонь із кавернами глибиною до 2 мм обмежується зачищенням ушкодженого місця наждаковим каменем за допомогою пневматичної або електричної машини.

Більш глибокі ушкодження відновлюють методом електронаплавки. Відновлення валів цим методом пов'язане з більшими труднощами через високу трудомісткість робіт, більших обсягів наплавлення і витрати електродів, неможливості механізації трудомістких операцій, поганих умов роботи в обмеженому просторі.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

З метою зниження трудомісткості та строків ремонтно-відбудовчих робіт останнім часом одержав поширення метод відновлення валів відцентрових насосів за допомогою наформовки полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) на основі епоксидних смол.

При наявності великих наскрізних отворів у ремонтованих деталях їх необхідно заварити. Поверхні повинні бути очищені від усіляких забруднень - іржі, окалини, залишків раніше нанесених покриттів, консерваційного змащення, жирів і ін.

Для очищення поверхні застосовують ручні металеві щітки, піско- і дробоструменеві апарати, кутову пневматичну щітку типу УПЩР-1.

Після очищення на поверхні металу не повинно бути окалини та слідів корозії. Очищені поверхні повинні бути шорсткуватими та мати рівний сірий колір металу.

Допускається наявність іржі в язвинах і раковинах сумарною площею не більш 10% поверхні, що зачищається. Зняту окалину та іржу, не даючи висохнути миючому розчину, змивають струменем чистої води. Сушіння очищеної поверхні роблять за допомогою обдування підігрітим повітрям і обробки електричними або газовими термоінфрачервоними випромінювачами. В Красилівському підприємстві теплових мереж зношену поверхню вала відновлюють дуговим наплавленням під шаром флюсу (рис. 1.4).

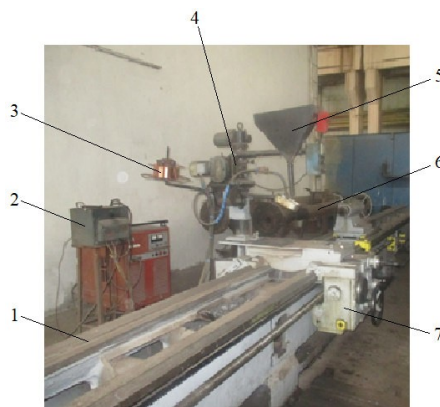


Рисунок 1.4 - Установка автоматичного зварювання під шаром флюсу:

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1-станина; 2-електрощит; 3- механізм подачі дроту; 4-установка наплавлення; 5-бункер для флюсу; 6-вал; 7-супорт верстата

Застосування флюсу забезпечує надійний захист розплавленого металу від окиснення, азотування. Це дозволяє одержати метал шва з високими механічними властивостями. При зварюванні під шаром флюсу розбризкування металу, що має місце при зварюванні відкритою дугою, не відбувається. Витрата електроенергії при зварюванні під флюсом нижче, ніж при ручному дуговому зварюванні. Останнє пов'язане з меншими втратами тепла в навколишнє середовище.

При напівавтоматичному зварюванні подача дроту проводиться механізмом, а переміщення тримача вручну. Флюс при напівавтоматичнім зварюванні подається в зону горіння дуги або з бункера, закріпленого на тримачі, або по шлангові від спеціального флюсового живильника.

Крім того, збирання частини, що не сплавилися, флюсу при автоматичному зварюванні проводиться спеціальним флюсовим механізмом, що відсмоктує.

Процес зварювання під шаром флюсу може вестися на змінному струмі, а також на постійному струмі при прямій і зворотної полярності.

Оскільки при зварюванні під шаром флюсу розбризкування електродного металу не відбувається, її можна вести при більших щільностях струму, чим ручне зварювання.

У зв'язку із цим при зварюванні під шаром флюсу значно підвищуючи швидкість зварювання і відповідно продуктивність праці. Слід також зазначити, що при зварюванні під шаром флюсу якість зварених з'єднань виходить високим.

Обов'язковою умовою для одержання високої якості зварених з'єднань є настроювання устаткування, правильна підготовка крайокпід зварювання, а також правильне складання зварених конструкцій.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Спочатку на поверхні деталі на глибину 0,4 - 0,8 мм розплавляється верхній шар. У цей розплавлений метал додається, що розплавляється присадочний пруток.

Відомі способи відновлення вала методом наплавлення порошкоподібними сплавами (рис. 1.5).

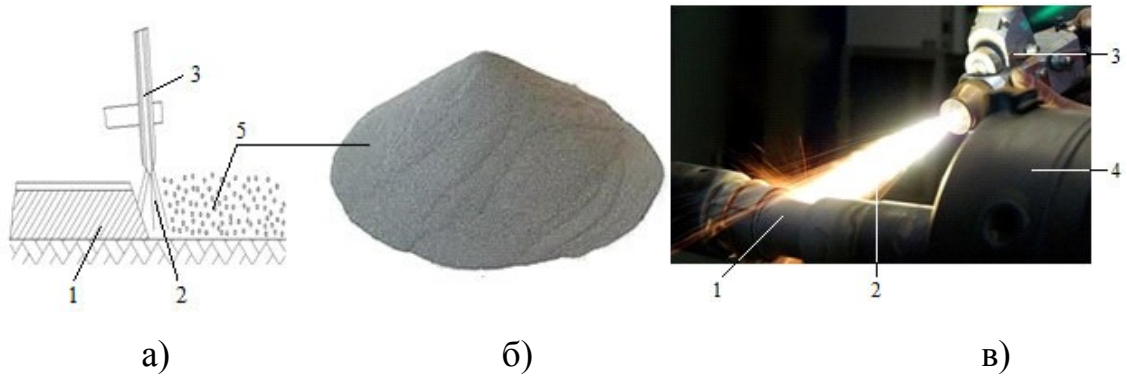


Рисунок 1.5 - Наплавлення порошкоподібними сплавами:
а - схема наплавлення; б - порошок; в - загальний вид наплавлення;
1-деталь; 2-плазмова дуга; 3-плазмотрон; 4-верстат; 5-порошок;

Наплавлення роблять постійним струмом, тому що при змінному струмі виходить сильне розбризування наплавного сплаву і швидке обгорання вугільного електрода. Наплавлений шар при цьому має товщину 2-4 мм. За час наплавлення відбувається сильне вигорання легуючих елементів, зміст яких у напавленні може зменшуватися до половини концентрації їх у порошкоподібному сплаві.

На Красилівському підприємстві теплових мереж дотепер застосовується для відновлення вала так звана електродугове наплавлення із присадкою або у вуглекислому газі (рис. 1.6).

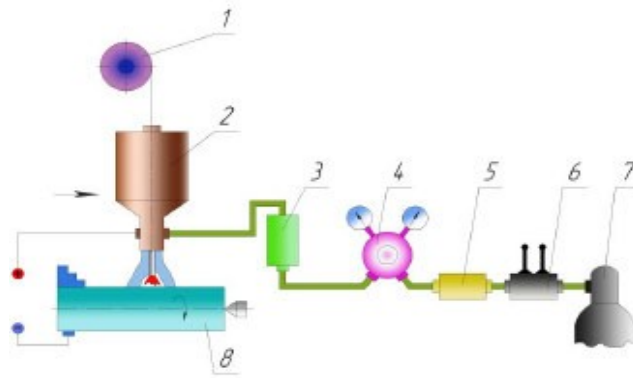


Рисунок 1.6 - Схема установки для дугового наплавлення в середовищі 32:

1 – касета із дротом; 2 – наплавочна головка; 3 – витратомір; 4 – редуктор; 5 – осушувач; 6 – підігрівник; 7 – балон з вуглекислим газом; 8 – деталь.

Електродугове наплавлення електродами у вуглекислому газі подібна звичайному електродуговому зварюванню. У цьому випадку електродний дріт може бути такий же, що й в електродів, тобто типу ОММ-5, МЕЗ-04, ЦМ-7, і т.п., або містити легуючі елементи, наприклад, нікель, хром, марганець, молібден, титан.

В останні роки широке застосування одержує ультразвукова обробка. Ультразвук застосовують для зварювання, мийки деталей і вузлів різної техніки, зварювання різних матеріалів. При ультразвуковому зварюванні обидві деталі втримуються на місці і для створення тертя використовуються високочастотні звукові хвилі (рис. 1.7).

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

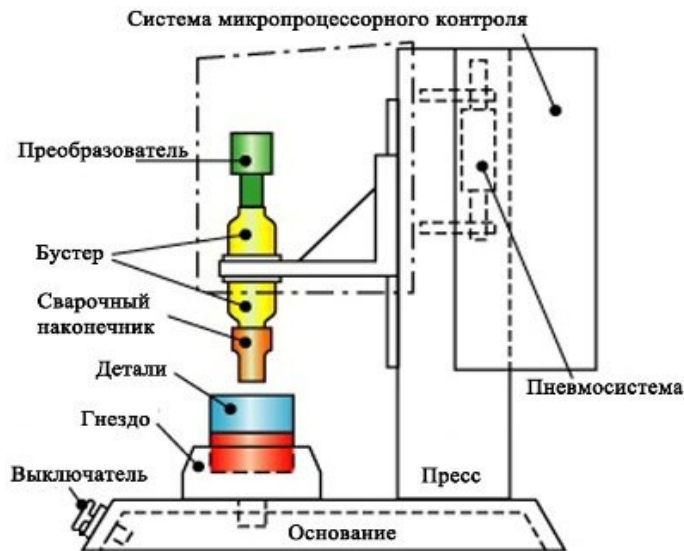


Рисунок 1.7 - Схема установки для ультразвукового зварювання.

Існують різні методи зміцнення відновленої поверхні вала, що відрізняються один від іншого, як по прийманнях виконання, виробника, так і за вартістю і зручності застосування.

Ультразвукове зміцнення ставиться до імпульсивних способів деформування зовнішньої поверхні відновлюваних деталей.

При ультразвуковому зміцненні робоча частина інструмента 6, виконана із твердосплавних матеріалів ВК8, Т15 ВК6 або загартованих сталей ШХ15 з $K = 0,02-0,08$ мкм і радіусом закруглення 8 мм, притискається до оброблюваної деталі 7 за допомогою вантажу 5 із зусиллям 300-400 Н і отримує ультразвукові коливання, створювані ультразвуковим генератором 2, магнітострикційним перетворювачем 3 і конічним концентратором 8 (рис. 1.8).

						МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк. 19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

при відновленні зношених деталей зменшує пористість наплавленого металу й збільшує його міцність. Крім того, знижується жолоблення наплавлених подовжених деталей, наприклад, валів відцентрових насосів.

Ультразвукове зміцнення деталей машин. Сутність ультразвукового зміцнення поверхонь деталей машин полягає в тому, що під сумарним впливом статичної і динамічної сил, переданих поверхні за допомогою інструмента, значно змінюються її властивості. А саме: пластично деформується поверхневий шар деталі, знижується шорсткість поверхні, майже в 2 рази збільшується мікротвердість, а глибина зміцненого шару досягає 0,5 мм.

Статичною силою тут є зусилля притиснення інструмента до поверхні виробу, а динамічна сила створюється коливальною системою, що включає ультразвуковий генератор, хвилевід і зміцнюючий інструмент.

До параметрів режиму сварювання ставляться статична сила, амплітуда коливань інструмента, радіус його округлення, частота коливань, ефективна маса інструмента, поздовжня подача, число робочих ходів, швидкість обробки деталі.

При ультразвуковому зміцненні робоча частина інструмента виконується звичайно із твёрдосплавних матеріалів ВК8, Т15 ВК6 або загартованих сталей ШХ15 з радіусом закруглення 8 мм. Робоча частина інструмента притискається до оброблюваної деталі за допомогою вантажу із зусиллям 300 ... 400 Н і отримує ультразвукові коливання, створювані ультразвуковим генератором, магнітострикційним перетворювачем і конічним концентратором. Частота коливань інструмента 18 ... 24 кГц, амплітуда коливань 10 ... 20 мкм, швидкість обробки поверхні деталі 0,9 ... 1,0 м/с. Поздовжня подача інструмента $S = 0,125$ мм/хв. З метою зменшення зношування інструмента і підвищення продуктивності процесу при зміцненні використовують охолоджувальну-мастильно-охолодну рідину – індустріальне масло.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталей:

а – зміцнення циліндричної деталі на токарному верстаті; б – інструмент для обробки зовнішніх поверхонь; в – для обробки внутрішніх поверхонь

У результаті застосування даного способу мікротвердість поверхні зростає на 30 ... 300 %, а шорсткість знижується у два рази. Таку якість поверхні можна одержувати не тільки на термічно оброблених і сирих сталях, але й на чавунах, кольорових металах і сплавах. Товщина наклепу після ультразвукової обробки може бути до 0,1 мм. Оптимально поєднуючи статичну і динамічну складову сили ультразвукової обробки, можна перевищити границю текучості оброблюваного металу і тим самим проводити корекцію геометрії оброблюваної деталі, тобто здійснювати виправлення.

Відсутність впроваджених у поверхню деталей зерен абразиву збільшує до двох раз термін служби сполучених деталей (пара ковзання, сальників, чепцевого набивання і т.д.). До того ж регулярний мікрорельєф підвищує властивість утримання обробленою поверхнею масел і змащень, що поліпшує корозійну стійкість обробленої поверхні.

Перераховані властивості доводять, що деталі машин і механізмів, піддані ультразвуковій імпульсній зміцнюючочистовій обробці, мають більшу зносостійкість, циклічну, контактну, втомну міцність, чим після шліфування, обкатування кулею й інших фінішних способів обробки поверхні деталей.

Ультразвукове деформаційне зміцнення деталей здійснюють за рахунок енергії удару про оброблювану поверхню сталевих кульок, що розганяють стінками хвилеводу, що коливаються з ультразвуковою частотою. У результаті високої частоти ударів і щодо великої енергії відбувається інтенсивна пластична деформація металу, внаслідок чого

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

змінюються вихідний стан мікрогеометрії і фізичний властивості поверхневого шару. Поверхневий шар зміцнюється, у ньому створюються залишкові напруги стиску.

Використовують також ультразвукове зміцнення робочим тілам, що коли завантажуються, поміщеним у замкнений обсяг разом з оброблюваною деталлю, повідомляють ультразвукові коливання, під дією яких відбувається зміцнення оброблюваної поверхні. Процес нагадує віброударну обробку (рис. 1.10).

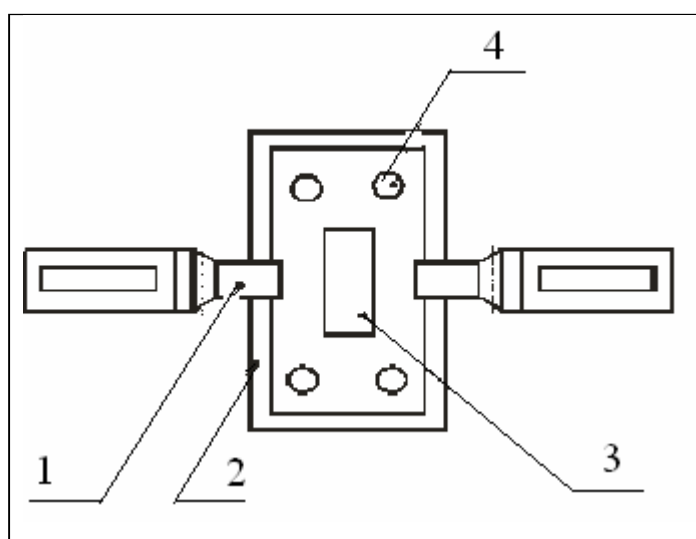


Рисунок 1.10 - Схема ультразвукового зміцнення кульками:

1 – хвилевід; 2 – камера; 3 – оброблювана деталь; 4 – сталеві кульки

Віброударна обробка – це обробка робочими тілами деталей у замкненому обсязі при його вібрації. При цьому виді обробки частота вібрації робочого середовища набагато нижче частоти ультразвукових коливань.

Для вібраційної ударної обробки використовують робочі тіла з різних матеріалів і рідкі робочі середовища. Крім сталевих і полімерних кульок (ДСТУ 3722–81, ОСТ 1.51334–73), сталевому або чавунному дробу (ДСТУ 1 1964– 81 Е) застосовують металеву стрічку із дроту, гранули з алюмінієвих і кольорових сплавів.

						МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
							24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

на зносостійкість наплавлених і зміцнених ультразвуковим інструментом шийок колінчатих валів показали їхнє менше зношування в порівнянні з незміцненими приблизно в 7 раз. Зносостійкість зміцнених шийок у порівнянні зі зразками, не наплавленими (контрольними), виготовленими зі сталі 45 і загартованими СВЧ, підвищилася приблизно в 4, 7 рази

Безабразивна ультразвукова фінішна обробка (БУФО). Проблема створення ефективних методів зміцнення поверхонь деталей, є однієї з найважливіших у машинобудуванні. Більшість деталей працює в умовах інтенсивного зношування, при високих контактних навантаженнях і несприятливих умовах впливу навколишнього середовища. Одним з найбільш ефективних способів зміцнення деталей є поверхневе пластичне деформування (ППД), сутність якого полягає в тому, що деформуючий елемент (індентор) притискається до поверхні оброблюваного виробу. У результаті пластичної деформації поверхневого шару збільшується твердість, утворюються стискаючі напруги, знижується шорсткість, що сприятливо впливає на ресурс деталей.

ППД ультразвуковим інструментом, яке в технічній літературі має кілька назв: безабразивна ультразвукова фінішна обробка (БУФО), ультразвукова фінішна обробка (УФО), ультразвукова імпульсна зміцнюючочистова обробка, внаслідок своїх особливостей (високої частоти, сили ударів) веде до більш істотної зміни мікроструктури поверхневого шару. Крім того, відмінною рисою БУФО від інших відомих методів пластичного деформування є значна швидкість деформації. При такому динамічному впливі на метал змінюються його механічні властивості: збільшується втомна міцність, границі текучості та міцності, опірність зношування на стирання, коефіцієнт відбиття світла; зменшуються відносні подовження та звуження, електропровідність, магнітна проникність, теплопровідність, коефіцієнт загасання поверхневих звукових хвиль; збільшується корозійна стійкість.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Комплекс для ППД складається з ультразвукового генератора, ультразвукового інструмента, сполучного кабелю та експлуатаційної документації. Інструмент являє собою ультразвукову коливальну систему, що полягає з ультразвукового магнітострикційного перетворювача та хвилеводу-концентратора, до торця якого приєднується інденктор. У процесі зміцнюючої обробки інструмент притискається до оброблюваної поверхні (рис. 1.11).

В цілому процес ультразвукової обробки характеризується наступними факторами:

- формою і радіусом r робочої частини інструмента, мм;
- амплітудой коливань інденктора, $2A$;
- величиною сили притискання інструмента до деталі $P_{ст}$, кгс;
- величиною динамічного навантаження P , Н;
- подачею S , мм/оборот;
- числом проходів інструмента i ;
- кутовою або лінійною швидкістю заготовки V , м/хв;
- застосовуваної змащувальної- охолоджуючої рідиною (ЗОР).

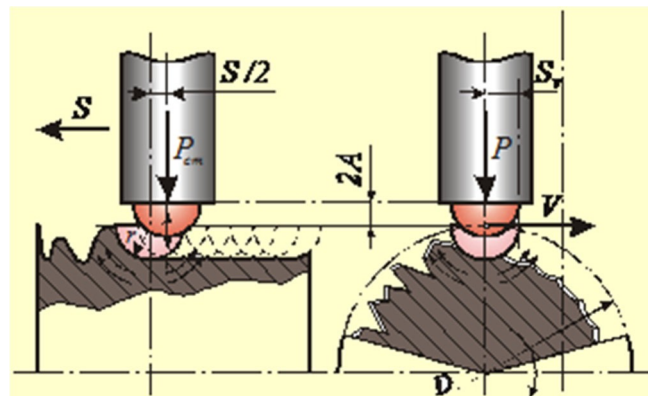


Рисунок 1.11 - Схема поверхнево пластичного деформування при ультразвуковій зміцнюючій обробці

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

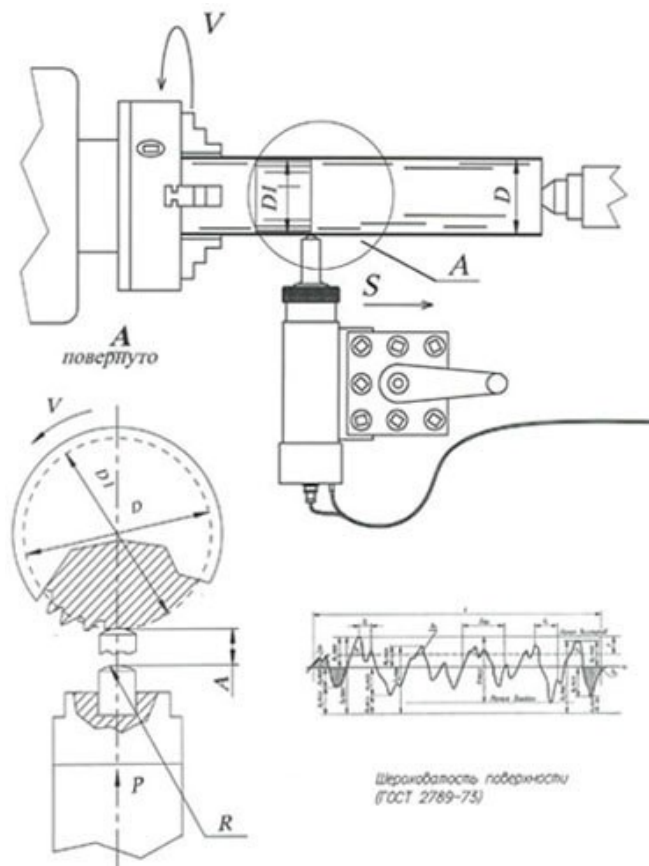


Рисунок 1.12 - Схема БУФО на прикладі використання як устаткування токарного верстата
Зразки деталей з різних матеріалів оброблені БУФО



Рисунок 1.13 - Обробка сталі, бронзи, титанового сплаву

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРТАМ 2120270. 000 ПЗ

Арк.

28



Рисунок 1.14 - Обробка різних алюмінієвих сплавів

Експериментальні дослідження показали, що в процесі обробки між деформуючим елементом і оброблюваною поверхнею виникає періодичний контакт із частотою ультразвукових коливань. У момент контакту миттєві напруження суттєво вище середніх, що викликає значну пластичну деформацію. Також, як і для інших методів поверхневого деформування (вигладжування, обкатування, дорнування й ін.) у результаті обробки зменшується шорсткість поверхні.

1.5 Основні конструктивні елементи та параметри вала водяного насоса

Відцентрові насоси складаються з наступних основних вузлів і деталей: корпус, ротор з робочим колесом, підшипники, кінцеві ущільнення вала, ущільнення робочих коліс, сполучні муфти (рис. 1.15) і (табл. 1.2).

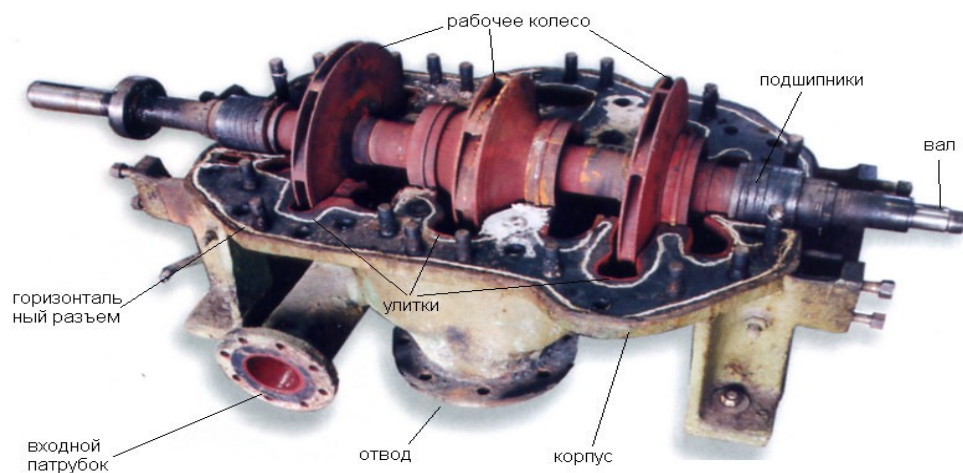


Рисунок 1.15 - Відцентровий однопрогоновий горизонтальний багатоступінчастий насос зі спіральним корпусом

						МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			29

Таблиця 1.2 - Деталі водяного насоса

№	Найменування деталей	Матеріали і твердість металу	Вага деталі кг	Дефекти
1	<p>Корпус відцентрового насоса</p> 	<p>Конструкційна вуглецева сталь 25Л, 30Л; НВ 160</p>	60 кг	<p>-кавітаційне і корозійне зношування окремих місць внутрішньої поверхні; -зношування посадкових місць; -забоїни і ризки на площині рознімання; -місцеві тріщини.</p>
2	<p>Робоче колесо</p> 	<p>Конструкційна вуглецева сталь 25Л; НВ 160 Корозійностійка й зносостійка сталь 12Х18Н10ТЛ; НВ 160 - 179 МПа Нержавіючі сталі: 2Х13; 1Х18Н9Т; НВ 315-340</p>	36 кг	<p>-скривлення осі; -знос шийок різьблення й шпонкових канавок; -поява тріщин; -корозійний, ерозійний або кавітаційне зношування; -тріщини в робочому колесі; -викришування, поломка лопати робочого колеса.</p>
3	<p>Вал</p> 	<p>Сталь 35, 40Х, 30ХМА; Нержавіюча сталь 10Х10Н9Т; НВ 160 -179 МПа</p>	24	<p>-скривлення осі; -зношування шийок різьблення й шпонкових канавок; -поява тріщин; -дефекти поверхонь (кільцеві виробітку, наволакування й</p>



вириви металу), що сполучаються з напрямним підшипником ковзання; -дефекти зміни форми і взаємного розташування поверхонь (відхилення від круглої, циліндричної форм і порушення співвісності, прогин); -дефекти поверхонь, що сполучаються з контактними ущільненнями вала (чепцевим, манжетним); -дефекти в сполученнях фланців валів (зношування торців, що й центрують поверхонь).

4 Ущільнювальні кільця пар тертя



Термооброблені сталі: 20Х13,0,8 Х17Н2 або 35ХНВФЛ; 95Х12; HRC 55
Хромистий чавун: ЖЧХ-0,9; ЖЧХ-1,5 і ЖЧХ-2,5; НВ 220-260
Тверді сплави на основі вольфраму ВК2, ВК3, ВК3М, ВК4В, ВК6М, ВК6, К6В, ВК8, ВК8В, ВК10, ВК15, ВК20,

-зношування кільця; -задири на робочій поверхні кільця.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРТАМ 2120270. 000 ПЗ

Арк.

31

8	Шпилька різбова 	Ст.20, Ст. 3кп, Ст. 45, Ст.45Г, Ст. 30ХГСА; НВ 124-238; НВ 304- 361	0,015	-корозійне зношування; -зношування шийок різьблення
9	Гайка 	Ст.10, Ст.10кп, Ст.20, Ст. 20кп, Ст. 45, Ст. 35Х, Ст. 38ХА; НВ 181-238; НВ 276-342; НВ 238-304	0,01	-корозійне зношування; -знос різьби
10	Гвинт 	Ст.20, Ст. 3кп, Ст. 45, Ст.45Г, Ст. 30ХГСА; НВ 276-342; НВ 304-361	0,012	-корозійне зношування; зношування шийок різьби
11	Болт 	Ст.20, Ст. 3кп, Ст. 45, Ст.45Г, Ст. 30ХГСА; НВ 124-238; НВ 304-361	0,02	-корозійне зношування; -зношування шийок різьби
11	Прокладка 	Термооброблені сталі: 20Х13, Х17Н2 або 35ХНВФЛ; 95Х12; HRC 55	0,03	-корозійнезношування

Вал насоса служить для передачі робочому колесу обертання від двигуна насоса. Колеса закріплюють на валу за допомогою шпонок і/ або настановчих гайок. Вал насоса звичайно виготовляється зі сталі, а у відповідальних випадках з легованої з додаванням хрому, нікелю, ванадію. Для захисту вала від зношування або безпосереднього впливу рідини він іноді облицьовується втулками, а в сильно корозійному середовищу виконується зі спеціальних сортів нержавіючої сталі.

Через високі числа обертів відцентрових насосів їх вали розраховуються на критичне число обертів. Вали бувають тверді, якщо їх

											Арк.
											33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ						

робочі числа обертів лежать нижче критичних, і гнучкі, якщо вони вище критичних.

Для виготовлення валів насосів, що перекачують холодну воду, можна використовувати сталь 40, 45 або 40Х.

Для валів що перекачують гарячу воду, насосів матеріал повинен зберігати свої механічні властивості при температурі рідини, що перекачується, і мати коефіцієнт лінійного розширення, мало відмінний від коефіцієнта лінійного розширення матеріалу інших деталей ротора.

Вали насосів, що перекачують агресивні рідини, можна виготовляти зі звичайних матеріалів. Однак у цьому випадку необхідно передбачити надійний захист вала втулками з корозійностійкого матеріалу.

Вал водяного насоса повинен мати достатню міцність і твердість, при яких гарантується відсутність неприпустимих деформацій, що порушують усталену роботу ротора. Під дією власної ваги й ваги насаджених деталей вал має певний статичний прогин. При обертанні вала навіть при ретельнім балансуванні, завжди має місце залишковий дизбаланс, що викликає додаткове навантаження на вал від дії відцентрової сили. Крім того, при роботі на ротор діють гідромеханічні сили в радіальному і осьовому напрямках. Під дією цих сил вісь вала одержує додатковий динамічний прогин, який залежить від частоти обертання вала насоса.

При деякій частоті обертання динамічний прогин може досягти такого значення, що вал водяного насоса стане динамічно нестійким і почне вібрувати. У цьому випадку звичайно частота сили, що обурює, збігається із частотою власних коливань ротора, і настає явище резонансу. Частота обертання вала насоса, відповідна до виникнення резонансу, називається критичною частотою обертання ($n_{кр}$).

1.6 Основні несправності вала водяного насоса й причини їх виникнення

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні несправності вала відцентрового насоса можуть бути різними, але найпоширенішим явищем, що викликають погану роботу агрегату, є погане обслуговування його підшипникових вузлів (рис. 1.16).



Рисунок 1.16 - Діаграма розподілу ушкоджень по елементах насосів

Тривалість роботи підшипникових вузлів буде залежати від плавності роботи механізму. Якщо робота вала буде нерівномірної, із частими биттями, то це викличе більші навантаження на підшипникові вузли. Тому строк їх служби буде дуже коротким.

Якщо відбудеться сильне нагрівання підшипникових вузлів насоса, то чепцева втулка вийде з ладу, оскільки матеріали, з яких виготовлена вона й вал насоса, мають різні коефіцієнти температурного розширення.

Погане центрування вала насоса приведе до несправності не тільки сальників, але й підшипників. Несправність підшипників може викликати повний вихід з ладу всього насоса. Тому потрібно регулярно стежити за їхнім змащенням. При виявленні будь-якого виду поломки не рекомендується експлуатувати несправний насос. Оскільки будь-яка маленька поломка спричиняє більшу несправність, а це може привести до серйозних наслідків.

Робоча поверхня вала відцентрового насоса одночасно зазнає руйнуючому впливу кавітації та гідроабразивному зношуванню, викликувані

У валу найбільш інтенсивному зношуванню піддаються посадкові місця з-під робочого колеса, а також нерухливих з'єднань. Вільні поверхні вала в основному зазнають корозійному зношуванню, а в ряді випадків мають характер кавітації. Вал насоса перевіряється на наявність наступних дефектів: корозійне зношування окремих місць внутрішньої поверхні; зношування посадкових місць; забоїни і ризики на площині рознімання, вигин.

Корозійне і гідроабразивне зношування усувається за допомогою наплавлення металу електрозварюванням. Після виправлення дефектів вала всі посадкові місця в ньому перевіряють на розточувальному або токарному верстаті і, якщо потрібно, розточують до зазначених у кресленні розмірів. Корозійне зношування посадкових місць вала відновлюють аналогічно.

Обов'язково перевіряють співвісність гнізд під опори вала.

Висновки по першому розділу:

1. Існуюча технологія відновлення вала наплавленням під шаром флюсу на Красилівському підприємстві теплових мереж є й на сьогоднішній день пріоритетної.

2. Огляд і аналіз існуючих технологій показав, що доступним способом відновлення вала на Красилівському підприємстві теплових мереж може бути порошкова наплавка або одна із прогресуючих – ультразвуковий спосіб.

3. Застосування УЗ обробки може бути ефективно в наступних випадках: для деталей термічно та не термічно оброблених сталей, де застосування інших методів не дозволяє одержати значний зміцнюючий ефект; для деталей і інструментів із твердих сплавів; для деталей малої та нерівномірної твердості, так само УЗ обробка характеризується невеликою статичною силою та часом деформування.

						<i>МРТАМ 2120270. 000 ПЗ</i>	Арк.
							37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

РОЗДІЛ II. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА НАУКОВІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ РЕСУРСУ ВАЛА ВОДЯНОГО НАСОСУ

2.1 Підвищення ресурсу валу водяного насоса ультразвуковою обробкою

Найважливішим фактором, що визначає довговічність деталей, є якість поверхневого шару. Якість контактуючих поверхонь деталей дуже впливає на параметри тертя і зношування, довговічність, рівень шуму, ККД машин і механізмів, до складу яких вони входять. В даний час найбільш перспективним методом покращення якості поверхонь деталей є імпульсна ультразвукова обробка, що зміцнює (ІЗУО) (рис. 2.1).

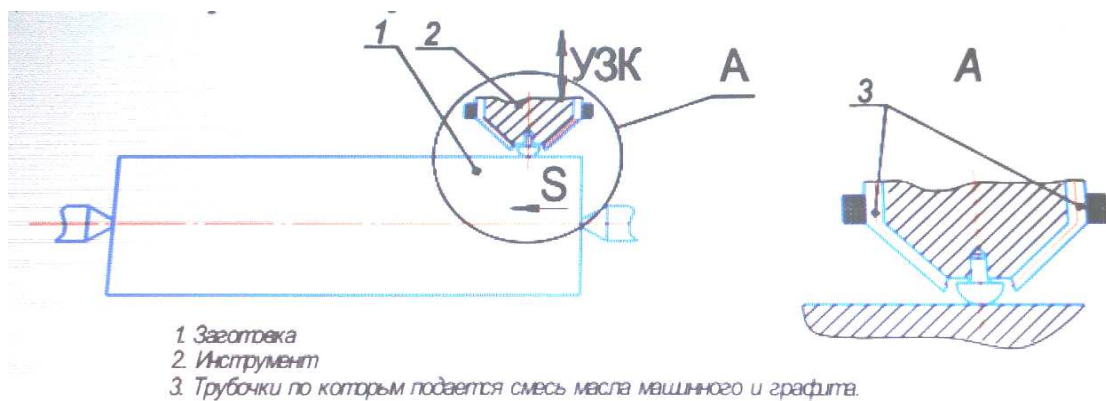


Рисунок 2.1 - Імпульсна зміцнювальна ультразвукова обробка (ІЗУО)

М.С. Нерубай показав, що введення в зону тертя УЗК супроводжується структурно-термічною активізацією контактних поверхонь, підвищенням їхнього енергетичного стану. Внаслідок чого виникає своєрідний ефект граничного тертя де роль середовища грає лише поверхневий шар, що у стані часткового тертя. Для обробки конструкційних сталей стандартне обладнання для ІЗУО доповнили системою змащування поверхні деталі сумішшю, що складається з графіту та машинного масла, що забезпечує насичення поверхні деталі вуглецем і стабільність формованих у процесі

						МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
							38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

обробки нанокристалічних структур із зернами $5\div 10$ нм. Що призведе до цементації поверхневих шарів оброблюваних деталей та суттєвого підвищення твердості та міцності. Причому процес вигладжування проводитиметься одночасно з цементацією, що суттєво підвищить продуктивність обробки поверхневого шару.

Статичне зусилля є визначальним параметром технологічного режиму ІЗУО, з якого можна керувати процесом зміцнення поверхневого шару деталі. Недостатнє статичне зусилля не забезпечує необхідну деформацію поверхневого шару та необхідної температури для виникнення термоперенесення вуглецю. Збільшуючи параметр, можна поліпшувати параметри мікрорельєфу поверхні, що обробляється, але до певної межі. Надмірне збільшення статичного зусилля призводить не тільки до погіршення шорсткості, але й до руйнування поверхневого шару – перенаклепу.

ІЗУО заснований на повідомленні кінетичної енергії робочого тіла за допомогою ультразвукового поля, що виникає в замкнутому об'ємі при збудженні в ньому пружних механічних коливань ультразвукової частоти.

Кінетична енергія інструменту при ударі об оброблювану поверхню деталі прямо пропорційна його масі, квадрату амплітуди та частоти коливань випромінюючої поверхні хвилеводу. Величина амплітуди коливань випромінюючої поверхні хвилеводу залежить від потужності, що подається.

При ударі об оброблювану поверхню інструмент проникає до неї на деяку глибину $\Delta_{сж}$. В результаті поверхня оброблюваної деталі піддається короткочасному впливу стискаючою силою $F_{сж}$. При цьому виконується робота A , енергія якої витрачається на деформацію поверхні та виділення теплової енергії. Основна частина теплової енергії поглинається деталлю, менша частина – інструментом. Внаслідок чого створюється різниця температур ($gradT \neq 0$).

Рушійною силою процесу переносу вуглецю служить градієнт

									Арк.
									39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

відповідної величини. Основні фізичні характеристики явища переносу: векторна (локальна) – густина потоку j і скалярна (інтегральна) – потік J .

$$J = \int_S (j, dS) = \int_S J_n dS, \quad (2.1)$$

де S – площа, якою визначається потік.

Розподіл вуглецю в деталі і в мастилi, що в основному складається з вуглецю, є неоднорiднiсть розподiлу концентрацiї C . Отже, $\text{grad } C \neq 0$, отже, виникає потiк вуглецю, вектор щiльностi якого дорiвнює:

$$j_D = -D \text{grad} C, \quad (2.2)$$

D - коефiцiєнт дифузiї даного компонента в середовищi, що розглядається.

У зовнiшньому джерелi вуглецю (мастилi) концентрацiя однорiдна. Отже в зонi дифузiї встановлюється постiйний дифузiйний потiк речовини. Запишемо вираз (2.2) у виглядi:

$$j_D = -D(e_x \frac{\partial C}{\partial x} + e_y \frac{\partial C}{\partial y} + e_z \frac{\partial C}{\partial z}), \quad (2.3)$$

Так як поширення речовини здiйснюється тiльки в один бiк, перетворюємо вираз (2.3) i отримаємо:

$$j_D^x(x, t) = -D \frac{\partial C(x, t)}{\partial x}, \quad (2.4)$$

Отриманий вираз називається одномiрним записом першого закону Фiка.

Перший закон Фiка вiдображає потiк речовини, спрямований у бiк зменшення градиєнта концентрацiї:

$$J_k = -D \frac{\partial C}{\partial x}, \quad (2.5)$$

причому вiдношення $-D = J / \frac{\partial C}{\partial x}$ називається коефiцiєнтом дифузiї.

x - вiсь, по якiй спрямований потiк дифузного компонента.

За умови, що концентрацiя в обсязi, що розглядається, змiнюється в часi:

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Пiдпис	Дата		

$$\frac{dc}{dt} = \frac{d}{dx} \left(D \frac{dc}{dx} \right), \quad (2.6)$$

Це другий закон Фіка.

Коефіцієнт дифузії – параметр, що характеризує швидкість дифузії.
Для металів коефіцієнт дифузії змінюється за експонентним законом:

$$D(T) = D_0 \exp\left(-\frac{Q}{RT}\right), \quad (2.7)$$

де D_0 – передекспоненційний чи частотний множник; Q – енергія активації; R – постійна газова; T – абсолютна температура.

Q і D_0 пов'язані з фізико-хімічними властивостями металу, а також дифузних частинок. Експоненційний характер зміни коефіцієнта дифузії було встановлено та теоретично обґрунтовано Арреніусом [4.]

Використовуючи (6) для однорідної дифузії, теплопровідності, інтегральний потік за час Δt обчислюється за формулами:

$$\Delta j_D^x = -D \frac{\partial c}{\partial x} \Delta S \Delta t \quad (2.8)$$

$$\Delta j_D^x = -k \frac{\partial c}{\partial x} \Delta S \Delta t$$

де k – коефіцієнт теплопровідності середовища, ΔS – площа поверхні, перпендикулярної потоку, через яку переноситься речовина та енергія.

Про характер змін фізико-механічних властивостей поверхневого шару (ступеня пластичної деформації) у процесі обробки можна судити за коефіцієнтом зміцнення, який дорівнює відношенню твердості поверхневого шару та основного металу:

$$k_{зм} = \frac{H_{max}}{H_0}, \quad (2.9)$$

де H_{max} – мікротвердість поверхневого шару; H_0 – мікротвердість основного металу.

Як з'ясувалося, коефіцієнт зміцнення періодично змінюється протягом всього процесу остаточного доведення.

Потік речовини, що переноситься під впливом активації поверхні пластичним деформуванням:

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$J_{\varepsilon} = D_{\varepsilon} \frac{d\varepsilon}{dx}, \quad (2.10)$$

за умови зміни ступеня пластичного деформування у часі

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{d}{dx} \left(D_{\varepsilon} \frac{d\varepsilon}{dx} \right), \quad (2.11)$$

Молекулярно-кінетична теорія пов'язує явище перенесення з тепловим хаотичним рухом частинок середовища, що виділилася при виконанні роботи при ударі поверхню деталі вигладжувача. Молекули вуглецю, що переходять з одного шару в інший, переносять із собою велику швидкість спрямованого руху, яка підтримується постійною на всій глибині проникнення УЗК у матеріалі заготовки, що зумовлює порівняно глибоке проникнення вуглецю поверхневі шари. Описаний ефект макроскопічно проявляється у своєрідному терті між сусідніми шарами металу, що рухаються з неоднаковими швидкостями, що пояснює фарбування металу при перенаклепі.

Молекули, що переходять з одного шару до іншого, переносять із собою велику енергію теплового руху.

$$(W_k^0) = \frac{m_0 (v^2)}{2} = \frac{2}{\pi} kT, \quad (2.12)$$

де W – середня кінетична енергія речовини; m_0 – маса молекули; v^2 – середня квадратична швидкість; k – постійна Больцмана; T – абсолютна температура.

Елементарним актом дифузії в твердих тілах є перескок дифузного атома з одного положення стійкої рівноваги в сусіднє, тобто на міжатомну відстань d .

Звідси середня швидкість дифузійного переміщення атомів дорівнює:

$$(V_D) = \frac{d}{\tau}, \quad (2.13)$$

де τ – час.

Тому дифузія буде швидше, чим частіше відбуваються перескоки атомів через бар'єр, ти менше час їх осілого життя τ .

										Арк.
										42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ					

призводить до появи звичайної дифузії. Якщо різниця температур у системі підтримується постійної, то встановлюється стаціонарний стан, у якому потоки речовини, викликані градієнтами температури та концентрації, взаємно врівноважуються. Крім цього, від різниці температур з'являється різниця потенціалів, обумовлена різницею теплоємності інструменту та деталі, що призводить до появи електрорушійної сили (ЕРС), яка створює додатковий потік речовини, що дифузує. У момент удару вигладжувача об поверхню деталі, утворюється бародифузія, тобто відбувається вдавлювання вуглецю в поверхню деталей.

2.2 Матеріали для відновлення валу водяного насоса

Для відновлення поверхні валу застосовують дріт різних марок: ОВС, НП-30ХГСА, Св-08, Св-10Х13, Св-12ГС ГОСТ 792-67 та ін. Флюси: АН-348А, ОСЦ-45, АН-15, АН-20 ГОСТ 9087-81. Хімічний склад сталей для виготовлення електродного дроту та порошкових наведено в таблиці 2.1 та 2.2.

Таблиця 2.1 - Хімічний склад сталей виготовлення електродної дроту для наплавлення

Марка сталі	Вміст елементів, %							
	С	Cr	Mn	Si	Ni	Інші елементи	S	P
							Не більше	
Нп-30ХГСА	0,28-0,35	0,8-1,2	0,9-1,2	0,8-1,1	0,4	-	0,03	0,03
Нр-1Н13	0,09-0,15	0,6	0,6	12,0-14,0	0,6	-	0,03	0,035
Нр-2Н13	0,13-0,23	0,6	0,6	12,0-14,0	0,6	-	0,03	0,035
Нр-3Н13	0,25-0,34	0,6	0,5	12,0-14,0	0,6	-	0,03	0,035
Нр-Н15N60	0,15	1,5	1,0	15,6-18,0	55-61	-	0,25	0,03

									Арк.
									44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ				

ПП-Нп12Х13	40-46	2,0; 3,6	Наплавлення під флюсом деталей металургійного, енергетичного обладнання.
ПП-Нп35В9Х3СФ(ПП-3Х2В8)	44-50	3,6	Наплавлення під флюсом сталевих валків для гарячої прокатки.
ПП-Нп45В9Х3СФ(ПП-4Х2В8)	44-50	3,6	Наплавлення під флюсом сталевих валків для гарячої прокатки.
ПП-Нп25Х5ФМС	46-52	3,6	Наплавлення під флюсом валків чистових клітей трубопрокатних станів.
ПП-Нп20Х13	42-48	2,0; 3,6	Наплавлення під флюсом деталей металургійного, енергетичного обладнання
ПП-Нп150Х10Р2ФМ	58-65	1,8; 2,0; 2,2	Наплавлення відкритою дугою малогабаритних деталей, що працюють в умовах інтенсивного зношування абразивного.
ПП-Нп30ХГСА			Наплавлення під флюсом валів, втулок місць під підшипники та ін.
ПП-НГМ14С-60(ПП-Нп150Х10Р2ТФ)	58-65	1,8; 2,0;2,2	Наплавлення відкритою дугою малогабаритних деталей, що працюють в умовах інтенсивного зношування абразивного.
ПП-НГМ15С-55(ПП-Нп80Х10РМТ)	50-55	2,4-3,2	Наплавлення відкритою дугою деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного зношування у поєднанні з помірними ударами

									МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
										47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ПП-АН - 134Г	40 – 48	2,0 2,2 2,4 2,6	Наплавлення відкритою дугою та під флюсом сталевих деталей, що піддаються дії гарячих газів, зносу, корозії та ерозії (головки поршнів ДВЗ, деталі бурового та нафтопромислового обладнання)
ПП-НГМ19С-55(ПП-Нп300Х15РМТ)	56-60	3,0-3,2	Наплавлення відкритою дугою деталей, що працюють в умовах інтенсивного абразивного та гідроабразивного зношування.
ПП-НГМ11Ф-30 (ПП-Нп10Х17Н9Г2С5)	29-39	2,8; 3,0	Наплавлення під флюсом поверхні ущільнювача деталей запірної арматури.
ПП-НГМ12Ф-40(ПП-Нп10Х12ГМН2) Нержавіюча сталь	41-48	1,8;2,0;2,4	Наплавлення під флюсом плунжерів, ущільнювальної поверхні трубопровідної арматури, штоків гідрокріпок.
ПП-НГМ13Ф-45(ПП-Нп10Х13ГМН2БФ)	40-47	2,4-3,0	Наплавлення під флюсом роликів МНЛЗ
ПП-НГМ15Ф-55(ПП-Нп80Х10В3РМТС)	52-57	2,4-3,2	Наплавлення під флюсом деталей, що працюють в умовах тертя метал-метал у поєднанні з термічною втомою та високих контактних тисків.
ПП-НГМ16Ф-45(ПП-Нп30Х3Г2ВМ)	40-46	2,4-3,6	Наплавлення під флюсом деталей, що працюють в умовах тертя метал-метал із підвищеними контактними навантаженнями

ПП-НГМ17Ф-50(ПП-Нп30Х3Г2ВФТ)	42-48	2,4-3,6	Наплавлення під флюсом деталей, що працюють в умовах тертя метал-метал із підвищеними контактними навантаженнями
FMI2	HV 500...800	1,8; 2,0	Відновлення геометричних розмірів осей, втулок, валів, місць під підшипники методом електродугової металізації.
ПП-НГМ21Ф (ПП-АН – 167)	27 – 35	2,2; 3,0	Наплавлення відкритою дугою та під флюсом робочих коліс, втулок, дисків та інших деталей насосів, що зазнають абразивного зношування, корозії та кавітаційної ерозії.
ПП-АН1		2.8	Зварювання з мало вуглецевих та низьколегованих сталей.
ПП-АН8		2.2;2,5;3,0	Те саме
ПП-1ДСК		2,4	Те саме
ПП-АНПМ-1		1,6; 2,0; 2,4	Зварювання та наплавлення вуглецевих та низьколегованих сталей
ПП-АНПМ-2		1,6; 2,0; 2,4	Зварювання та наплавлення вуглецевих та низьколегованих сталей
ПП-АНПМ-3		1,6; 2,0; 2,4	Зварювання та наплавлення вуглецевих та низьколегованих сталей

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРТАМ 2120270. 000 ПЗ

Арк.

49

Як показали експериментальні дослідження, сила притиску має вигляд імпульсів, що періодично повторюються (рис. 2.3).

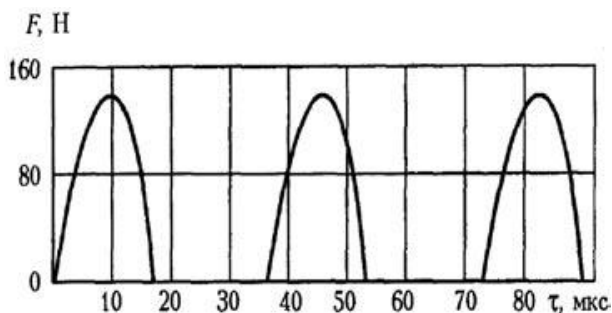


Рисунок 2.3 - Залежність сили притиску від часу

В інтервалі між імпульсами сила дорівнює нулю, а пікове значення сили істотно вище за середнє зусилля постійного притиску.

На Рисунок 2.4 показано утворення профілю шорсткості, що встановилася.

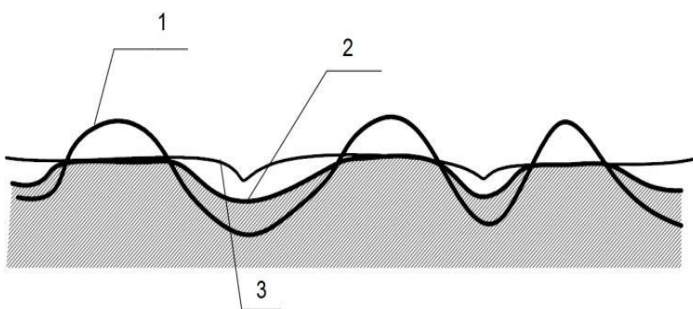


Рисунок 2.4 - Створення профілю шорсткості: 1-вихідна шорсткість; 2-шорсткість на проміжному етапі обробки; 3-усталена шорсткість

На поверхні деталі утворюється новий специфічний мікрорельєф, що характеризується однорідністю властивостей у всіх напрямках. При продовженні процесу обробки він постійно відтворюється, яке параметри не будуть змінюватися в деякий проміжок часу.

Для визначення висоти мікронерівності, отриманих після ультразвукової обробки, використана залежність, що зв'язують величину подачі, радіус наконечника, початкову висоту нерівностей, а також глибину

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

вдавлювання наконечника в оброблювану деталь [18].

$$R_z = R_z0 - h + (R - \sqrt{4R^2 - \frac{s - \zeta m}{2}}), \quad (2.14)$$

де R_z – початкова висота нерівностей; h – глибина вдавлювання наконечника ультразвукового інструменту, S – поздовжня подача інструмента; R – радіус наконечника ультразвукового інструменту; ζm – амплітуда коливальних зсувів.

Щоб відобразити величину перекриття можна ввести відповідний коефіцієнт S . Коефіцієнт перекриття в напрямку подачі:

$$K_{\Pi}^S = 1 - S/2a, \quad (2.15)$$

де S – поздовжня подача ультразвукового інструменту; a – розмір малої півосі еліпса, яка розраховується за такою формулою:

$$a = \sqrt{R^2 - (R - h)^2}, \quad (2.16)$$

На рис. 2.5 наведено розрахункові схеми визначення подачі інструмента.

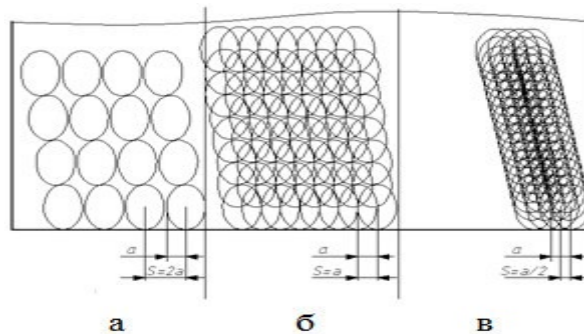


Рисунок 2.5 - Розрахункові схеми визначення поздовжньої подачі інструменту:

а – без перекриття; б – з перекриттям на половину; в - з перекриттям на три чверті

Для варіанта, представленого на рис. 2.5: а) $K_{\Pi}^S = 0$, б) $K_{\Pi}^S = \frac{1}{2}$, в) $K_{\Pi}^S = \frac{3}{4}$

Відстань між двома відбитками визначається виразом:

$$\Delta = \frac{v}{f}, \quad (2.17)$$

де V - швидкість тангенціального переміщення.

З поданих залежностей випливає, що збільшення поздовжньої подачі веде до погіршення шорсткості. Як випливає з проведеного аналізу, ефект поліпшення шорсткості оброблюваної поверхні визначається максимальним значенням діючих при ударі імпульсної напруги, величина яких залежить від амплітуди коливальних зсувів, зусилля притиску, частоти ультразвукових коливань, поздовжньої подачі ультразвукового інструменту, частоти обертання обробок. Поверхневий шар при ультразвуковій поверхневій обробці в цьому випадку формується в результаті багаторазових пружно-пластичних деформацій, що повторюються з частотою ультразвукових коливань [19].

З аналізу побудованих залежностей випливає, що найбільший вплив на якість оброблюваної деталі має амплітуда коливальних зсувів, зусилля притиску, а також поздовжня подача ультразвукового інструменту. Частота ультразвукових коливань (18÷22 кГц) не помітно впливає на процес пластичного деформування. Велика поздовжня подача ультразвукового інструменту разом із малим зусиллям притискання дають не дуже хороші показники шорсткості, але високу продуктивність. Навпаки, з малою поздовжньою подачею досягаються високі показники якості поверхні, що обробляється, але погіршується продуктивність обробки. В ході експериментальних досліджень було встановлено, що для забезпечення високої продуктивності та достатньої якості шорсткості поверхні необхідно забезпечити поздовжню подачу:

$$S = (0,2 \dots 0,4) \frac{\text{мм}}{\text{об}} \text{ і силу притиску } F_{\text{пр}} = (100 \dots 200) \text{Н}$$

Оцінки показують, що з швидкості тангенціального переміщення $v=10$ – 100 м/хв і робочої частоті $f = 22$ кГц відстань між сусідніми відбитками змінюється не більше $0,01 - 0,1$ мм. Це означає практично безперервну обробку поверхні деталі. Поверхнева ультразвукова обробка металів

									Арк.
									53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ				

дозволяє зменшити висоту мікронерівностей і створює в поверхневих шарах сприятливу епюру залишкових стискаючих напруг.

Для експериментальних досліджень процесу ультразвукового пластичного деформування розроблено спеціальний стенд, схематично показаний рис. 2.6.

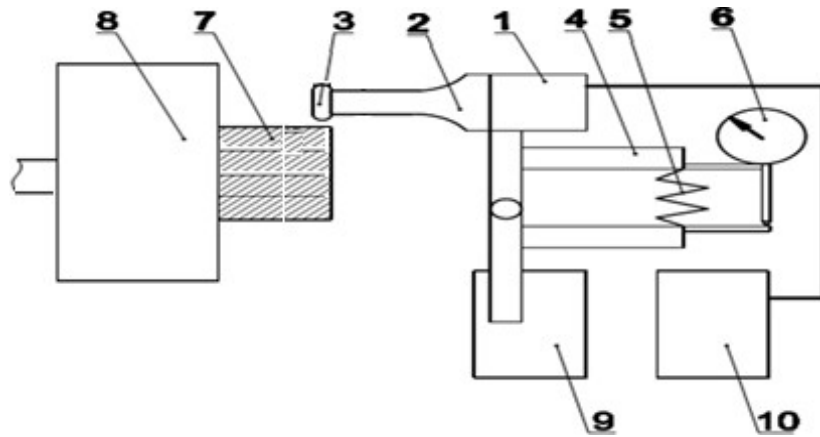


Рисунок 2.6 - Схема стенду для ультразвукової обробки металу:

1- випромінювач; 2-концентратор; 3-наконечник; 4-кронштейн; 5-пружина; 6-індикатор годинного типу; 7-досліджуваний зразок; 8-шпindel ь токарного верстата; 9-різцетримач; 10-ультразвуковий генератор;

Стенд для досліджень був практично реалізований для ультразвукової обробки металу. На рис. 2.7 представлено фотографію основних частин стенду.

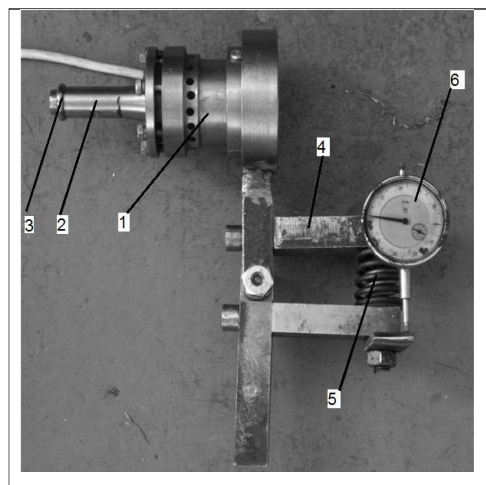


Рисунок 2.7 - Стенд для ультразвукової обробки металу:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1 – випромінювач; 2 - концентратор; 3 – наконечник; 4 – кронштейн;
5 - пружина; 6 - індикатор годинникового типу.

Накінецьник за допомогою оправлення кріпитися до концентратора, на який надходять ультразвукові коливання. Матеріал накінецьника – сталь ШХ15, концентратора – ВТ5. Для створення постійної сили притискання інструменту до деталі використовується пружина.

Вибір деталі обумовлений її доступністю. Матеріал заготовки – алюмінієвий сплав АК12 (Хімічний склад: кремній 10–13 %, алюміній – основа, домішок, %, трохи більше: залізо – 0,20, марганець – 0,03, кальцій – 0,04, титан – 0,03 мідь – 0,02, цинк – 0,04), виготовлена методом лиття під тиском.

У процесі експериментів варіювалися значення основних параметрів: амплітуди коливальних зсувів інструменту M , поздовжньої подачі інструменту S і статичної сили притиску $F_{пр}$.

У ході досліджень визначався вплив режимів ультразвукової обробки металу на шорсткість поверхні.

Вимірювання шорсткості поверхні проводилося на профілактограф-профілометр моделі 250.

Прилад призначений для вимірювання в лабораторних умовах шорсткості та хвилястості поверхонь виробів, переріз яких у площині вимірювання представляє пряму лінію, та для вимірювання шорсткості криволінійних поверхонь типу кульок та роликів.

Прилад має аналоговий вихід ЕОМ. Вид кліматичного виконання УХЛ4.2Х за ГОСТ 15150-69. Умови експлуатації профілактографа – профілактометра за ГОСТ 19300-86.

Принцип дії профілографа-профілометра заснований на обмацуванні нерівностей досліджуваної поверхні алмазним щупом датчика, що відтворює ці нерівності та перетворення, що виникають при цьому коливань щупа, у

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зміни напруги, пропорційні цим коливанням.

Результати вимірювань шорсткості наведено на рис. 2.8, 2.8., 2.9. На рис. 2.8 показано експериментальні залежності шорсткості поверхні від статичної сили притиску ультразвукового інструменту.

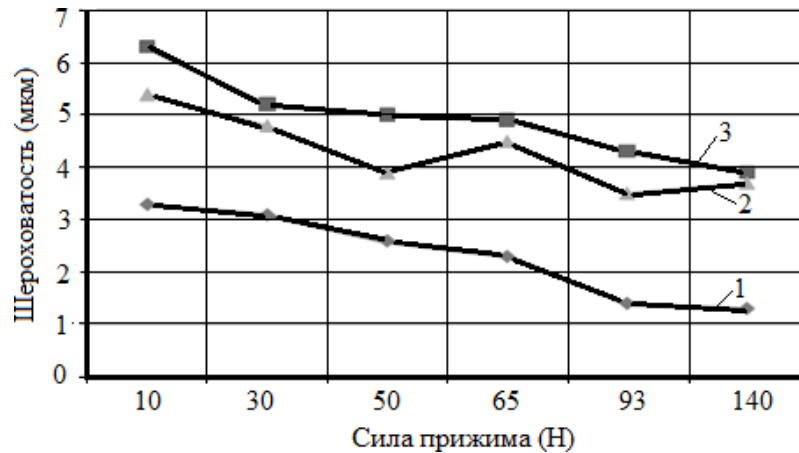


Рисунок 2.8. Експериментальні залежності шорсткості R_z від статичної сили притискування ультразвукового інструменту $F_{пр}$: графік 1 – за $R_{z0}=3.2$ мкм; графік 2 – за $R_{z0}=7.5$ мкм; графік 3 - при $R_{z0} = 6$ мкм;

Експерименти проводилися з параметрами: поздовжня подача $S=0,1$ мм/хв; амплітуда коливальних зсувів $\xi_m = 45$ мкм.

Отримані результати підтверджують, що чим вище сила притиску ультразвукового інструменту до оброблюваної поверхні, тим менша шорсткість поверхні після ультразвукової обробки. Початкова шорсткість поверхні дуже впливає на кінцеву шорсткість.

На рис. 2.9 показано експериментальні залежності шорсткості поверхні від поздовжньої подачі ультразвукового інструменти. Експерименти проводилися параметрами: амплітуда коливальних зсувів $M = 45$ мкм.

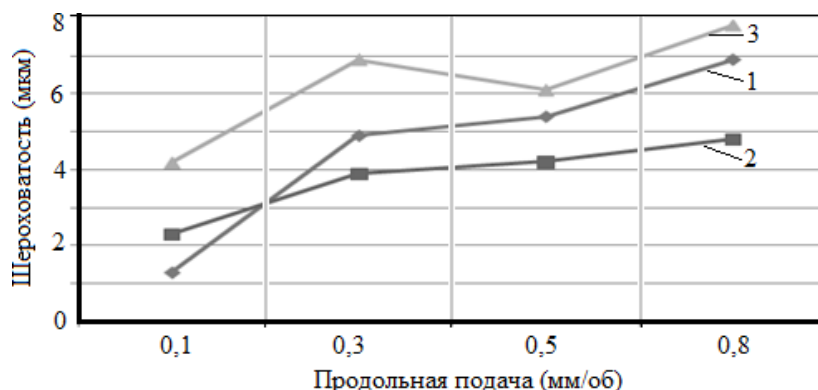


Рисунок 2.9 - Експериментальні залежності шорсткості R_z від позовжньої подачі інструменту S :

1 - при $F_{пр} = 50\text{Н}$, $R_{z0} = 5.5\text{мкм}$; 2 - при $F_{пр} = 93\text{Н}$, $R_{z0} = 6\text{мкм}$; 3 - при $F_{пр} = 140\text{Н}$, $R_{z0} = 8.3\text{мкм}$

Таким чином, позовжня подача ультразвукового інструменту суттєво впливає на кінцеву шорсткість поверхні в діапазоні $S=(0.1\div 0.3)$ мм. Подальше збільшення позовжньої подачі мало впливає кінцеву шорсткість щодо початкової.

На рис. 2.10. показані експериментальні залежності шорсткості після ультразвукової обробки від шорсткості до обробки. Експерименти проводилися з параметрами: позовжня подача $S=0.1$ мм/об; амплітуда коливальних зсувів $\xi_m = 45\text{мкм}$.

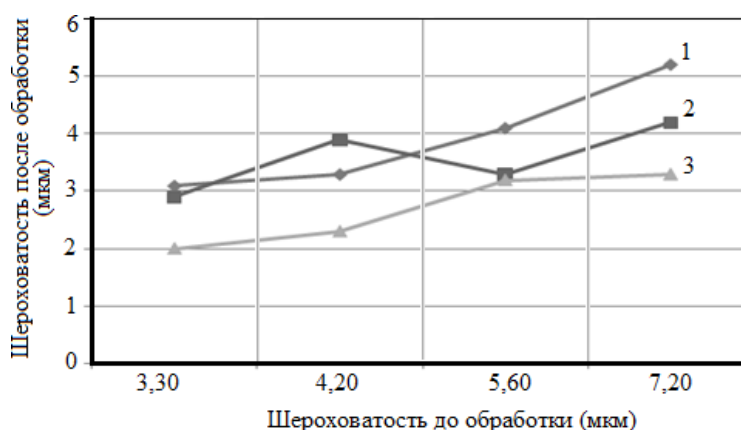


Рисунок 2.10 - Експериментальні залежності шорсткості після ультразвукової обробки R_z від шорсткості до обробки R_{z0} :

графік 1 - при $F_{пр} = 30\text{Н}$; графік 2 - при $F = 50\text{Н}$; графік 3 - при $F_{пр} = 93\text{Н}$

Оцінено лінійну швидкість обробки металу в такий спосіб. Припустимо, що пляма контакту випромінювача має довжину 0,2 мм. Було задано коефіцієнт перекриття точок, що дорівнює 10. Тоді при частоті коливань 22 кГц забезпечується можливість обробки при лінійній швидкості 26 м/хв.

Експериментально було встановлено, що діапазон лінійної швидкості лежить у межах 20 – 25 м/хв. При зниженні лінійної швидкості поліпшення якості поверхні незначне, крім того, знижується продуктивність обробки.

При ультразвуковій фінішній обробці в поверхневому шарі виникають стискаючі залишкові напруги. Визначення величин цих напруг необхідно для того, щоб оцінити ступінь зміцнення поверхневого шару і виявити, який рівень внутрішніх напруг є критичним, тобто при яких напругах відбувається руйнування поверхневого шару оброблюваної деталі.

Зміцнення поверхні за допомогою ультразвуку дозволяє сформувати сприятливий розподіл залишкової напруги та мікрорельєф поверхні. Аналіз отриманих результатів показав, що застосування ультразвукової обробки після попередньої операції шліфування знижує висоту мікронерівностей з 32-62 мкм до 13-37 мкм. Слід врахувати, що величина мікронерівностей змінюється відповідними режимами обробки, а також визначаються початковою шорсткістю. Ультразвукова поверхнева обробка у випадках, коли потрібно виправлення похибки форми, здатна замінити собою процес шліфування.

За умови, що продуктивність поверхневої ультразвукової обробки металів є домінуючим показником, наприклад, при серійному виробництві деталей, на верстаті можна встановити дубль-кадетку та обробляти деталь одночасно з різанням.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4 Поглинання ультразвуку у твердих тілах

При поширенні звукових хвиль у твердих тілах, як і рідинах, відбувається перенесення енергії.

Змінне механічне напруження σ пов'язані з викликаною ним пружною деформацією тобто. за законом Гука:

$$\sigma = \epsilon E = E \frac{\partial \xi}{\partial x}, \quad (2.18)$$

Середнє за період значення щільності потоку енергії, так зване інтенсивністю або силою звуку J , в плоскій хвилі, що біжить, пропорційно квадрату частоти f і амплітуди коливань ξ_m

$$J = 2\pi^2 \rho c f^2 \xi_m^2, \quad (2.19)$$

Щільність енергії в поздовжній плоскій хвилі дорівнює сумі щільностей потенційної $W_{\text{п}}$ кінетичної енергії $W_{\text{к}}$.

де ϵ та v – миттєві значення деформації та коливальної швидкості.

Поширення звукових хвиль у твердих тілах супроводжується втратами енергії на внутрішнє тертя, теплопровідність та пружний гістерезис. Теоретичний розгляд механізму внутрішнього тертя проведено у роботі А. Гранато та К. Люкке. В основу теорії покладено ідею І. Келера про те, що в металі під дією знакозмінної напруги дислокації, закріплені атомами домішки та вузлами дислокаційної сітки, роблять коливання, подібно до натягнутої струни.

У плоскій хвилі, що біжить, амплітуда коливань змінюється за експоненціальним законом:

$$\xi_x = \xi_0 \exp(-\alpha x), \quad (2.20)$$

де α - коефіцієнт втрат звуку середовищ.

Втрати енергії залежать від хімічного складу, фізико-механічних властивостей та структури матеріалу, амплітуди та частоти коливань.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт, що викликається втратами на теплопровідність в ізотропному твердому тілі, для поздовжньої хвилі, що біжить:

$$\alpha_1 = \frac{\omega^2}{2\rho c^2} \left[\frac{4}{3\eta_1} + \eta' + \frac{\lambda_T T \rho^2 c^2 \gamma_T^2}{c_p^2} \left(1 - \frac{4\epsilon T}{3c^2} \right)^2 \right], \quad (2.21)$$

Для поперечної хвилі:

$$\alpha_\tau = \frac{\eta_1 \omega^2}{2\rho c_\tau^2}, \quad (2.22)$$

де η_1 і η' - коефіцієнти зсувної та об'ємної в'язкості;

λ_T – коефіцієнт теплопровідності; T – абсолютна температура;

γ_T – коефіцієнт теплового розширення.

Порівняння виразів (8) і (9) показує, що $\alpha_1 > \alpha_\tau$, тобто хвилі зсуву володіють меншим згасанням, ніж поздовжні хвилі.

Втрати ультразвукової енергії середовищ пов'язані з рухом дислокацій. Активація дислокацій відбувається головним чином результатом поглинання акустичної енергії у місцях дефектів та інших структурних недосконалостей. При цьому за дуже короткий час відбувається локальне нагрівання, зняття напруги, розблокування дислокацій, збільшення їх рухливості. Ультразвукові коливання таким чином можуть значно знижувати опір металів пластичному деформуванню.

Для однорідних середовищ (ізотропно-аморфні тіла, монокристали) поглинання ультразвуку в основному визначається коефіцієнтами в'язкості та теплопровідності; воно пропорційне квадрату частоти коливань. У полікристалічних тілах при високих частотах f , коли довжина хвилі λ мала порівняно з розмірами зерен, коефіцієнт втрат α , як і в ізотропних середовищах, пропорційний квадрату частоти. Особливо велике поглинання звуку в тілах, коли середній розмір зерен має порядок довжини хвилі.

Для більшості твердих тіл та металів згасання поздовжніх та зсувних хвилі визначається формулою $\alpha = Af + Bf^4$. Складова, пропорційна f ,

									Арк.
									60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ				

обумовлюється наявністю пружного гістерези, а член, пропорційний f^4 , визначає релеївське (дифузне) розсіювання енергії.

При малих амплітудах коливань величина коефіцієнта α не залежить від амплітуди, а за великих амплітудах ($\xi_m \geq 10 \text{ мкм}$) процес ускладнюється: з'являється нелінійне поглинання; зі збільшенням ξ_m коефіцієнт поглинання спочатку повільно, а потім різко зростає. Для більшості полікристалів та аморфних тіл у діапазоні частот 2-100 кГц α прямо пропорційний f . У разі збільшення амплітуди напруг коефіцієнт втрач зростає. При великих амплітудах напруги з'являються мікро-пластичні деформації і різко збільшуються втрати.

Дослідженнями щодо впливу ультразвуку частотою 18,4 кГц та амплітудою деформацій $10^{-4} \dots 10^{-7}$ встановлено, що зі збільшенням ступеня деформації монокристалів міді, алюмінію, заліза втрати на внутрішнє тертя знижуються. Це підвищенням щільності нерухомих дислокацій при пластичному деформуванні.

Хороші акустичні властивості мають титанові метали. Найбільшу міцність при циклічному навантаженні в широкому діапазоні інтенсивності напруги мають сплави марок ВТ20 ($\sigma_v = 98 \text{ кгс/мм}^2$), ВТ22 ($\sigma_v = 110 \text{ кгс/мм}^2$) і ВТ14 ($\sigma_v = 90 \text{ кгс/мм}^2$).

Втомна міцність титанових сплавів зростає при ультразвуковому зміцненні: межа витривалості зразків сплаву ВТ9 на базі $2 \cdot 10^7$ циклів зростає з 46 кгс/мм^2 (шліфовані зразки) до $60-68 \text{ кгс/мм}^2$, тобто на 30-50%.

У науці та техніці застосовуються звукові коливання дуже широкого частотного та енергетичного діапазону. На рис. 2.11. наведено класифікацію звукових коливань, де по осі ординат відкладено інтенсивність звуку J , а по осі абсцис - частота коливань (I - область звукових коливань високої інтенсивності).

										Арк.
										61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	

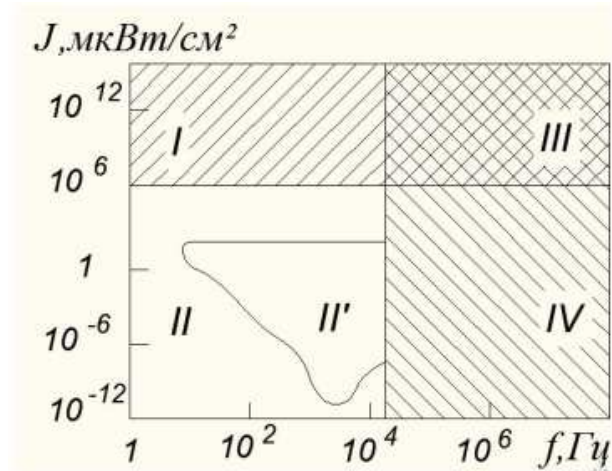


Рисунок 2.11 - Класифікація звукових та ультразвукових коливань

У нижній лівій ділянці II вказаний діапазон чутних людиною звуків: інтенсивності від 10^3 Вт/см² (больове відчуття) до порога чутності 10^{-16} Вт/см². Нижня межа частоти між чутними людиною звуками (область II') та інфразвуками знаходиться в діапазоні 16-20 Гц. Верхнім кордоном між чутними людиною звуками та нечутними ультразвуками у різних країнах прийнято частоту, що знаходиться в межах 15-18 кГц.

Середня горизонтальна лінія умовно ділить діапазон звукових коливань за інтенсивністю: вище за горизонтальну лінію знаходяться коливання високої інтенсивності, нижче — малої інтенсивності. Ультразвуки низької інтенсивності (дуже малої амплітуди) (область IV) використовують у техніці вже понад 50 років. Цей діапазон широко використовується в гідролокації, для вимірювання товщини, сигналізації, дослідження фізико-механічних властивостей матеріалів, дефектоскопії заготовок і деталей, вимірювання швидкості потоків і висоти рівня рідини, в медичній діагностиці та ін. промислове застосування протягом останніх 20 років.

2.5 Емпіричні рівняння ультразвукової технологічної обробки

Ультразвукові коливання є пружними хвилями, що поширюються з

											Арк.
											62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ						

певною швидкістю в будь-якому матеріальному середовищі: газах, рідинах, твердих тілах. Виникнення цих хвиль зумовлено тим, що при зміщенні під дією зовнішньої сили деякої точки пружного середовища виникають пружні сили, які прагнуть повернути цю точку положення рівноваги.

Коливання джерела звуку періодично зближує примикають до нього частинки середовища, які передають це стиснення середовища наступному шару, і хвилі стиснення, чергуючись з хвилями розрідження, проходять весь простір, займане даним середовищем. Швидкість та напрямок поширення звукових хвиль залежать від щільності та пружності середовища, а також його розмірів. Особливостями високоенергетичних ультразвукових коливань є можливість фокусування значної енергії порівняно невелику площу робочої зони. Ультразвукові коливання малої інтенсивності, використовувані з метою дефектоскопії та дослідження речовини, підпорядковуються законам лінійної акустики.

Поширення високоенергетичних коливань (інтенсивністю $> 1 \text{ Вт/см}^2$) у твердих та рідких середовищах супроводжується низкою нових ефектів, які часто призводять до незворотних явищ. Ці ефекти, такі як інтенсивне нагрівання твердих тіл, акустична кавітація та потоки, вивчаються в рамках теорії нелінійної акустики.

Найпростішою механічною коливальною системою з одним ступенем свободи є горизонтально розташована пружно закріплена кулька масою m (рис. 2.12).

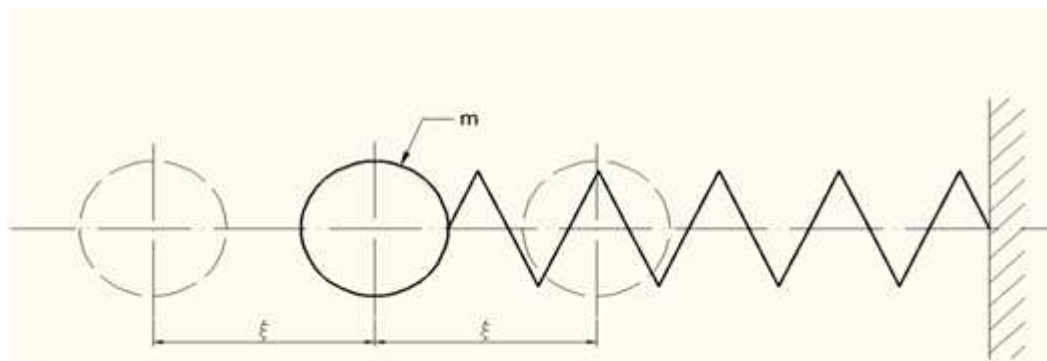


Рисунок 2.12 Схема коливальної системи з одним ступенем свободи

						МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			63

Якщо зрушити кульку, розтягнувши чи стиснувши пружину, він почне здійснювати вільні гармонічні коливання щодо положення рівноваги. Припускаючи у системі відсутність втрат (консервативна - ізольована система), отримаємо незгасаючі коливання.

Диференціальне рівняння таких коливань легко отримати, розглянувши рівновагу сил, що діють у системі: сили інерції P_n і сили пружності P_y :

$$P_n + P_y = 0, \quad (2.23)$$

За другим законом Ньютона:

$$P_n = m \frac{d^2\xi}{dt^2}, \quad (2.24)$$

де ξ - зміщення кульки ($\xi \leq \xi_m$).

Сила пружності згідно із законом Гука:

$$P_y = x\xi, \quad (2.25)$$

де x -коефіцієнт пружності.

Висновки з другого розділу:

1. Ультразвукове вигладжування забезпечує більш високу ступінь зміцнення поверхневого шару, причому більшу глибину, ніж при вигладжуванні без УЗК в подібних технологічних умовах.
2. Додаткова енергія УЗК інтенсифікує процес пластичної деформації, що зумовлює деформаційне зміцнення високоміцних матеріалів
3. Найбільшої ефективності введення в зону обробки додаткової енергії ультразвуку набуває при обробці матеріалів з високим значенням вихідної мікротвердості поверхні.

						МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
							64
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

РОЗДІЛ III. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Продуктивність ультразвукової обробки

Продуктивність УЗ розмірної обробки залежить в першу чергу від амплітуди коливань інструменту, фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, складу та властивостей абразивної суспензії та способу її підведення, сили подачі, площі поперечного перерізу інструменту, глибини обробки. Вона характеризується швидкістю знімання матеріалу заготовки і за постійного поперечному перерізі інструменту однозначно визначається швидкістю подачі.

Продуктивність Q_s можна розрахувати за емпіричною формулою:

$$Q_s = \psi * (A * 2 * P_{ст}) * a * f * v, \text{ мм}^3/\text{хв.} \quad (3.1)$$

де Q_s -коефіцієнт, що залежить від властивостей оброблюваного матеріалу та абразивної суспензії;

A - амплітуда коливань інструменту, мкм; $P_{ст}$ - сила подачі, Н;

f – частота коливань, Гц; a й v – показники ступеня, що залежать від умов обробки ($a=0,5-1$; $v=0,5-1$).

Чим вища твердість абразиву та розмір зерен, тим більше знімання матеріалу та продуктивність (враховує коефіцієнт Q_s). Оптимальна сила подачі підбирається зазвичай експериментально і становить розмірної обробці $P_{ст}=30-200$ Н. Тиск притиску інструменту $P_{пр}=P_{ст}/S$ становить середньому $0,1-1$ МПа. Тут S – площа торця інструменту.

Продуктивність обробки залежить від глибини і площі отвору, що відображається в значеннях показників ступеня a і v .

3.2 Аналіз показників ремонтпридатності валу водяного насоса

Проблема створення конструкцій машин, які мають оптимальний

									Арк.
									65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

рівень ремонтпридатності, тобто. оптимальною пристосованістю до робіт з утримання та відновлення працездатності та ресурсу, охоплює комплекс питань, які вирішуються при проектуванні, виготовленні та експлуатації машин.

Пристосовуваність конструкцій машин до проведення робіт з метою підтримки та відновлення працездатного стану та ресурсу прийнято називати ремонтпридатністю.

Показники безвідмовності та ремонтпридатності машин є складовими частинами та таких комплексних показників їх надійності як ймовірність виконання очікуваного завдання, $P_{оз}(t, \tau)$ коефіцієнта готовності K_r та деяких інших. У загальному випадку ремонтпридатність є однією з властивостей конструкцій машин, що характеризують їх якість.

Одна з основних вимог до машин – це пристосованість їхньої конструкції до робіт, що здійснюються з метою підтримки та відновлення працездатного стану в процесі експлуатації.

Ремонтпридатність - властивість машин (виробів) полягає в пристосовуваності їх конструкції до технічного обслуговування та ремонту, що здійснюється з метою підтримки та відновлення працездатного стану та ресурсу.

Ремонтпридатність тісно пов'язана з іншими властивостями машин і перш за все з такими як безвідмовність і довговічність.

Показники безвідмовності та ремонтпридатності машин є складовими частинами та таких комплексних показників їх надійності як ймовірність виконання очікуваного завдання, $P_{оз}(t, \tau)$ коефіцієнта готовності K_r та деяких інших. У загальному випадку ремонтпридатність являє собою одна з властивостей конструкцій машин, що характеризують їхню якість.

Класифікація показників ремонтпридатності. Показники ремонтпридатності, що встановлюються для конкретних видів машин та умов їх експлуатації, повинні задовольняти низці вимог, у тому числі:

										Арк.
										66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ					

машини, визначають як властивості її конструкції, але їх прояви при виготовленні та експлуатації.

2. Виробничо-технологічні фактори – надають переважний вплив на тривалість та трудомісткість здійснення профілактичних та відновлювальних робіт під час експлуатації машин, на термін їх служби.

3. Експлуатаційні фактори – визначають умови, в яких виявляються конструкції машин, закладені під час її проектування та забезпечені під час виготовлення. Для конкретної конструкції та умов її використання експлуатаційні фактори визначають кількісні значення показників ремонтпридатності. Відмінність умов експлуатації, технічне обслуговування та ремонту машин, тобто. Відмінність у складі та характер діючих експлуатаційних факторів, є причиною відмінності значень показників ремонтпридатності для однієї і тієї ж машини.

Перед здійсненням відновлення деталей відцентрового насоса попередньо визначають їхню ремонтпридатність.

Критерій ремонтпридатності розраховується за такою формулою:

$$K_p = \frac{S_n \cdot \sqrt{n}}{S_b}; \quad (3.2)$$

де K_p - критерій ремонтпридатності деталі;

S_n – вартість нової деталі, грн.;

S_b - собівартість відновленої деталі, грн.;

n – число ремонтних циклів при відновленні.

Приймається в результаті аналізу функціонального призначення деталі та запасом міцності (орієнтовно $n = 2 \div 6$);

Оцінка ремонтпридатності деталі провадиться за критерієм K_p :

- 1) $K_p < 1,5$ - деталь неремонтпридатна;
- 2) $2,0 > K_p > 1,5$ - дуже низька ремонтпридатність;
- 3) $3,0 > K_p > 2,0$ - низька ремонтпридатність;
- 4) $5,0 > K_p > 3,0$ - задовільна ремонтпридатність;

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5) $8,0 > K_p > 5,0$ - хороша ремонтпридатність;

6) $K_p > 8,0$ - висока ремонтпридатність. Вартість нової деталі дорівнює $S_n = 97400$ грн.; Число ремонтних циклів приймаємо рівним $n=4$;

Вартість відновлення валу відцентрового насоса дорівнює $S_v = 33857$ грн.. Тоді можна оцінити ремонтпридатність деталі:

$$K_p = \frac{S_n \cdot \sqrt{n}}{S_v} = \frac{974000 \cdot \sqrt{4}}{338572} = 5,75;$$

Звідси можна зробити висновок, що деталь має гарну ремонтпридатність.

3.3 Оцінка ефективності технології ультразвукового вигладжування деталі

Енергія ультразвуку дозволяє інтенсифікувати процес обробки і досягти значного поліпшення показників якості поверхонь, що обробляються в порівнянні з традиційною обробкою вигладжування.

При розробці комбінованої технології обробки деталей машин ладжуванням, особливо для автоматизованого виробництва на верстатах з ЧПУ, важливо оцінити ефективність введення в зону обробки додаткової енергії ультразвуку в порівнянні з показниками якості оброблюваних поверхонь, що досягаються.

Кількісну оцінку ефективності введення додаткової енергії ультразвуку зручно проводити за допомогою безрозмірних показників, наприклад, коефіцієнтів відносної мікротвердості та шорсткості, що відповідно характеризують приріст мікротвердості та зниження шорсткості щодо їх вихідних значень:

$$K_{Hu} = H_u / H_{u(\text{вих})}; K_{Rv} = R_{v(\text{вих})} / H_{v(\text{вих})} \quad (3.3)$$

де: H_u (вих), R_v (вих), H_u , R_v - відповідно вихідні та отримані після обробки значення мікротвердості та шорсткості поверхні.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для розрахунку коефіцієнтів K_{Ra} скористалися результатами, отриманими різними авторам при дослідженні процесів обробки як звичайного, так і ультразвукового вигладжування.

На рис. 3.1 представлені залежності коефіцієнта $K_{H\mu}$ від зусилля обробки.

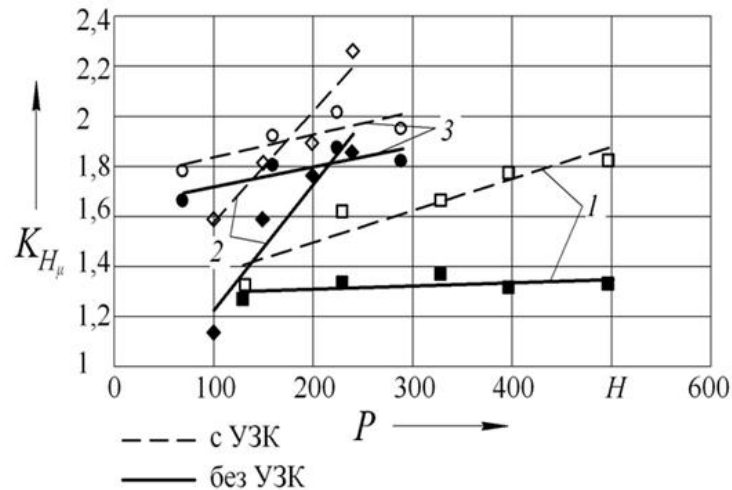


Рисунок 3.1 - Залежність відносної мікротвердості від статичного зусилля при обробки сталі: ХВГ (1); 08Х12Н10Т (2); 45 (3)

З рисунка випливає, що зі збільшенням зусилля, як і слід було очікувати, спостерігається збільшення коефіцієнтів для всіх оброблених матеріалів, тобто спостерігається приріст мікротвердості щодо вихідного значення. Певний інтерес представляє кут нахилу прямих ліній, що характеризує приріст відносної мікротвердості зміною зусилля обробки. Тангенс кута нахилу аналітично можна висловити з урахуванням (3.3) наступною залежністю:

$$tg\lambda = \left(\frac{\Delta H_u}{H_{u(\text{вих})}} \right) \frac{1}{\Delta P}, \quad (3.4)$$

Отриманий вираз зручно уявити у відсотковому співвідношенні, помноживши праву частину на 100 %, тоді розмірність виразу буде % Н, тобто характеризує відсотковий приріст відносної мікротвердості для одиницю прикладеного статичного зусилля.

На рис. 3.2. наведено результати розрахунку за формулою (4) залежно від вихідного значення мікротвердості оброблюваних поверхонь.

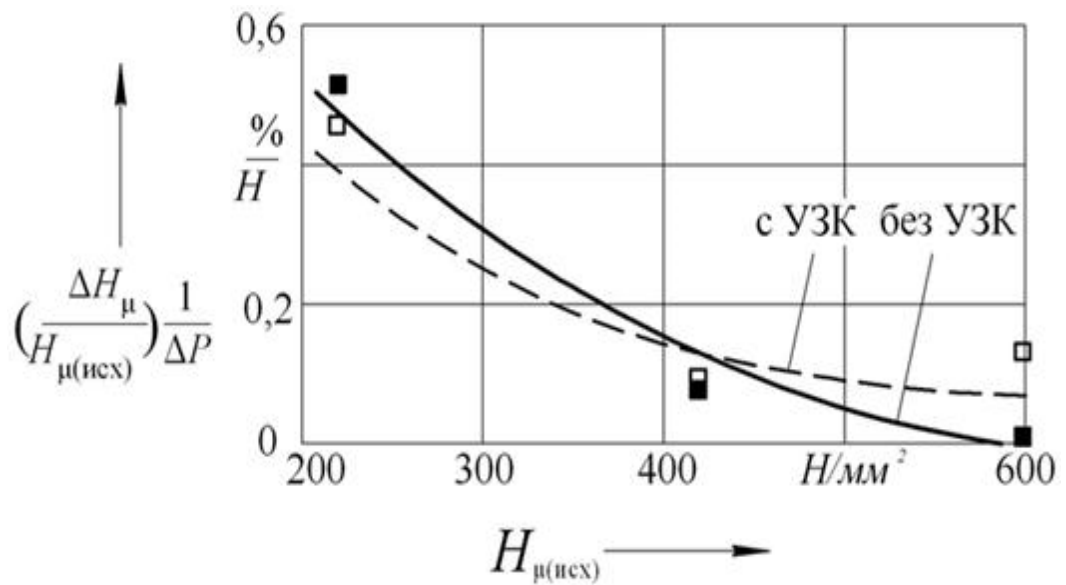


Рисунок 3.2 - Залежність приросту відносної мікротвердості у розрахунку на одиницю прикладеного статичного зусилля від вихідного значення мікротвердості

Як з'ясувалося, значення кута нахилу залежить від вихідного значення мікротвердості, для більш пластичних матеріалів (наприклад, для сталі 8Х12Н10Т) він більший, для матеріалів з високим значенням вихідної мікротвердості спостерігається його зменшення. З рис. 3.2. видно, що для досліджених матеріалів велику ефективність введення в зону обробки додаткової енергії ультразвуку набуває під час обробки матеріалів із високим значенням вихідної мікротвердості поверхні, тобто. для сталі ХВГ.

Зумовлено це особливістю впливу ультразвуку на пластичні властивості матеріалу, зокрема з його дислокаційну структуру. Кореляційний зв'язок мікротвердості поверхні із щільністю ліній ковзання наведено на рис. 3.3.

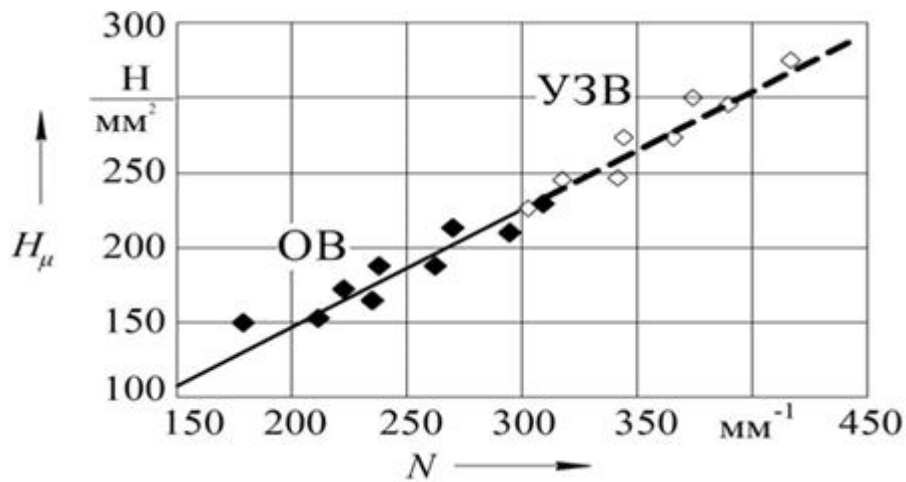


Рисунок 3.3 - Залежність мікротвердості від густини ліній ковзання.

Отримані значення мікротвердості та щільності ліній ковзання як при звичайному вигладжуванні, так і при ультразвуковому на одній прямій. Однак при ультразвуковій обробці мікротвердість і щільність ліній ковзання мають більш високі значення, що говорить про інтенсифікацію пластичної деформації матеріалу, що обробляється.

На рис. 3.4 наведено розраховані значення коефіцієнта відносної шорсткості оброблених поверхонь.

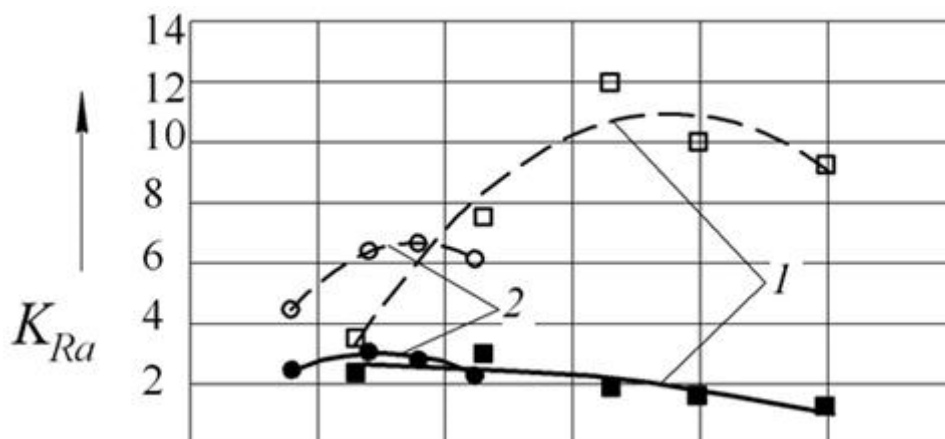


Рисунок 3.4 - Значення відносної шорсткості від прикладеного статичного зусилля при вигладжуванні сталей ХВГ (1) та 45 (2)

Тут спостерігається ефективність введення енергії ультразвуку з точки зору забезпечення шорсткості поверхні. Для ультразвукової обробки

спостерігається збільшує тренд зміни коефіцієнта зусилля, на відміну від традиційної обробки, де зі збільшенням зусилля виникає ймовірність перенаклепу поверхні та погіршення її шорсткості. Збільшений тренд у зміні коефіцієнта $K_{Вих}$ при ультразвуковій обробці, а, отже, і зменшення шорсткості поверхні зі збільшенням зусилля також можна пов'язати з підвищенням пластичних властивостей оброблюваного матеріалу, в результаті чого відбувається більш ефективно згладжування вихідних мікронерівностей.

Висновки з третього розділу:

1. Енергія ультразвуку дозволяє інтенсифікувати процес обробки і досягти значного поліпшення показників якості поверхонь, що обробляються в порівнянні традиційною обробкою вигладжування.

2. Для ультразвукової обробки спостерігається збільшення тренду зміни коефіцієнта зі збільшенням зусилля, на відміну від традиційної обробки, де зі збільшенням зусилля виникає ймовірність перенаклепу поверхні і погіршення її шорсткості.

3. Продуктивність УЗ розмірної обробки залежить в першу чергу від амплітуди коливань інструменту, фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, складу та властивостей абразивної суспензії та способу її підведення, сили подачі, площі поперечного перерізу інструменту, глибини обробки. Вона характеризується швидкістю знімання матеріалу заготовки і за постійного поперечному перерізі інструменту однозначно визначається швидкістю подачі.

4. Ремонтопридатність конструкцій машин, як та і інші їх властивості, є функцією факторів конструктивного, виробничо-технологічного та експлуатаційного характеру.

					<i>МРТАМ 2120270. 000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						73
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РОЗДІЛ IV. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛУ ВОДЯНОГО НАСОСУ

4.1 Проектування технологічного процесу відновлення деталі

Проведення ремонту машин або їх складальних одиниць передбачає періодичну заміну окремих деталей за рахунок нових запасних частин або відновлення деталей, що були в експлуатації.

Практика показує, що з виготовленні нових деталей до машин, витрати матеріал становлять у середньому 70-75 % їх повної собівартості. При відновлення деталей більшістю відомих способів витрати на ремонтні матеріали не перевищують 6-8% собівартості відновлення. Загальні видатки відновлення деталей нерідко становлять трохи більше 30-50 % ціни нової деталі за ресурсу відновленої деталі, близькому до ресурсу нової деталі.

Дослідження вибракованих машин показують, що кількість деталей, придатних для експлуатації без їх ремонту, становить у машинах близько 45%, що підлягають відновленню – до 50 % і лише 5-9 % зношених деталей не підлягають відновленню.

Таким чином, відновлення зношених деталей може забезпечити значний економічний ефект у процесі використання машин.

Зношені поверхні деталей можуть бути відновлені, як правило, декількома способами. Для забезпечення найкращих економічних показників у кожному конкретному випадку залежно від конструктивних особливостей деталі, масштабів виробництва необхідно вибрати з-поміж можливих найбільш раціональний спосіб, який забезпечував би найкращі техніко-економічні показники.

Проектування технологічного процесу відновлення деталі пов'язане з вирішенням таких завдань: визначення коефіцієнтів повторюваності дефектів деталі; вибір оптимального способу відновлення кожної зношеної поверхні

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

деталі; вибір оптимального поєднання способів відновлення деталі та цілому, тобто по всьому поєднанню дефектів; розробка технологічних маршрутів відновлення деталі стосовно спеціалізованого виробництва; визначення економічної доцільності відновлення деталі з тим чи іншим поєднанням дефектів, виходячи із запланованого рівня рентабельності виробництва та коефіцієнта довговічності відновленої деталі.

4.2 Складання картки дефектації деталі

На карті технологічного процесу дефектації валу відцентрового насоса необхідно проставити найменування та зміст операції з виявлення кожного дефекту, наведені на КД (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 Карта дефектації валу відцентрового насоса

Розмітка	Можливі дефекти	Методи визначення дефектів	Висновок та методи усунення дефектів	Технічні вимоги, що пред'являються після ремонту	Контрольно-вимірювальні прилади
	Тріщини	Візуальний контроль, ультразвукова діагностика	непридатні	Запобігання появи тріщин	Лупа ЛП-1-7ч Ультразвуковий дефектоскоп

	Зміна осі валу: - до 1 мм; - більше 1 мм		Відновлено термічним способом, Відновлення термомеханічним способом, заміна		Індикатор ІЧ 10 кл.0 Головка 2ІД
Г Д Ж Ж1	Зношування	Візуальний контроль, мікрометраж	Мийка, покрити металом,	на основі технічних умов	Лупа Л.П-1-7х Твердомір ТВП Мікрометр:
До М Н Р З Х Х1 Ч Ц			заміна, фрезерування		MR 50, MR 75, MR 100, МК 100-1, МК 125-1, МК 275-1, МРТ 125-0,002 Індикатор ІК 10 кл.0 Штангенциркуль ШЦ-П-160-0,05 Зразки класів чистоти
І П Т	Зношування сильні удари торця	Візуальний контроль,	Мийка, покрити	в основному технічних	Лупа LP-1-7 ^x Штангенциркуль ШЦ-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРТАМ 2120270. 000 ПЗ

Арк.

76

		мікрометраж	металом, заміна, фрезерування	умов	ІІ- 160-0,05 SC-III-630- 0,1 SC-III-1000- 0,1 Індикатор ІЧ 10 кл. Зразки класів чистоти
Е Е Л Л	Зношування	Візуальний контроль, мікрометраж	Чистка, калібрування різьблення, заміна	на основі технічних умов	Лупа ЛП-1-7ч Кільця Калібри
У Ф Г Л З Ю	Зношування	Візуальний контроль, мікрометраж	Фрезерування , заміна		Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 Калібри(для шпонки) Індикатор ІЧ 10 кл.0 Зразки класів чистоти

Контрольовані параметри, найменування пристроїв, вимірювальних інструментів або способу встановлення дефекту, розряд роботи, тарифної сітки та виду норми (можливо, не вказувати). В графі "Особливі вказівки" дають попередній висновок про доцільність відновлення або вибракування деталі.

4.3 Вибір оптимального способу відновлення деталі

Для усунення кожного дефекту має бути обраний раціональний спосіб технологічно обґрунтований та екологічно доцільний. Раціональний спосіб відновлення деталі визначають, користуючись відповідними критеріями: технічний, технологічний та техніко-економічний.

Технічний критерій - визначає принципову можливість застосування

											Арк.
											77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ						

способу відновлення, виходячи з конструктивно-технічних особливостей деталей або певних груп деталей.

До конструктивно-технічних особливостей відносяться: форма і розмір, марка матеріалу, вид поверхневої обробки, твердість, шорсткість поверхні, точність виготовлення та значення зносу.

Для відновлення валу вибираємо три методи наплавлення:

- наплавлення під шаром флюсу;
- порошкова наплавка;
- плазмова наплавка.

Технологічний критерій. Цей критерій оцінює кожне усунення дефекту деталі з погляду відновлення властивостей поверхонь, тобто забезпечення працездатності. Для кожного обраного способу дають комплексну якісну оцінку значення коефіцієнта довговічності, яке визначають за формулою:

$$K_{\Sigma} = K_i * K_v * K_c * K_p, \quad (4.1)$$

де K_i , K_v , K_c - відповідає коефіцієнту зносостійкості, витривалості, спецпокриттів;

K_p - поправочний коефіцієнт, що враховує фактичну працездатність відновлення деталей в умовах експлуатації ($K_p = 0,8...0,9$).

$$K_i = 0,91 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,63;$$

$$K_v = 1,0 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,5;$$

$$K_c = 0,9 \cdot 0,71 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,52.$$

За фізичним змістом коефіцієнт довговічності пропорційний терміну служби деталей у житті і, отже, раціональної, але тому критерієм буде спосіб, у якого $K \rightarrow \max$.

Техніко-економічні критерії. Цей критерій пов'язує собівартість відновлення деталей та її довговічності після усунення дефектів. Умова техніко-економічної ефективності способу відновлення деталі розроблена В. І. Казарцевим.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_B \leq K_{\Sigma} * C_P \text{ чи } \frac{C_B}{K_{\Sigma}} \leq C_H,$$

де C_B – вартість відновлення деталі ;

C_H – вартість нової деталі грн..

Якщо невідома вартість нової деталі, то критерій оцінюється за формулою професора В.М. Шадричева:

$$K_T = \frac{C_B}{K_{\theta}}, \quad (4.2)$$

Ефективним буде той спосіб, який $K_T \rightarrow \min$

$$K_T = \frac{C_B}{K_{\theta}} = \frac{61,5}{0,63} = 97,6, \text{ сум/м}^3 ;$$

$$K_T = \frac{C_B}{K_{\theta}} = \frac{83,8}{0,5} = 167, \text{ сум/м}^3 ;$$

$$K_T = \frac{C_B}{K_{\theta}} = \frac{72,5}{0,54} = 134,2, \text{ сум/м}^3 .$$

Звідси випливає, що відновлення деталі найбільш раціональним є перший метод, тобто наплавлення під шаром флюсу.

4.4 Розрахунок режимів обробки деталі

Швидкість наплавлення:

$$V = \frac{\alpha_n * u}{H * \delta * j} = \frac{12 * 150}{0,6 * 3 * 7,85} = 128,5, \text{ м/хв} ,$$

де α_n коефіцієнт наплавлення ($\alpha_n = 11 \dots 14$);

δ - товщина наплавленого шару, мм;

j -площина електродного дроту ($j=7,85\text{г/см}$).

Крок наплавлення:

$$S = (2 \dots 2,5) * d_{\text{др}} = 2 * 1,5 = 3 \text{ мм},$$

де $d_{\text{др}}$ - діаметр електродного дроту, мм.

Визначимо подачу деталі:

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h = \frac{1000 * v_M}{60 * \pi * c} = \frac{1000 * 128.5}{0.6 * 5.14 * 7.5} = 9.09 \text{ мм}$$

Визначимо товщину покриття:

$$L = \frac{D * d}{2} + z,$$

де D – номінальна товщина, мм;

d – зношений розмір деталі після підготовки до напилення мм;

z – припуск на механічну обробку після напилення, мм.

$$L = \frac{75 * 74}{2} + 0.10 = 0.6 \text{ мм}$$

Швидкість подачі дроту:

$$V_{\text{пр}} = \frac{4 * K_H * J}{\pi * d_{\text{пр}}^2} = \frac{4.8 * 150}{3.14 * 2.25 * 7.85} = 129 \text{ мм/мин}$$

Виліт електрода:

$$j = (10 \dots 12); \quad d_{\text{пр}} = 10 \cdot 1.5 = 15 \text{ мм}$$

Зміщення електрода:

$$L = 10,05 \dots 0,07) \quad d = 0.06 \cdot 75 = 4.5 \text{ мм.}$$

Усі витрати робочого часу поділяються на два види:

нормовані (продуктивні);

ненормовані (непродуктивні).

Нормовані витрати робочого часу складатися з наступних елементів часу:

$$T_H = T_o + T_B + T_d + \frac{T_{пз}}{П}, \text{ хв}$$

де T_o - основний час, хв;

T_B - допоміжний час, хв;

T_d - додатковий час, хв;

$T_{пз}$ - підготовчо-заклучний час, хв;

П - кількість деталей, що ремонтується.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ V. ОРГАНІЗАЦІЯ ДІЛЯНКИ ВІДНОВЛЕННЯ ВАЛА ВОДЯНОГО НАСОСУ

5.1 Проектування технологічних процесів відновлення зношених деталей

Проведення ремонту машин або їх складальних одиниць передбачає періодичну заміну окремих деталей за рахунок нових запасних частин або відновлення деталей, що були в експлуатації.

Практика показує, що при виготовленні нових деталей до тракторів, автомобілів, сільськогосподарських машин витрати на матеріал становлять у середньому 70...75 % їхньої повної собівартості. При відновленні деталей більшістю відомих способів витрати на ремонтні матеріали не перевищують 6...8% собівартості відновлення. Загальні видатки відновлення деталей нерідко становлять трохи більше 30...50 % ціни нової деталі при ресурсі відновленої деталі, близькому до ресурсу нової деталі.

Дослідження вибрактованих машин показують, що кількість деталей, придатних для експлуатації без їх ремонту, становить у цих машинах близько 45%, що підлягають відновленню — до 50% і лише 5...9% зношених деталей не підлягають відновленню.

Таким чином, відновлення зношених деталей може забезпечити значний економічний ефект у процесі використання машин.

Зношені поверхні деталей можуть бути відновлені, як правило, декількома способами. Для забезпечення найкращих економічних показників у кожному конкретному випадку залежно від конструктивних особливостей деталі, масштабів виробництва необхідно вибрати з-поміж можливих найбільш раціональний спосіб, який забезпечував би найкращі техніко-економічні показники.

Проектування технологічного процесу відновлення деталі пов'язане з вирішенням наступних завдань: визначення коефіцієнтів повторюваності

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дефектів деталі; вибір оптимального способу відновлення кожної зношеної поверхні деталі; вибір оптимального поєднання способів відновлення деталі та цілому, тобто по всьому поєднанню дефектів; розробка технологічних маршрутів відновлення деталі стосовно спеціалізованого виробництва; визначення економічної доцільності відновлення деталі з тим чи іншим поєднанням дефектів, виходячи із запланованого рівня рентабельності виробництва та коефіцієнта довговічності відновленої деталі.

5.2 Розрахунок річної програми відновлення деталей

Вал відцентрового насоса відноситься до складової частини насоса, яка ремонтується не лише за капітального, а й за поточного ремонту. Тому ремонтний фонд ділянки становлять як зданий капітальний ремонт, а й привезені з підприємств.

Аналіз проведених досліджень показала, що річна потреба господарств – споживачів становить щонайменше 200 ремонтів валів відцентрового насоса на рік. Багато відцентрових насосів здаються з дефектами, які не відновлюються, а замінюють на нові.

Виходячи з вище викладеного, нами прийнято наступний річний обсяг робіт ділянки - кількість відцентрових насосів, що підлягають ремонту валу, прийняли 200 шт.

Річний обсяг відновлення відцентрових насосів визначали за такою формулою:

$$N_{\text{к.кп}} = \frac{N_{\text{кр}} \cdot N_{\text{в}}}{1000}, \quad (5.1)$$

де $N_{\text{кр}}$ – число капітальних ремонтів виробів;

$N_{\text{в}}$ – нормативний обсяг відновлення деталей.

$$N_{\text{к.кп}} = \frac{200 \cdot 530}{1000} = 106 \text{ шт}$$

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Трудомісткість ремонту та відновлення валу насоса визначають за такою формулою:

$$T_k = N_k * T_k, \quad (5.2)$$

де: N - річний обсяг ремонту чи відновлення, шт

T - трудомісткість ремонту чи відновлення, чол-г.

Річна трудомісткість капітального ремонту 200 валів відцентрових насосів:

$$T_k = 200 * 17.2 = 3440 \text{ чол-г}$$

(17,2 чол-г – трудомісткість ремонту одного відцентрового насоса) Для валів відцентрових насосів основними дефектами є:

- Знос поверхні (корозійний);
- знос посадкових місць під підшипники (гідроабразивний);
- Знос посадкових місць робочого колеса.

Трудомісткість усунення дефекту визначали за такою формулою:

$$T_d = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n}, \quad (5.3)$$

де: T_{шт}-штучно-калькуляційний час, хв;

T_{п.з} – підготовчо-заклучний час на партію, хв;

n – кількість виробів щодо однієї партії, прим.

Трудомісткість усунення дефекту №1.

Штучно-калькуляційний час на усунення дефекту №1 визначили за такою формулою:

$$T_{шт.1} = T_{осн.1} + T_{всп}, \quad (5.4)$$

де T_{осн.} - основний технологічний час, год;

T_{всп} – допоміжний час на операцію, год. (T_{всп} = 0,56 хв.)

$$T_{шт1} = T_{під} + T_{хв} + T_{напл}, \quad (5.5)$$

де T_{під} – час на підготовку поверхні (T_{під} = 12 хв);

T_{приг} - час механічної обробки (T_{хв} = 14 хв);

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$T_{\text{нанес.}}$ - час наплавлення поверхні ($T_{\text{нанес.}} = 0,7 \text{ хв}$) [9].

Звідси:

$$T_{\text{осн1}} = 12 + 14 + 0,7 = 26,6 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт}} = 26,6 + 0,56 = 27,26 \text{ хв}$$

$$T_{\text{пз}} = 6 \text{ хв [3]}$$

$n = 1$ – кількість одночасно відновлюваних деталей

$$T_{\text{д1}} = 27,26 + 6/1 = 33,3 \text{ хв} = 0,7 \text{ год.}$$

Трудомісткість усунення дефекту №2 визначили за формулою 5.3.

Основний технологічний час визначили за формулою:

$$T_{\text{осн2}} = T_{\text{під}} + T_{\text{хв}} + T_{\text{напл}} + T_{\text{обр}}, \quad (5.6)$$

де $T_{\text{напл.}}$ - час наплавлення ($T_{\text{нанес.}} = 0,23 \text{ год}$);

$T_{\text{обр.}}$ - час обробки поверхні наплавлення, год.

$$T_{\text{осн2}} = 0,20 + 0,1 + 0,23 + 4 = 4,53 \text{ год.}$$

$$T_{\text{всп}} = 0,56 = 0,01 \text{ год.}$$

$$T_{\text{шт2}} = 4,53 + 0,01 = 4,54 \text{ год.}$$

$$T_{\text{п.з}} = 0,1 \text{ год};$$

$n = 1$ – кількість деталей, що одночасно обробляються.

$$T_{\text{д2}} = 4,54 + 0,1/1 = 4,64 \text{ год.}$$

Трудомісткість усунення дефекту № 3, $T_{\text{д3}} = 1,9 \text{ хв}$.

Сумарна трудомісткість відновлення корпусу відцентрового насоса визначається за формулою:

$$T_{\text{к}} = T_{\text{д1}} + T_{\text{д2}} + T_{\text{д3}}, \quad (5.7)$$

$$T_{\text{к}} = 0,7 + 4,64 + 0,032 = 5,372 = 5,4 \text{ год.}$$

Річна трудомісткість робіт ділянки по відновленню відцентрових насосів визначили за формулою 5.2:

$$T_{\text{к}} = 106 \cdot 5,4 = 572,4 \text{ чол.-г}$$

Річна трудомісткість робіт ділянки з ремонту та відновлення відцентрових насосів:

$$T_{\text{уч}} = T_{\text{к1}} + T_{\text{к2}} = 3440 + 572,4 = 4012,4 \text{ чол.-г.}$$

									Арк.
									84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МРТАМ 2120270. 000 ПЗ

5.3 Визначення чисельності робітників та кількості технологічного обладнання ділянки

Облікову та явкову кількість визначили за формулами [5.8; 5.9]:

$$N_{\text{сп}} = T_{\text{уч}} / \Phi_{\text{др}}, \quad (5.8)$$

$$N_{\text{яв}} = T_{\text{уч}} / \Phi_{\text{нр}}, \quad (5.9)$$

де $\Phi_{\text{др}}$ та $\Phi_{\text{нр}}$ – дійсний та номінальний річні фонди часу робочих дільниць, час.

Звідси:

$$N_{\text{сп}} = 4012,4 / 1860 = 2,16 = 2 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{яв}} = 4012,4 / 2070 = 1,94 = 2 \text{ чол.}$$

Кількість випробувальних стендів ІС-3 (рис. 5.1) для перевірки відцентрових насосів визначили за формулою (5.5):



Рисунок 5.1 - Випробувальний стенд ІС-3

$$N_c = W_k * t_k / \Phi_{\text{до}} * K_c, \quad (5.10)$$

де W_k – кількість відцентрових насосів, що перевіряються за рік, шт;

t_k – тривалість перевірки відцентрових насосів, год;

$\Phi_{\text{до}}$ - дійсний річний фонд часу обладнання протягом року ($\Phi_{\text{до}} = 1860$ годину);

K_c - коефіцієнт, що враховує використання стенду за часом обладнання ($K_c = 0,75 \dots 0,80$).

						МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			85

Звідси:

$$N_c = 200 \cdot 0,35 / 1860 \cdot 0,8 = 1 \text{ шт}$$

Кількість випробувальних стендів ІС-3 прийняли рівним 1шт.

Кількість установок для очищення відцентрових насосів ОМ-3600 визначили за формулою:

$$N_{\text{ом}} = W / \Phi_{\text{до}} * q_{\text{м}} * K_{\text{м}}, \quad (5.11)$$

де W – річна програма ділянки у фізичних одиницях, прим.;

q_м – продуктивність установки, од./год;

K_м – коефіцієнт враховує рівень завантаження устаткування (K_м = 0,65 ...075).

Тоді:

$$N_{\text{ом}} = 200 / 1860 \cdot 3 \cdot 0,65 = 1 \text{ шт.}$$

Інші технологічні обладнання приймали відповідно до технологічного процесу ремонту відцентрових насосів:

- стенд для розбирання та збирання відцентрових насосів – 2 шт (5,4 м²)
- робочий стіл з витяжною шафою ОП-2078 – 1 шт (2 м²)
- установка сушильна, пересувна оптичного випромінювання УСПО - 1 - 1шт (0,82 м²)
- слюсарний верстак ОРГ-1468-01-060 А – 2 шт (1,92м²)
- стіл монтажний металевий ОРГ-1468-01-080А – 1 шт (1,2м²)
- підставка під агрегати – 2 шт (7,2м²)
- прес гідравлічний ГКС - 1671м, Р = 40т, - 1 шт (0,75м²)
- електротельфер ЕТ-0,5, h = 4м (0,25м²)

5.4 Розрахунок виробничої площі ділянки відновлення валу відцентрового насоса

Ділянку ремонту та відновлення валів відцентрових насосів методом

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наплавлення вже організовано , але вони необхідні і в інших підприємствах управління насосними станціями.

При ремонті та відновленні валів відцентрових насосів у ділянці наплавки влаштовують примусову вентиляцію.

У зимовий час для підігріву повітря до температури не нижче 15° за відсутності водяного опалення встановлюють електричні калорифери. Ділянку обладнають водопроводом. І оскільки води, що відводяться з цеху, можуть містити шкідливі домішки (сірчану кислоту, пально-мастильні матеріали) каналізацію виконують окремо від загальної з керамічних труб з виходом у спеціальній зовнішній відстійник.

Площу ділянки визначили за такою формулою:

$$N_{уч} = F_{об} * \sigma , \quad (5.12)$$

де $F_{об}$ – загальна площа, яку займає обладнання, m^2 ($F_{об} = 23,6 m^2$);

σ – коефіцієнт, що враховує робочі зони, проходи та проїзди ($\sigma = 3$).

Тоді:

$$F_{уч} = 23,6 \cdot 3 = 70,8 \approx 72 m^2$$

З огляду на те, що допускається різниця $\pm 15\%$ між розрахунковою площею та прийнятою, площу ділянки прийняли $72 m^2$.

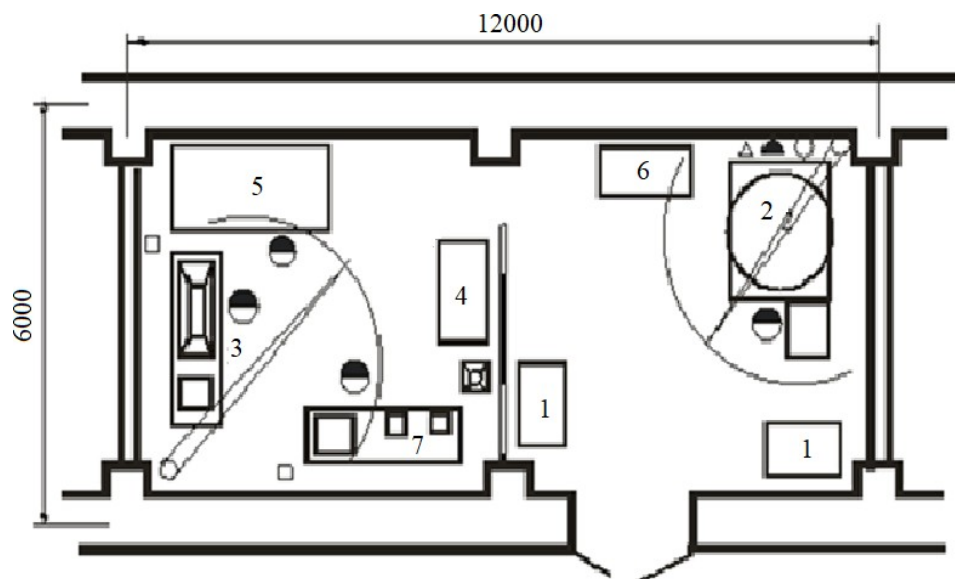


Рисунок 5.2 - Схема технологічного планування ділянки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МРТАМ 2120270. 000 ПЗ

Арк.

87

електроприймачів дорівнює:

$$P_a = 0,15 \cdot 8,2 + 0,25(3 + 7,5 + 3,5) + 0,65 \cdot 0,75 + 0,75 \cdot 10 + 0,1 \cdot 0,87 = 11,66 \approx 12 \text{ кВт}$$

Річну витрату силової електроенергії ділянки $W_{гс}$ визначили за такою формулою:

$$W_{гс} = \sum P_a \cdot \Phi_{до} \cdot \eta_з, \quad (5.14)$$

де $\Phi_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи обладнання ($\Phi_{до} = 2010$ год.)

$\eta_з$ - коефіцієнт завантаження обладнання за часом ($\eta_з = 0,7$).

Звідси

$$W_{гс} = 12 \cdot 2010 \cdot 0,7 = 16884 \text{ кВт}$$

Середньорічний витратоосвітлювальної електроенергії ділянки визначили за формулою:

$$W_{го} = (T_{ос} \cdot F_{уч} \cdot S_o) / 100, \quad (5.14)$$

де $T_{ос}$ - річне число годин використання максимального освітлювального навантаження, год. ($T_{ос} = 650$ год.);

$F_{уч}$ - площа ділянки, m^2 ($F_{уч} = 72 m^2$);

S_o - питома потужність освітлювального навантаження, $Вт/m^2$ ($S_o = 15 \text{ Вт}/m^2$).

Тоді:

$$W_{го} = (650 \cdot 72 \cdot 15) / 100 = 702 \text{ кВт}$$

5.6 Рекомендації щодо організації ділянки відновлення валів відцентрових насосів

У процесі експлуатації відцентрових насосів його деталі піддаються абразивному і кавітаційному зносу, вібрації, контактним навантаженням і т.д.

Для валів відцентрових насосів основними видами зносу є гідроабразивний і корозійний зношення, які характеризуються наступними явищами - молекулярним схоплюванням, переносом матеріалу і утворенням

									Арк.
									89
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ				

комплексної характеристики, тобто залежностей натиск - подача, споживана потужність - подача, ККД - подача за постійної частоти обертання (рис. 5.4).



Рисунок 5.4 - Випробування відцентрового насоса

Висновки з п'ятого розділу:

1. Ділянка відновлення ремонтного підприємства свідчить про ефективність застосування електродугового наплавлення під шаром флюсу з наступним зміцненням УЗ.

2. Розрахункові показники відповідають вимогам та забезпеченості підприємства всіма необхідними засобами та комунікацією.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ VI. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

6.1 Розрахунок основних виробничих фондів

Вартість основних виробничих фондів визначають по формулі:

$$V_o = C_{\text{бд}} + C_{\text{об}} + C_{\text{пі}}, \quad (6.1)$$

де: $C_{\text{бд}}$ - вартість будівлі, грн;

$C_{\text{об}}$ і $C_{\text{пі}}$ - вартість обладнання, а також пристосування та інструменту.

Вартість будівлі (побудови) дорівнює вартості будівельно-монтажних робіт віднесеної до 1 м² виробничої площі ділянки, тобто:

$$C_{\text{бд}} = C'_{\text{бд}} * F_n, \quad (6.2)$$

де: $C'_{\text{об}}$ і $C'_{\text{пі}}$ - питома вартість обладнання, приладів та інструменту на 1 м² ($C'_{\text{об}} = 400$ грн.; $C'_{\text{пі}} = 100$ грн.)

Тоді:

$$C_{\text{об}} = 4000 \cdot 72 = 28800 \text{ грн.}$$

$$C_{\text{пі}} = 1000 \cdot 72 = 7200 \text{ грн.}$$

Звідси:

$$C_o = 108000 + 28800 + 7200 = 144000 \text{ грн.}$$

Додаткові капітальні вкладення:

$$D_{\text{к.в}} = C_{\text{о.вир}} - C_{\text{о.вих}}, \quad (6.3)$$

де $C_{\text{о.вир}}$ та $C_{\text{о.вих}}$ – вартість основних виробничих фондів проектного та вихідного підприємства ($C_{\text{о.вир}} = 25000000$ грн.)

Тоді:

$$D_{\text{к.в.}} = 250000000 - 1440000 = 24856000 \text{ грн.}$$

6.2 Розрахунок очікуваних техніко-економічних показників ділянки відновлення валу водяного насоса

Оборотні кошти становлять 10...15% річного випуску продукції від

									Арк.
									92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

МРТАМ 2120270. 000 ПЗ

собівартості.

Витрати оборотних засобів включають:

- виробничі запаси - 95%;
- готова продукція – 3%;
- незавершене виробництво – 2%.

Звідси:

$$C_{об} = (10 \dots 15) * C_{п}/100, \quad (6.4)$$
$$C_{об} = 0,1 \cdot 7500000 = 75000 \text{ грн.}$$

Валова продукція підприємства:

$$V_{п} = N_{вир} * C_{в.ц}, \quad (6.5)$$

де: $N_{вир}$ - річна виробнича програма, шт ($N_{пр} = 200$ шт.)

$C_{в.ц}$ – відпускна ціна виробу, грн.

$$C_{в.ц} = (1.2 \dots 1.25) * C_{п}, \quad (6.6)$$
$$C_{в.ц} = 1,2 \cdot 10000 = 12000 \text{ грн.}$$
$$V_{п} = 200 \cdot 12000 = 2400000 \text{ грн.}$$

Плановий прибуток:

$$П_{б} = (C_{в.ц} - C_{п}) * N_{вир}, \quad (6.7)$$
$$П_{б} = (12000 - 10000) \cdot 200 = 400000 \text{ грн.}$$

Річна економія від зниження собівартості відновлення:

$$E_{р} = (C_{вик} - C_{вир}) * N_{вир}, \quad (6.8)$$
$$E_{р} = (150000 - 100000) \cdot 200 = 1000000 \text{ грн.}$$

Фондовіддача - випуск валової продукції на 1 сум основних виробничих фондів:

$$K_{ф} = V_{п}/C_{о}, \quad (6.9)$$
$$K_{ф} = 240000 / 144000 = 1,66 \text{ грн./ грн.}$$

Фондоозброєність - ступінь оснащеності праці персоналу ділянки:

$$K_{з} = C_{о}/P_{ср}, \quad (6.10)$$
$$K_{з} = 144000/2 = 72000 \text{ грн./ чол.}$$

									Арк.
									93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ				

Напруженість використання виробничої площі випуску продукції з 1 м² площі:

$$K_p = V_n / F_n, \quad (6.11)$$

$$K_p = 2400000 / 72 = 33300 \text{ грн./м}^2$$

Рентабельність підприємства – рівень економічної ефективності виробництва:

$$R = 100 * \Pi_n / (C_n * N_{пр}), \quad (6.12)$$

$$R = 100 \cdot 400000 / (10000 \cdot 200) = 20 \%$$

Продуктивність праці:

$$\Pi_n = V_n / P_{пр}, \quad (6.13)$$

$$\Pi_n = 2400000 / 2 = 120000 \text{ грн./чол.}$$

Економічна ефективність додаткових капітальних вкладень:

$$E_{пл} = E_p / D_{к.в}, \quad (6.14)$$

$$E_{пл} = 1000000 / 24856000 = 0,2$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень:

$$O_p = D_{к.в} / E_p, \quad (6.15)$$

$$O_p = 2485600 / 1000000 = 2,5 \text{ роки}$$

Очікуваний річний економічний ефект:

$$E_{p,e} = E_p - E_n * (C_{o.вих} - C_{o.вир}), \quad (6.16)$$

$$E_{p,e} = 1000000 - 0,17 (5000) = 999150 \text{ грн.}$$

Техніко-економічні показники проектованої ділянки ремонту корпусу відцентрового насоса наведено у таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 - Техніко-економічні показники

№	Показники	Обозн.	Од. змін.	Знання показників
1	Вартість основних виробничих фондів	В _о	грн.	1440000

									Арк.
									94
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МРТАМ 2120270. 000 ПЗ				

глибини обробки. Вона характеризується швидкістю знімання матеріалу заготовки і за постійного поперечному перерізі інструменту однозначно визначається швидкістю подачі.

10.Ремонтопридатність конструкцій машин, як та інші їх властивості, є функцією факторів конструктивного, виробничо-технологічного та експлуатаційного характеру.

11.Найбільш раціональним способом відновлення валу відцентрового насоса є електродугове наплавлення під шаром флюсу. Цей спосіб дозволяє відновлювати вал із меншими витратами, ніж інші.

12.Ділянка відновлення ремонтного підприємства свідчить про ефективність застосування електродугового наплавлення під шаром флюсу з наступним зміцненням УЗ.

13.Розрахункові показники відповідають вимогам та забезпеченості підприємства всіма необхідними засобами та комунікацією.

14.Розрахунки, свідчать про відповідність існуючої ділянки наплавлення у виробничому цеху для відновлення валів відцентрового насоса.

15.Розрахункові показники відповідають вимогам та забезпеченості підприємства всіма необхідними засобами та комунікацією.

16.Впровадження технологій ремонту валів дозволить раціональніше використовувати наявні виробничі площі підприємства і тим самим підвищити рентабельність на 20%.

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Муханов И.И., Голубев Ю.М. Упрочнение стальных деталей шариком, вибрирующим с ультразвуковой частотой / Вестник машиностроения. - 1966. - №11. -С. 52 - 53.
2. Джонсон К. Механика контактного взаимодействия / Пер. с англ. – М.:Мир, 1989. – 510 с, ил.
3. Марков А.И. Ультразвуковая обработка материалов. –М.: Машиностроение, 1980. -237 с.
4. Шутилов В.А. Основы физики ультразвука: Учеб. Пособие / – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980.
5. Yo`ldoshev Sh.U. Mashinalar ishonchliligi va ta`mirlash asoslari. - Toshkent: O`zbekiston, 2006 y. – 650 с.
6. В.И. Карагодин, Н.Н. Митрохин "Ремонт автомобилей и двигателей"Москва. Издательство "Академия". -2003. -456
7. Надежность и ремонт машин. Под общей ред. проф. В.В. Курчаткина.-М.: Колос, 2000 г. -776 с.
8. Ремонт машин. Под общей редакцией проф. Тельнова Н.Ф. -М.: Агропромиздат, 1992 г. -560 стр.
9. Мишин М.М. Проектирование предприятий технического сервиса. Мичуринск. -2008 г. -214 с.
10. В.И. Черноиванов, В.В. Бледных, А.Э. Северный и др. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учебное пособие / под ред. В.И. Черноиванова. - Москва-Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ, -2003. – 992с.
11. В.В. Варнаков "Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения". –М.: Издательство "Колос". -2000.
12. Радченко М.В. "Защитные и упрочняющие покрытия" Барнаул, 2010.

					<i>МРТАМ 2120270. 000 ПЗ</i>	Арк. 98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Н.А. Соснин, С.А. Ермаков и П.А. Тополянский. Наплавка, сварка, нанесение покрытия, упрочнение. -М.: "Машиностроение". -2008. -412с.

14. А. Хасуи, О. Морчигаки. Наплавка и напыление. Перевод с японского. -М.: "Машиностроение". -1995. -235 с.

15. В.П. Силуянов и др. Прогрессивные способы восстановления деталей машин. Минск. «Ураджай». 1991. -358 с.

16. Рыжков, Ф.Н. Повышение эффективности поверхностного упрочнения наплавкой путем формирования комбинированных твердых покрытий Курск: КГТУ. -2000. -143 с.

17. Серый И.С. и др. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. М.: Агропромиздат. -1991. -184 стр.

18. B Series Engine Familiarization. Cummins Engine Company, Inc. Box 3005, Columbus, Indiana, USA, 1991.

19. Интернет материалы: yandex.ru, svartek.ru, svarka.ru, plasma.ru, thermonaplav.com, wikipedia.org.

20. Поисковые сервера и сайты: www.rumbler.ru; www.yahoo.com; <http://www.edd.ru>; <http://www.mcsa.ac.ru>; <http://www.library.tversu.ru>;

21. <http://www.uwh.lib.msu.su>; <http://www.library.is.sgu.ru>;
<http://www.library.ru>; <http://www.lswb.loc.gov.us>; <http://www.kbr.be>;
<http://www.cam.ac.uk/libraries>; <http://www.technion.ac.il>; <http://www.msau.ru>;
www.google.ru; .reviem.uz; cer.uz, obo.ru; cfin.ru.

22. Организация и планирование производства на ремонтных предприятиях. Под редакцией акад. Конкина Ю.А. -М.: -Колос. -1991. -475 с.

					<i>МРТАМ 2120270. 000 ПЗ</i>	Арк.
						99
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					МРТАМ 2120270. 000 ПЗ	Арк.
						100
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		