

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

(повне найменування факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної атестаційної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Розробка технології відновлення корпусів шестеренних насосів у ПРАТ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький»

Виконав: здобувач першого (бакалаврського) освітнього рівня за ОПП 132 – «Матеріалознавство», групи МЗ - 20 СКЗ

_____ Богдана КАЛЕНЮК

Керівник: _____ Юрій КУЛЄШКОВ

Допустити до захисту: _____ Сергій МАГОПЕЦЬ

Рецензент: _____

Кропивницький – 2023 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

Кафедра експлуатації та ремонту машин

Освітній рівень – бакалавр

Галузь знань – 13 – Механічна інженерія

(шифр і назва)

Спеціальність – 132 – Матеріалознавство

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доц. Сергій МАГОПЕЦЬ

_____ «___» _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

Каленюк Богдани Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка технології відновлення корпусів шестеренних насосів у ПРАТ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький»

Керівник роботи Кулешков Юрій Володимирович, доктор технічних наук, професор

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 06.04.2023 року № 185-02

2. Строк подання здобувачем роботи «31» травня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали переддипломної практики. 2. Методичні вказівки до виконання бакалаврської роботи.. 3. Технічні умови на ремонт сільськогосподарської техніки. 4. Науково-технічна література по ТО і ремонту сільськогосподарської техніки

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

Загальний розділ. Аналіз виробничої діяльності підприємства ПРАТ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький. Обґрунтувати актуальності теми бакалаврської кваліфікаційної роботи.

Технологічний розділ. Розробка технологічного процесу дефектування корпусу шестеренного насоса, характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення корпусу, вибір оптимального методу відновлення корпусу насоса проектування технологічного процесу відновлення корпусу шестеренного насоса, аргоно-дуговим наплавленням, обґрунтування вибору технологічного обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту, розрахунок і вибір режимів виконання технологічних операцій відновлення корпусу шестеренного насосу. Розрахунок норм часу виконання технологічних операцій

Організаційний розділ. Розрахунок трудомісткості робіт по ремонту корпусу шестеренного насоса, визначення фонду часу робітників і обладнання, вибір необхідного обладнання, розробка планування ділянки по ремонту шестеренного насоса НШ.

Охорона праці **Заходи щодо забезпечення безпеки умов праці при виконанні ремонту шестеренних насосів**

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

1. Технологічний процес розбирання шестеренного насоса.
2. Ремонтне креслення корпусу шестеренного насоса з техкартами його дефектації.
3. Аналіз існуючих методів усунення дефектів корпусу шестеренного насоса.
4. Технологічний процес відновлення корпусу шестеренного насоса.
5. Планування ділянки по ремонту шестеренного насоса.

6. Дата видачі завдання: 20.02.2021 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальний розділ	12.05	
2	Технологічний розділ	19.05	
3	Організаційний розділ	25.05	
4	Охорона праці	27.05	
5	Оформлення графічної частини	31.05	

Здобувач освіти _____ Богдана КАЛЕНЮК
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Юрій КУЛЄШКОВ
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

Анотація	8
Вступ	9
1. Загальний розділ	
1.1 Характеристика підприємства та його структура	10
1.2 Характеристика масляного насоса НШ	13
1.3 Характеристика конструктивно-технологічних особливостей корпусу масляного насоса	14
1.4 Характеристика умов роботи та аналіз причин зношування	15
1.5 Характеристика масляного насосу	17
1.6 Вимоги до рівня довговічності деталі	18
1.7 Огляд відомих методів відновлення деталі	23
2 Технологічний розділ	25
2.1 Технологічний процес дефектування корпусу масляного насоса	25
2.2 Характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення корпусу	26
2.3 Вибір оптимального методу відновлення корпусу насоса	27
2.4 Характеристика обраного методу відновлення деталі	29
2.5 Проектування технологічного процесу відновлення корпусу масляного насоса ароно – дуговим наплавленням.	29
2.6 Обґрунтування вибору технологічного обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту,	
2.7. Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних операцій відновлення корпусу шестеренного насосу.	
2.8 Розрахунок норм часу виконання технологічних операцій	
3 Організаційна частина	
60	
3.1 Організація виконання робіт на дільниці	60
3.2 Розрахунок трудомісткості робіт на дільниці відновлення	61
3.3 Розрахунок фондів часу	62

3.4 Розрахунок кількості робітників	64
3.5 Розрахунок кількості робочих місць на ділянці	65
3.6 <i>Розрахунок кількості технологічного обладнання на ділянці</i>	65
3.7 Розробка планування ділянки	68
3.8 Вибір підйомно-транспортних засобів	69
3.9 Енергетичні розрахунки по ділянці	70
5 Охорона праці	82
5.1 Аналіз небезпечностей та шкідливостей	82
5.2 Заходи по забезпеченню безпечних умов праці	83
5.3 Заходи по забезпеченню нормальних та нешкідливих санітарно-гігієнічних умов праці	84
5.4 Заходи пожежної безпеки	84
5.5 Розрахунок бортового відсмоктувача витяжної вентиляції	86
6.6 Охорона навколишнього середовища	88
Висновки	95
Список використаної літератури	96

Анотація

У бакалаврській роботі на тему «Розробка технології відновлення корпусів шестеренних насосів у ПРАТ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький» розроблено технологічний процес відновлення корпуса шестеренного насоса НШ-32, а також організація робіт на спроектованій ділянці його відновлення у ПРАТ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький ПАТ.

У загальному розділі дипломного проекту наведена історія підприємства, загальна характеристика агрегату та деталі, що відновлюється, умови роботи і основних процесів її зношення, що обґрунтовує тему дипломної роботи, його мету і задачі.

У технологічній частині проекту приведений аналіз існуючих методів відновлення основних дефектів корпуса сучасними та обрано метод відновлення корпусу шестеренного насоса методомі аргонно-дугового наплавлення, що забезпечує підвищення продуктивності виробництва та зниження витрат на його виконання.

В організаційному розділі проекту виконані необхідні розрахунки, підбір прогресивного обладнання та розроблене технологічне планування ділянки відновлення корпусів шестеренних насосів, що забезпечує виконання робіт на сучасному рівні.

У розділ “Охорона праці” наведений висвітлені заходи щодо забезпечення безпеки умов праці при виконанні ремонту шестеренних насосів

Вступ

Важливою умовою забезпечення населення України продуктами харчування та сільськогосподарськими ресурсами є зміцнення матеріально-технічної бази сільського господарства а також ефективне використання створеного виробничого потенціалу.

Збільшення постачань сільському господарству сучасної складної техніки вимагає своєчасного створення й удосконалювання обслуговування та ремонтної бази, підвищення технічного й організаційного рівня ремонтного виробництва.

Простій техніки у ремонтних майстернях через її несправність є досить тривалим процесом, а витрати на відновлення деталей – значними. Тому зменшення тривалості перебування техніки в несправному стані та зменшення собівартості ремонту – це значний резерв економії коштів як сільськогосподарських, так і ремонтних підприємств.

Для підтримання техніки у справному стані необхідно проводити технічні огляди, технічні обслуговування, капітальні ремонти та ін.

Найбільш коштовним та трудомістким є капітальний ремонт. Однак відновлення працездатності вузлів та агрегатів машин, що були у використанні, обходиться значно дешевше, ніж виробництво нових. При капітальних ремонтах відбувається відновлення працездатності машин на базі нових, відновлених деталей, а також тих, які були у використанні і мають невеликий знос.

Важливим шляхом зниження собівартості ремонту машин є розробка високоефективних технологічних процесів відновлення зношених деталей, механізація та автоматизація виробничих процесів. Підвищення ефективності ремонту залежить перш за все від використання прогресивних технологій та організації виробничого процесу.

1, ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Коротка історія розвитку підприємства та характеристика підприємства та дільниці

«За майже 70 років роботи ТОВ «Завод «Дзеркальник» пройшов шлях від артілі до сучасного підприємства — лідера галузі регіону. І на всіх етапах існування підприємства головним його ресурсом був колектив однодумців.

28 квітня 1948 року дзеркальний цех артілі «ХІМІК» став самостійною артіллю, яку зареєстрували під назвою «Червоний дзеркальник». Першим головою новоствореної артілі став Зяма Азарович Ярошевський, а з 1952 року і аж до 1974-го артіллю керував Петро Тарасович Драган.

У 1959 році артіль перебазувалась з приміщення на розі вулиць Червоногвардійська та Олексіївська (Гагаріна) на пустир по вулиці Р. Люксембург, 48А. До будівництва першого головного корпусу дзеркального цеху долучились всі працівники артілі.

Тоді дзеркала вироблялись за технологією посріблення, що являла собою заливку поверхні скла відповідним розчином вручну. Для обробки країв скловиробів та виготовлення фацету (фасок) застосовувались чавунні та піщані шайби.

У 1960 році підприємство стало державним заводом «Червоний дзеркальник». А в 1967- 1969 роках була повністю змінена технологія виготовлення дзеркал: від посріблення перейшли до алюмініювання — методу термічного випарювання алюмінію у вакуумі з подальшою його конденсацією на поверхні скла. Це дозволило значно збільшити обсяги виробництва та розширити ринки збуту продукції.» [15]

«У 1981 році замість чавунних та піщаних шайб у виробництві почали використовувати алмазні шайби, завдяки чому значно підвищили продуктивність, розширили асортимент, зробили роботу фацетника привабливішою.

У 1980-90 роках обсяг виробництва дзеркальних виробів досяг максимальних обсягів 184-193 тис. кв. м за рік, 60% з яких становили дзеркала для меблів, 30% - побутові дзеркала і 10% - дзеркала технічні.

За розробку та впровадження технології шовкотрафаретного друку на дзеркалах у 1988-89 роках завод отримав срібну та бронзові медалі ВДНГ СРСР та Диплом Першого ступеня і золоту медаль ВДНГ УРСР.

Співробітники заводу розробили й впровадили у виробництво десятки зразків побутових дзеркал, які до цього часу користуються попитом. А географія збуту продукції заводу охоплювала практично всі регіони колишнього Радянського Союзу.

Тодішні успіхи підприємства пов'язують з іменами керівників: Саєнка Олександра Степановича, Головенка Віктора Павловича, Сподаренка Володимира Григоровича.

Темною сторінкою в історії заводу став загальний спад промислового виробництва в Україні в 1992-98 роках, який негативно позначився і на ринках збуту дзеркал.

З метою виходу з кризи у 1995 році завод було приватизовано трудовим колективом і перейменовано в ЗАТ «Дзеркальник». Головою правління і виконавчим директором обрали Олександра Івановича Буйновського. Завдяки його вмілому керівництву вдалося зберегти спеціалістів, обладнання, а також відновити виробництво» [15].

«За останні роки придбано та впроваджено у виробництво нове високо-технологічне обладнання для обробки та декорування скла, а також обладнання для виготовлення корпусних меблів.

Розроблено широкий асортимент вітражних скловиробів та виготовлення орнаментів під замовлення. Все це дозволило не тільки стабілізувати виробництво, але й розширити та оновити номенклатуру виробів.

Нині ТОВ «Завод «Дзеркальник» виготовляє дзеркала в широкому асортименті, скло різної товщини, візерунчатє скло, вітражі, склопакети, скляні двері, перегородки та вітрини, скляні душові кабінки, скляні перила, огорожі та сходи, безпечне скло-триплекс, скляні столи, стійки для телевізорів, корпусні меблі та торгівельне обладнання.

На підприємстві максимум уваги приділяється індивідуальній роботі з замовником та постійному підвищенню кваліфікації співробітників, адже головний ресурс підприємства - це люди.

В останні роки підприємство у рамках конверсії почало ремонтувати та технічно обслуговувати складові елементи гідравлічних систем, зокрема гідравлічні насоси різних типів, що використовуються на гідроприводах автомобільної техніки спеціального призначення та промислового виробництва» [15].

1.2 Характеристика корпусу шестеренного насосу, конструктивно-технічні особливості, матеріал і термообробка

Корпус шестеренного насоса призначений для поєднання всіх елементів в суцільний агрегат. Окрім цього корпус відіграє роль замикача робочих камер, котрі утворюються в западинах шестерень. Корпус днищем замикає торці втулок, а стінками колодязів спрягається і ущільнює робочі камери по периферії шестерень.

Корпус шестеренного насосу типова корпусна деталь, котра отримується литтям.

Твердість корпусу HB 75...107.

Конструктивно корпус складається з наступних елементів:

- днище;
- бічної поверхні;
- привалочної площини під кришку;
- площин під патрубки з отворами;
- колодців;
- отворів під шипи втулок.

На бічній поверхні деталі є дві симетричні площини з чотирма різьбовими отворами М 8×1,5 на кожній для кріплення. В центрі кожної з площин є отвір $\varnothing 23,5^{+0,1}_{-0,05}$ (вхідний і вихідний). На привалочній площині вісім різьбових отворів М 10×1,5 для кріплення кришки насосу. Тут мається овалоподібне точіння глибиною $2,4^{+0,1}_{-0,05}$ під кільце ущільнення. З зовнішньої сторони корпусу під всмоктуючим отвором є напис „Вхід”, на днищі корпусу етикетка, де методом тиснення вказані: емблема заводу, маркування насосу, ГОСТ, номінальний тиск, геометричний об’єм, об’ємна подача насосу за 1 хід при номінальній частоті обертання, номер насосу. Дві перші цифри номеру показують рік випуску, а інші порядковий номер насосу.

Насос НШ-32У – насос шестеренний, цифри 32 – теоретична продуктивність насосу в кубічних сантиметрах за один оберт шестерні. Буква У – означає що насос уніфікований.

Корпус виготовляють з алюмінію АЛ – 9.

Механічні якості матеріалу і хімічний склад наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Механічні якості алюмінію АЛ – 9 і його хімічний склад

Матеріал	Механічні властивості			Зміст елементів				
	σ_B	$\sigma_{0,2}$	$\delta \%$	Mg	Si	Mn	Cu	інші елементи
АЛ-9	220	160	3	0,2...0,4	6...8	-	-	$\leq 0,1$ Be

Робочі поверхні корпусу виконані з високою ступеню точності, допуски на виконання розмірів відповідають 7 і 8 квалітету.

Вимоги до робочих поверхонь і до взаємного їх розміщення: перпендикулярність вісей колодців не більше 0,03 мм, площинність площин під патрубки не більше 0,03 мм, не паралельність привалочної площини 0,1 мм, відхилення від циліндричності колодців 0,01 мм.

Термообробка деталі гартування в воді при температурі 70 °С при нагріванні деталей до 530°С з подальшим старінням (відпуском) металу, на повітрі з нагрівом до 180°С.

1.3 Характеристика умов роботи. Аналіз причин зношення, вид і механізм зношення

В процесі експлуатації під дією механічних і гідравлічних навантажень корпус піддається деформуванню і зношенню.

Основними дефектами корпусу при цьому є:

1. знос колодців корпусу по діаметру;
2. знос і короблення привал очної площини;
3. зминання і зрив різьби;
4. зломи і тріщини корпусу.

Основним видом зносу колодців корпусу без сумніву є гідро абразивний знос. Найменші частинки пилу, частинки металу, які пройшли крізь фільтруючі елементи і створені в процесі роботи насосу підвищують інтенсивність спрацювання поверхні корпусу. Про це свідчить характерні концентричні риски

котрі залишають абразивні частинки. Послаблення посадок і вісей – змиття мікро нерівностей, тобто механічний вид зношення, в разі дії знакоперемінних механічних навантажень.

Знос привал очної площини практично не зустрічається. Частіше зустрічаються вм'ятини і забоїни, які приводять до виходу насосу з ладу, оскільки через них буде просочуватися мастило і це потягне за собою наступні наслідки.

При значному затягуванні болтів можливі зрив і зминання різьби. Знос слідує віднести до результату поганого технічного обслуговування.

Знос колодців корпусу складає до 0,03...0,4 мм в діаметрі. Він має нерівномірний характер. Колодці мають знос з однієї сторони, з площини всмоктування. Це пояснюється тим, що робоча рідина знаходиться під тиском і піджимає весь кузов до площини всмоктування.

1.4 Характеристика шестеренного насосу НШ-32-3УК

Шестеренний насос призначений для подавання робочої рідини в гідравлічні системи тракторів, сільськогосподарських і дорожніх машин, а також в гідросистемах гідро підсилювачів керування тракторів і сільськогосподарських машин.

Насос НШ-32-3УК застосовують в гідросистемах тракторів класу 1,4 і 2 в гідросистемах рульового керування трактора Т-150К та на дорожніх та сільськогосподарських машинах.

Насоси типу НШ випускають з 1968 року. Вони мають переваги перед насосами НШВ, в котрих при зносі деталей вузла, який качає по висоті на 0,3 мм, насос виходить з ладу.

Різниця в тім, що замість розвантажувальної пластини з кільцем ущільнення введена щільна гумова манжета ущільнення, між кришкою і корпусом. В манжеті є сталі тонкі кільця для ущільнення опорних втулок. Гумові кільця сталевими ставками перешкоджають витисненню манжети з площини між хвостовиком втулки і отвором в кришці.

Технічна характеристика насосу подана в таблиці 1.2.

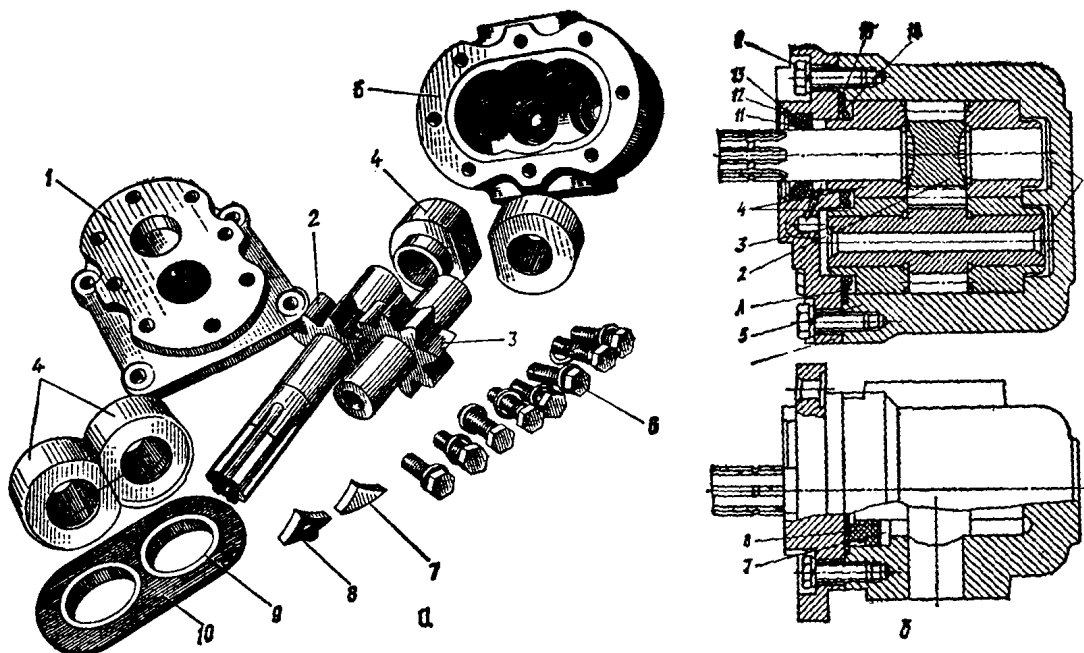
Таблиця 1.2 - Технічна характеристика насосу НШ-32-ЗУК

Назва показника	Значення показника
1. Робочий об'єм, см ³	31,7
2. Тиск напору, МПа: номінальний максимальний	10 14
3. Номінальний тиск при вході, МПа номінальний максимальний	0,075 0,12
4. Частота обертання, об/хв мінімальна номінальна максимальна	1200 1500 1920
5. Номінальна об'ємна подача, л/хв	47,3
6. Номінальна потужність, кВт	10,9
7. Коефіцієнт подачі	0,92
8. Повний ККД	0,82
9. Маса деталей без арматури, кг	5,3
10. Напрямок обертання ведучого валу: правосторонній або лівосторонній	

Запірні пружини для фіксації опорних втулок в окремому положенні усунені, для кращого притискання втулки до корпусу. В кришці під ведучу шестерню діаметр розточений на 0,5 мм.

Для пониження тиску на опорні втулки, а також зменшення зносу спряжених поверхонь зроблено на торцях втулок розвантажувальні канавки 2×2 мм.

Для перешкоджання витіканню рідини з площини А в всмоктуючу площину насосу з боку всмоктування в діаметр рівний 55 мм встановлено гумові ущільнення і алюмінієвий вкладиш. Щоб внутрішні втрати рідини в насосі крізь отвори між торцевими поверхнями втули і шестерень були мінімальними передбачено автоматичним підтискання; робоча рідина з площини нагнітання насосу йде по отвору в площину А над передніми опорними втулками і підтіскає втулки і торці шестерні встановлюючи отвір між ними. Зі сторони зубців діє відтискне зусилля рідини. Результуюче цих зусиль є оптимальним розміром, завдяки чому є в наявності необхідна змащувальна плівка між тертьовими поверхнями.



а - у розібраному вигляді; б - у зібраному вигляді; 1 - кришка; 2 - ведуча шестерня; 3 - ведена шестерня; 4 - втулки; 5 - корпус насоса; 6 - болти; 7 - алюмінієвий клиновий вкладиш; 8 - гумове ущільнення; 9 - шайби металічні; 10 - ущільнювальна манжета; 11 - кільце опорне; 12 - манжета; 13 - стопорне кільце; 14 - гумове кільце манжети

Рисунок 1.2 - Шестеренний насос типу НШ-32-ЗУК.

Конструктивне удосконалення в вузлі ущільнення і автоматичної компенсації торцевих зазорів дозволили підвищити наробіток насосів до 1000 годин порівняно зі старими насосами 800 годин.

1.5 Вимоги до рівня довговічності деталі та шляхи вирішення

Надійність і довговічність машин треба віднести до основних технічних характеристик деталей. Довговічність деталі кількісно оцінюють за допомогою двох груп показників: ресурсу пов'язаного з наробітком об'єкту і терміну експлуатації. Звісно експлуатуватися деталь повинна більш тривалий термін, але не завжди.

Надійність деталей і довговічність можна підвищити різними шляхами, а саме:

- конструктивно;
- правильним підбором матеріалу;
- технологічний метод.

Конструкторський метод – деталь повинна бути сконструйована так щоб відповідати більшій кількості вимог, які пред'являють її розробці.

Правильно обраний матеріал – це високі антифрикційні, протизадирні якості, висока ступінь припрацювання. Але підвищити необхідні вимоги надає можливість термічна обробка виготовленої деталі.

Технологічний метод – це отримання заготовки без мікро тріщин і різних дефектів що завжди є при литті деталі, тобто треба застосовувати більш прогресивні методи отримання заготовки, так це може бути лиття під тиском.

Підвищити характеристики деталей можна і на етапі відновлення. Відомо, що практично всі методи відновлення створюють в основному матеріалі напруження розтягу і зниження надійності і втомленої міцності деталі.

Вдало обраний метод не тільки забезпечить зниження цих дефектів, але й, такий метод як гаряче пластичне деформування, забезпечить необхідний припуск на обробку, відновить мікро тріщини в деталі, ущільнить метал, а послідовуюча термообробка деталі підвищить надійність.

1.6 Огляд відомих методів відновлення деталі

Всі існуючі методи відновлення корпусів насосів типу НШ можна поділити на наступні:

- метод додаткових ремонтних деталей (різьбові отвори);
- відновлення корпусів різними видами зварювання (холодне зварювання, припоями ЛОК, зварювання порошковою проволокою) [1];
- відновлення фрезеруванням (площини) [1, 3];
- відновлення різними видами наплавлення (наплавлення міддю, або латунню [3], наплавлення дротом, аргонно-дугове наплавлення [1];
- відновлення гарячим пластичним деформуванням [1, 2, 3];

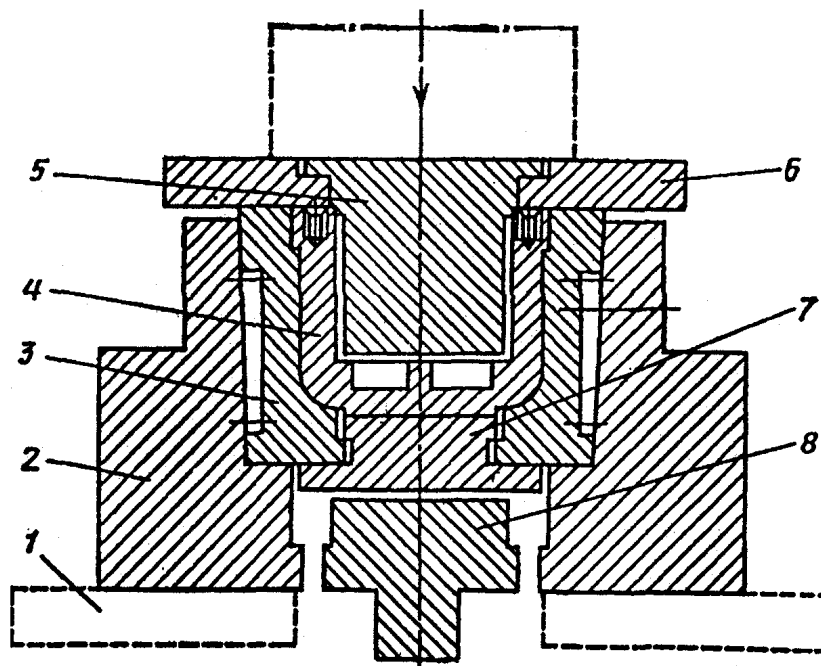
- постановкою алюмінієвих, або чавунних гільз [1, 3];
- відновлення зміщенням шестерень [2, 3];
- метод постановки спіральних втулок (різьбові отвори);
- метод ЛГД [4];
- точіння під більший ремонтний розмір [1].

Корпус насоса НШ-32У виготовлено з алюмінієвого сплаву, тому не всі методи можна застосовувати до даної деталі.

Більш повний опис методів, які застосовують для відновлення подано нижче.

1.6.1 Відновлення корпусів гарячим пластичним деформуванням (обтискання)

Відновлення корпусів насосів обтисканням проводять в спеціальному штампі, який показаний на рисунку 1.3. Пристосування складається з корпусу-прес форми 2, блоку матриці 3, пуансону 5 та інших. Внутрішній отвір корпусу прес-форми має конус $1,5...3^\circ$. Нагрітий корпус гідронасосу разом з матрицею 3 розміщують в корпусі 2 пристосування. Обтискання проводять на пресі зусиллям 1000 кН. Величина деформування деталі обмежується спеціальним пуансоном 5, котрий встановлюють в корпус, який має форму колодців. Перед обтисканням деталь нагрівають до температури $480...500^\circ\text{C}$ і витримують 30-60 хв. Температура деталі при обтисканні не повинна бути нижче 440°C , інакше різко знижуються пластичні якості сплаву. Після обтискання деталь знову гріють до температури $525...535^\circ\text{C}$, витримують 15-30 хв. і закаляють в нагрітій до $50...70^\circ\text{C}$ воді. Для зміцнення корпусу його піддають штучному старінню з витриманням 4 години, при температурі $100...120^\circ\text{C}$ [3] рис. 1.3.



1 – станина пресу; 2 – корпус прес-форми; 3 – блок матриць; 4 – корпус гідронасоса; 5 – пуансон; 6 – плита; 7 – шайба; 8 - виштовхувач

Рисунок 1.3 - Прес форма для обтискання.

До переваг способу можна віднести:

- економічна ефективність, так як відсутні матеріали для відновлення;
- відсутність шкідливих електромагнітних випромінювань;
- підвищення механічних властивостей матеріалу деталі;
- мале в 3...5 разів розширення насоса в поясі верхніх втулок і біля дна (відповідно на 55 і 30 мкм);
- збільшення ресурсу роботи насоса в 1,6 рази при порівнянні з гільзованими корпусами і в 4 рази при використанні розчину з епоксидних смол [3].

До недоліків відносять:

- велика вартість штампувального і термічного обладнання;
- шкідливі і безпечні умови праці;
- велика подальша механічна обробка.

1.6.2 Відновлення корпусів постанововою алюмінієвих, або чавунних гільз

При відновленні деталей постанововою гільз використовують гільзи з сірого чавуну, алюмінієвих сплавів АЛ-5, АЛ-9 і інші. Гільзи відливають у металічній формі, яка підігріта до 250...300°C.

Відлиті гільзи встановлюють в розточені корпуси, які змащені епоксидним клеєм, сушать в термічній шафі, а потім проводять механічну обробку.

До переваг відносять меш трудомісткий процес порівняно з обтисканням.

До недоліків відносять:

- великі витрати допоміжного матеріалу;
- менший ресурс роботи порівняно з іншими методами відновлення [3];
- розширення в поясі верхніх втулок біля дна відповідно на 180 і 70 мкм [3].

1.6.3 Спосіб відновлення зміщенням шестерень

Широке розповсюдження знайшов спосіб відновлення насосів НШ-32У зміщенням шестерень. Зношені колодці корпусів розточують до діаметру $55,6^{+0,02}$, або $55,9^{+0,02}$ мм. В таку деталь встановлюють втулки збільшеного розміру по зовнішньому діаметру з ексцентрично розточеними отворами під цапфи шестерень. Ексцентриситет складає 0,40...0,65 мм. Шестерні по колам виступів шліфують під ремонтний розмір. Зміщення їх осей в сторону всмоктуючої порожнини призведе до кращого торкання зубами корпусу, усуненню зазорів і створенню надійного розділення всмоктуючої і нагнітальної площин [2].

Переваги способу:

- при відновленні можна одночасно регулювати зазор і створювати надійний розподіл площин [2].

Недоліки способу:

- зменшення зони ущільнення радіального зазору.

1.6.4 Відновлення наплавленням

Технологія відновлення корпусів методом наплавлення наступна. Поверхню колодців зачищають стальним йоршом до металевого блиску. Підготовлену деталь нагрівають до 200...220°C. після наплавлення корпус піддають термічній обробці за режимом ТВЧ (закалювання + старіння).

Подальшу механічну обробку під ремонтні розміри ведуть по технології ГОСНИТИ.

Для наплавлення застосовують електронно-дугове зварювання плавким і неплавким електродом. При зварюванні неплавким вольфрамовим електродом наданий об'єм присадочного дроту не залежить від розмірів зварювального струму, що дає можливість впливати на хімічний склад, а також і на механічні властивості отриманого шару металу. В якості присадочного дроту використовують дріт діаметром 1,6...2,0 мм з алюмінієвих сплавів АМг 5, АМг 6, АМг 7, Д 20 і В 92, яку піддають механічному чищенню.

До переваг відносять:

- можливість зміни механічних властивостей шару металу;
- легкодосяжний спосіб.

До недоліків відносять:

- витрати допоміжного матеріалу;
- значні витрати електроенергії.

1.6.5 Відновлення методом литтям рідкого металу під тиском

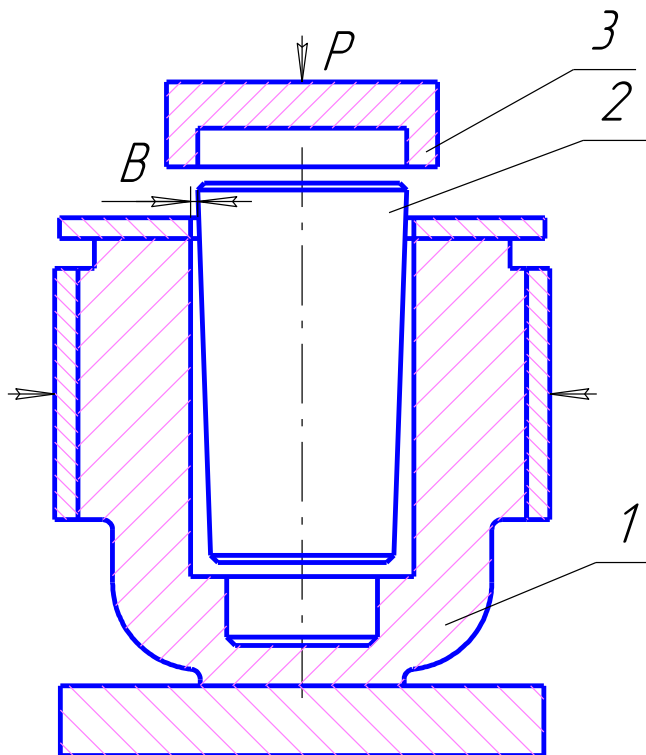
Розроблено метод відновлення корпусів насосів НШ-32-3УК методом ЛГД в період кристалізування металу гільзи [1, 2]. Сутність методу полягає в тому, що відновлення зношеної деталі відбувається заливанням рідкого металу АЛ-9 між стінками відновлюємої і формовочної деталі та пересуванням її в період кристалізації рис. 1.4. Під дією пресуючого пуансона 3 метал шару В прижимається до стінок 1 і 2. Формуюча деталь це стержень 1.

До переваг відносять:

- збільшення густини і герметичності деталі;
- усунення ліквациї;
- поліпшення фізико-механічних якостей деталі.

До недоліків відносяться:

- як показує практика погана стискаємість основного шару металу з заливаємым.



1 – стержень; 2 – відновлюємо деталь; 3 - пуансон

Рисунок 1.4 - Схема методу ЛГД.

1.6.6 Метод нанесення полімерних матеріалів

Метод базується на нанесенні епоксидних смол з доданою алюмінієвою сумішшю й нанесенням на поверхню колодців з послідуочим сушінням і механічною обробкою.

1.7 Обґрунтування теми бакалаврської роботи

Збільшення постачань сільському господарству сучасної складної енергонасиченої техніки вимагає своєчасного створення й удосконалення обслуговуючої і ремонтної бази, підвищення технічного й організаційного рівня ремонтного виробництва.

Зробивши аналіз технологічного процесу ремонту шестеренного насоса НШ-32-3УК і технології відновлення корпусу насоса, що застосовується, показав, що вони далекі від досконалості.

Найважливішою умовою підвищення якості і зниження собівартості відновлення деталей є підвищення рівня механізації основних виробничих процесів. Звідси випливають задачі на проектування, або модернізацію основних виробничих процесів.

Із сказаного випливає, що тема дипломного проекту: «Розробка технології відновлення корпусів шестеренних насосів у ПРАТ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький» безсумнівно є своєчасною і актуальною.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний процес дефектування корпусу шестеренного насоса

Дефектування – технологічний процес характерний тільки для ремонтного виробництва і призначене для визначення технічного стану деталей, котрі надходять до ремонту, з метою визначення можливості їх повторного використання, зразу після дефектування, або після відновлення.

Технічний стан деталей визначають на спеціальному робочому місці дефектувальника, обладнаному спеціальними засобами та вимірювальним інструментом. В умовах ремонтних підприємств при зрівнянні невеликих програмах ремонту використовують як спеціальний так і універсальний вимірювальний інструмент.

Технічний процес дефектування корпусу шестеренного насоса наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Технологічний процес дефектування деталі

Найменування операції	Метод дефектування та інструмент	Розміри, мм			Висновок
		Номінальний	Допустимий у спряженні з новими деталями	Допустимий для ремонту	
1	2	3	4	5	6
1. Тріщини і зломи корпусу	Візуальний огляд, постукування	-	-	-	Брак
2. Знос колодязів по діаметру	Нутромір НИ-50-100 ГОСТ868-82, індикатор НЧ 02 кл. 1 ГОСТ 577-88	$55^{+0,02}_{-0,01}$	$55,1^{+0,02}$	$55,4^{+0,02}$	Ремонт

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6
3. Знос і зрив різьби	Візуальний огляд, різьбовий	Знос і зрив недопус	-	Допускається знос зрив 1...2	Ремонт

	<i>калібр-пробка</i>	-кається		витків.	
4.Неплощинність, короблення і знос привалочної площини	Повірочна плита, набір щупів №1.	0,05	0,1	0,15	Ремонт

2.2 Характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення корпусу

«Аналізуючи дефекти корпусу на сучасному рівні розвитку ремонтного виробництва відновлювані, тобто при будь-якому сполученні дефектів деталь є ремонтно-придатною. Найбільш розповсюдженим дефектом є знос колодязів корпусу по діаметру. Деяка менша кількість корпусів надходять до ремонту зі зносом і зривом різьби та пошкодженнями привалочної площини. В таблиці 2.2 наведена частість зустрічаємості тих чи інших дефектів корпусу» [9-14]

Таблиця 2.2 - Частота зустрічаємих дефектів корпусів

Найменування дефекту	Частота зустрічаємості	Придатність до ремонту, %
1. Тріщини і зломи корпусу.	0,03	80
2. Знос колодязів в діаметрі.	0,97	90
3. Знос і зрив різьби.	0,03	80
4. Неплощинність, короблення та знос привалочної площини.	0,02	98

Виходячи з того, що в ремонт надходять деталі з різними сполученнями дефектів, на кожне сполучення розробляється окремий технологічний процес відновлення. Такий підхід до проектування технології відновлення називається маршрутною технологією. На одну відновлювану деталь в залежності від сполучення дефектів може бути розроблено декілька маршрутів відновлення. Такий підхід до ремонту деталей є вигідним з техніко-економічної точки зору і як правило використовується в ремонтних виробництвах середньосерійного типу. В таблиці 2.3 надано перелік основних дефектів та об'єднання їх в маршрути, по яким передбачається розробка технології їх усунення.

Таблиця. 2.3 - групування дефектів у маршрути

Перелік дефектів	Маршрути			
	№1	№2	№3	№4
1. Тріщини і зломи корпусу.	-	+	-	-
2. Знос колодязів в діаметрі.	+	+	+	+
3. Знос і зрив різьби.	+	-	+	+
4. Неплощинність, короблення та знос привалочної площини.	-	-	+	-
Частота зустрічаємості сполучення	0,1	0,08	0,7	0,06

З таблиці видно, що найбільша кількість корпусів, що надходять до ремонту, відновлюються за маршрутом №3, оскільки він поєднує в собі всі ремонтпридатні дефекти. Тому в даному проекті відновлення корпусу насоса буде проводитись саме за цим маршрутом (№3).

2.3 Вибір оптимального методу відновлення корпусу насоса

«Відновлення зношених деталей дає можливість збільшити ресурс їх використання, зменшує витрати матеріальних і трудових ресурсів. Існує велика кількість сучасних методів відновлення, але потрібно обрати один, який би підходив по всім вимогам. В даному випадку для вибору раціонального методу відновлення використовується методика, запропонована В. М. Шардичевим.

Раціональний метод відновлення деталі визначають використовуючи критерії:

K_T – застосовності;

K_d – довголіття;

K_{ef} – ефективності.

Критерій застосовності дозволяє з усього розмаїття методів відновлення вибрати 3...5 найбільш придатних з технічної точки зору. Якщо одна з характеристик відновлюваної деталі не відповідає технологічним можливостям способу, то він не може бути використаний, тобто $K_T=0$. Якщо ж технічні характеристики відновлюваної деталі не виключають можливість його

застосування і до того ж є великий виробничий та експлуатаційний досвід його використання, $K_T=1$.

Критерій довголіття залежить від трьох коефіцієнтів:

K_3 – зносостійкості;

K_B – витривалості;

$K_{3ч}$ – зчеплення.

Важливими критеріями, що визначають спосіб відновлення, який буде обрано, є критерії продуктивності та техніко-економічної ефективності.

З усього розмаїття методів спочатку обирають декілька, які б могли конкурувати між собою по критерію застосовності. В даному випадку це:

1. аргоно-дугове наплавлення (АДН);
2. гаряче пластичне деформування (ГПД);
3. метод додаткових ремонтних розмірів (ДРР).

Для вибору раціонального методу відновлення для кожного з обраних методів потрібно виписати коефіцієнти, що чисельно характеризують якість відновлення поверхні та техніко-економічну ефективність. Значення цих коефіцієнтів зведено у таблицю 2.4.» [9-14]

Таблиця 2.4 - Значення критеріїв для вибору методу відновлення

Назва способу	Коефіцієнт застосування	Коефіцієнт довголіття	Коефіцієнт продуктивності	Коефіцієнт техніко-економічної ефективності
АДН	0,9	0,9	1,8	0,7
ГПД	0,9	0,8	1,7	0,75
ДР	0,9	0,9	1,3	0,35

Аналізуючи дані, наведені в таблиці 2.4 видно, що найбільш продуктивним способом відновлення корпусу шестеренного насоса є аргоно-дугове наплавлення має досить високі показники, порівняно з іншими методами.

2.4 Характеристика обраного методу відновлення деталі

Висока якість відновлення корпусів насосів [11] може бути отримано тільки методом аргоно-дугового наплавлення зношених колодязів. Всі інші методи відновлення корпусів обумовлені низьким після ремонтним ресурсом насоса НШ ($\eta=0,42\ldots0,61$). Окрім того, такі насоси не можуть працювати на машинах з важкими режимами роботи гідросистеми.

Таким чином, перед нами стоїть задача – розробити технологічний процес відновлення корпусів насосів типу НШ методом аргоно-дугового наплавлення.

Технологія відновлення алюмінієвих корпусів гідронасосів типу НШ автоматичним наплавленням в аргоні має ряд переваг:

- забезпечується надійне зчеплення наплавлення з основним металом та їх висока твердість;
- досягається достатньо висока продуктивність процесу наплавлення та можливість її автоматизації;
- спосіб дозволяє проводити багатократне відновлення корпусів;
- спосіб економічно виправданий та забезпечує ресурс відремонтованих насосів на рівні нових.

2.5 Проектування технологічного процесу відновлення корпусу шестеренного насоса аргоно- дуговим наплавленням

2.5.1 Розробка структурної послідовності технологічного процесу відновлення корпусу шестеренного насоса аргоно-дуговим наплавленням

Структурна послідовність технологічного процесу передбачає його поділ на операції з їх змістом і послідовністю виконання.

Правильний вибір переліку операцій і послідовність їх виконання, а також підбір необхідного обладнання дозволяє реалізувати всі переваги обраного методу відновлення й забезпечить необхідну якість відновлення деталі.

Деталь надходить на відновлення з розбирально-мийної дільниці. В таблиці 2.5 наведено перелік операцій відновлення корпусу по обраному методу.

Таблиця 2.5 - Технологічний процес відновлення корпусу шестеренного насосу аргонно-дуговим наплавленням

Найменування операції	Зміст операції
1	2
005 Дефектувальна	Визначити технічний стан корпусу.
010 Термічна	Завантажити корпус в піч. Нагріти корпус для випалювання мастила температурі 300...350°C.
015 Очисна	Очистити поверхні колодязів від нагару
020 Наплавочна	Наплавити колодязі корпусу по всій висоті

Подовження таблиці 2.5

1	2
025 Гартування	Нагріти корпус в електропечі до температури 520...535°C, витримати на протязі 3 годин, охолодити в нагрітій до температури 70°C воді.
030 Відпускання	Нагріти корпус в електропечі до температури 180°C, витримати на протязі 4 годин, охолодити на повітрі
035 Фрезерна	Фрезерувати площину під етикетку, витримуючи розмір $h=110,5\pm0,4$ мм і шорсткість 6,3.
040 Фрезерна	Фрезерувати площину під кришку, витримуючи розмір $h=109,5\pm0,4$ мм і шорсткість 2,5.
045 Фрезерна	Фрезерувати площину під патрубки, витримуючи розмір $54\pm0,2$ мм до осі і шорсткість 2,5.
050 Свердлильна	Свердлити два отвори Ø6 мм на глибину 10 мм під установчі штифти. Відстань до осі $a=35\pm0,1$ мм, $b=25\pm0,25$ мм. Шорсткість 3,2.
055 Розточувальна	Розточити в корпусі колодязі на всій висоті по $\text{Ø}55^{+0,02}$ та канавку під кільце ущільнення, витримуючи розміри $b=2,4^{+0,1}_{-0,05}$ мм і $R=33^{0,5}$. Шорсткість 3,2.
060 Розточувальна	Розточити виточку під вкладиш, витримуючи розміри: $\text{Ø}58,8^{+0,2}$ мм, глибина $h=24^{+0,5}$ мм. Шорсткість 12,5.

2.5.2 Обґрунтування вибору технологічного обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту

Основним принципом при виборі необхідного обладнання є технологічна та економічна доцільність використання того чи іншого верстата в умовах даного виробництва.

В умовах серійного виробництва як правило використовують універсальне обладнання, що дозволяє виконувати необхідний обсяг робіт при мінімальній кількості робочих місць.

При виборі обладнання слід керуватися наступними принципами:

1. Узгодженість технологічного обладнання та технологічних операцій;
2. Узгодженість розмірів робочої зони верстата з габаритами оброблюваної деталі;
3. Велика продуктивність виконання операції при мінімальній собівартості їх виконання.
4. Узгодженість продуктивності обладнання річній програмі відновлення деталей.

При виборі ріжучого інструменту слід обирати такий, використання якого дасть змогу задовольнити технічні вимоги на оброблювані поверхні деталі.

Вибір вимірювального інструменту залежить перш за все від того, чи зможе робітник використовуючи його забезпечити необхідну точність вимірювання за умови високої продуктивності.

Керуючись приведеними вище принципами здійснюють вибір необхідного обладнання, ріжучого та вимірювального інструмента, необхідних при відновленні корпусу шестеренного насосу.

Вибране технологічне обладнання приведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - технологічне обладнання, ріжучий та вимірювальний інструмент, необхідний для відновлення корпусу шестеренного насоса

Назви операцій, найменування та марки технологічного обладнання та	Найменування пристосування та ріжучого	Найменування та марки вимірювального
--	--	--------------------------------------

його коротка характеристика.	інструменту.	інструмента
1	2	3
005 Дефектувальна. Стіл дефектувальника	ОРГ 1468-01-090	
010 Термічна. Електропіч Н65×130. Максимальна температура нагрівання 1000°С.	Кліщі спеціальні.	
015 Очисна Верстат вертикально-свердлильний 2Н135, розміри столу 450×500мм, N=4кВт, n=31...1400об/хв. Габаритні розміри 1030×825мм.	Йорж металевий	
020 Наплавочна Установка для автоматичного наплавлення Джерело живлення УДГ-301 Захисний газ аргон марки А ГОСТ10157-73	Дріт СвАМг-6 Ø2мм	
025 Гартувальна. Електропіч Н65×130. Максимальна температура нагрівання 1000°С. Ванна 160-000-00, габарити 650×1300×400мм.	Кліщі спеціальні..	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125 ГОСТ 166-63.

Продовження таблиці 2.6

1	2	3
030 Відпускання. Електропіч Н65×130. Максимальна температура нагрівання 1000°С. Ванна 160-000-00, габарити 650×1300×400мм.		Штангенциркуль ШЦ-I-0-125 ГОСТ.166-63.
040 Фрезерна. Верстат вертикально-фрезерний 6Р10. Розміри столу 160×630мм, N=3кВт, n=50...2240об/хв, Сповз=Споп=25...1120мм/об, Сверт=12,5...560мм/хв. Габаритні розміри 1445×1875мм	Оправка ПТ-1468-II-760 фреза ГОСТ.9304- 69	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125 ГОСТ.166-63.
045 Фрезерна. Верстат вертикально-фрезерний 6Р10.	Оправка	Штангенциркуль

Розміри столу 160×630мм, N=3кВт, n=50...2240об/хв, S _{повз} =S _{поп} =25...1120мм/об, S _{верт} =12,5...560мм/хв. Габаритні розміри 1445×1875мм.	ПТ-1468-П-760, фреза ГОСТ 9304-69	ШЦ-I-0-125 ГОСТ 166-63.
050 Свердлильна. Верстат вертикально-свердильний 2Н135. Розміри столу 450×500мм, N=4кВт, n=31...1400об/хв, габаритні розміри 1030×825мм.	Патрон I-2-Ц, свердло ГОСТ 4010-77.	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125 ГОСТ 166-63.
055 Розточувальна. Верстат горизонтально-розточний 2М615. Розміри столу 900×1000мм, N=4,5кВт, n=20...1600об/хв. Габаритні розміри 4330×2590мм.	Різець ВК-3 ГОСТ 10044-75 тип 2, борштанга.	Калібр 8530-4003, штанген-глибиномір ГОСТ 165-64.
060 Розточувальна. Верстат горизонтально-розточний 2М615. Розміри столу 900×1000мм, N=4,5кВт, n=20...1600об/хв. Габаритні розміри 4330×2590мм.	Різець ВК-3 ГОСТ 10044-75 тип 2, борштанга.	Штангенциркуль ШЦ-II-0-200 ГОСТ 166-63
080 Свердлильна. Верстат вертикально-свердильний 2Н135, розміри столу 450×500мм, N=4кВт, n=31...1400об/хв. Габаритні розміри 1030×825мм.	Свердло Ø23,5 ГОСТ 2092-77	Пробка Ø23,5 ^{+0,1} 8133-4001

Продовження таблиці 2.6

1	2	3
085 Різьбонарізна. Верстат різьбонарізний 2056, діаметр різьби до М18, N=1,3кВт, n=112...1120об/хв. Габаритні розміри 870×590мм.	Патрон запобіжний тип II ГОСТ 8255-56, мітчик М10 Д2-П ГОСТ 3266-60.	Пробка різьбова М10 кл. 2 ГОСТ 2016-68.
090 Контрольна. Стіл дефектувальника ОРГ-1468-01-090.		

2.5.3 Вибір установочних баз

Базою – називають поверхню, замінюючи її сукупність поверхонь, вісь, точку деталі або збірної одиниці, по відношенню до яких орієнтуються інші деталі або поверхні, поверхні деталей, що обробляються або збираються на даній операції .

За призначенням бази поділяються на технологічні, вимірювальні, конструкторські.

Технологічною базою поверхонь називають ту, що визначає положення деталі або складальної одиниці в процесі її виготовлення чи відновлення.

При виборі установчих баз потрібно дотримуватися їх простоти, тобто входження меншої кількості базуючих поверхонь. За цим стоїть простота й дешевизна пристосування для закріплення деталі на верстаті. Але не забуваємо й про технологію обробки, коли потрібно обробити поверхню, а для цього так чи інакше потрібно з базувати деталь.

Перша верстатна обробка – фрезерна. Базуємо деталь по привалочній площині й боковій зовнішній поверхні корпусу. Таке ж базування й на обробку привалочної площини, тільки навпаки, тут буде базою вище оброблена поверхня (рис.2.1).

Для фрезерування площин під патрубку базою буде одна з площин під патрубку й обидві попередні оброблені площини.

Для розточних операцій базою будуть поверхня під кришку й під етикетку, а також отвори під установчі штифти і отвори під болти. На зенкерувальну операцію бази ті ж самі.

Для свердлильних операцій базами будуть привалочні площини й площини під патрубку.

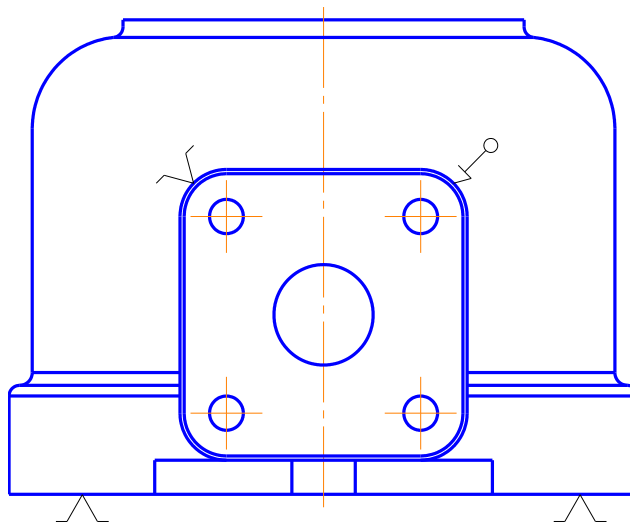


Рисунок 2.1 - Схема базування корпусу при верстатній обробці.

2.5.4 Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних операцій відновлення корпусу шестеренного насосу. Розрахунок норм часу виконання технологічних операцій

Однією з важливих умов якісного виконання операцій є правильний вибір режимів їх виконання. Вибір науково-обґрунтованих режимів виконання технологічних операцій – один з важливих моментів розробки технологічного процесу відновлення деталі, потребує ретельного підходу.

Також важливим моментом проектування є розрахунок технічних, економічно доцільних норм часу виконання операцій.

«Штучний час виконання технологічних операцій будемо визначати за формулою:

$$T_{ш} = T_o + T_d + T_{дод},$$

де $T_{ш}$ – штучний час виконання операції, хв;

T_o – основний час, що витрачається на обробку деталі, хв;

T_d – допоміжний час, що витрачається на встановлення і зняття деталі з верстату, прохід, налагодження і керування верстатом;

$T_{дод}$ – додатковий час, складається з часу на організаційно-технічне обслуговування робочого місця, часу на перерву і відпочинок:

$$T_{дод} = T_{оп} \cdot K / 100;$$

де $T_{оп}$ – операційний час, визначається за формулою:

$$T_{оп} = T_o + T_d;$$

K – відсоток допоміжного часу від оперативного.» [2]

2.5.4 Розрахунок режимів і норм часу виконання технологічних операцій

005 Дефектувальна

Визначити технічний стан корпусу.

$$T_o = 3,5 \cdot 3; T_d = 0,8 \cdot 3; T_{опр} = 3,5 + 0,8 = 4,3 \text{ хв};$$

$$T_{дод} = 4,3 \cdot 6 / 100 = 0,26 \text{ хв.}, \text{ тоді } T_{оп} = 4,3 + 0,26 = 4,6 \text{ хв.}$$

010 Термічна

Завантажити корпус в піч. Нагріти корпус для випалювання залишків мастила при температурі 300...350°C. Тривалість 5 хв. Партія $n=70$ деталей.

$$T_o = 5 \text{ хв}; T_d = 20 \text{ хв}; T_{опр} = 5 + 20 = 25 \text{ хв};$$

$$T_{дод} = 25 \cdot 5 / 100 = 1,25 \text{ хв.}, \text{ тоді } T_{оп} = 20 + 1,25 = 21,25 \text{ хв.}$$

Технічна норма часу на виконання операції для однієї деталі

$$T_n = 26,25 / 70 = 0,375 \text{ хв.}$$

015 Очисна

Очистити поверхні корпусу металевим йоржем до металевого блиску

$$T_o = 3 \text{ хв}; T_d = 2 \text{ хв}; T_{оп} = 3 + 2 = 5 \text{ хв};$$

$$T_{дод} = 2 \cdot 8 / 100 = 0,16 \text{ хв}, \text{ тоді норма часу } T_{оп} = 2 + 0,16 = 2,16 \text{ хв.}$$

020 Наплавочна

Наплавлення корпусу проводять на наплавлювальній установці дротом СВАМГ-6 сила зварювального току $I_{зв} = 260 \dots 280 \text{ А}$, швидкість зварювання $V_{зв} = 20 \dots 25 \text{ м/год}$. Витрата аргону 6...8 дм³/хв

$$T_o = 13 \text{ хв}; T_d = 2 \text{ хв}; T_{оп} = 13 + 2 = 15 \text{ хв};$$

$$T_{дод} = 15 \cdot 5 / 100 = 0,75 \text{ хв};$$

$$\text{норма часу для партії } T_n = 15 + 13 = 28 \text{ хв};$$

$$\text{норма часу для однієї деталі } T_n = 15 / 70 = 0,21 \text{ хв.}$$

025 Гартувальна

Нагріти корпус в електропечі до температури 520...535°C, витримати на протязі 3 годин, охолодити в нагрітій до температури 70°C воді. Партія n=70 деталей.

$$T_o=180+0,3=180,3\text{хв}; T_d=20\text{хв}; T_{оп}=180,3+20=200,3\text{хв};$$

$$T_{дод}=200,3 \cdot 5/100=10\text{хв.}, \text{ тоді норма часу:}$$

$$\text{для партії деталей } T_n=200,3+10=210,3\text{хв};$$

$$\text{для однієї деталі } T_n=210,3/70=3\text{хв.}$$

030 Відпускання

Нагріти корпус в електропечі до температури 180°C, витримати на протязі 4 годин, охолодити на повітрі. Партія n=70 деталей.

$$T_o=240\text{хв}; T_d=20\text{хв}; T_{оп}=240+20=260\text{хв};$$

$$T_{дод}=260 \cdot 5/100=13\text{хв};$$

$$\text{норма часу для партії } T_n=260+13=273\text{хв};$$

$$\text{норма часу для однієї деталі } T_n=273/70=3,9\text{хв.}$$

035 Фрезерувальна

Фрезерувати площину під етикетку, витримуючи розмір $h=110,5 \pm 0,4$ мм і шорсткість 6,3. Глибина різання $t=111-110,5=0,5$ мм. Інструмент - фреза торцева, $z=14$ зубів. Подача $S_{об}=0,8$ мм/об. Швидкість різання $V_p=49$ м/хв, і частота обертів фрези $n=256$ об/хв.

Основний час на виконання операції можна визначити за формулою (при одному проході):

$$T_o=(L+L_{вп})/n \cdot S_{об},$$

де, L – довжина поверхні, що обробляється, $L=90$ мм;

$L_{вп}$ – сумарна довжина врізання і пробігу інструмента $L_{вп}=8$ мм;

N – кількість обертів за хвилину;

$S_{об}$ – подача на один оберт фрези;

тоді

$$T_o=(90+8)/256 \cdot 0,8=0,5\text{хв}; T_d=0,7\text{хв}; T_{оп}=0,5+0,7=1,2\text{хв};$$

$$T_{\text{дод}}=1,2 \cdot 7/100=0,084\text{хв},$$

$$\text{тоді технічна норма часу } T_{\text{н}}=1,2+0,084=1,3\text{хв}.$$

040 Фрезерувальна

Фрезерувати площину під кришку, витримуючи розмір $h=109,5 \pm 0,4$ мм і шорсткість 2,5.

Глибина різання $t=110,5-109,5=1$ мм. Інструмент – фреза торцева, $z=14$ зубів. Подача $S_{\text{об}}=0,8$ мм/хв. Швидкість різання $V_{\text{р}}=49$ м/хв. Частота обертів фрези $n=2560$ об/хв.

Довжина поверхні, що обробляється $L=150$ мм; площа обробляється за один прохід два рази. $L_{\text{вп}}=8$ мм.

$$\text{Тоді основний час на виконання операції } T_0=150+8+150+8/256 \cdot 0,8=1,54\text{хв}.$$

$$T_{\text{д}}=0,7\text{хв}; T_{\text{оп}}=1,54+0,7=2,24\text{хв}; T_{\text{дод}}=2,24 \cdot 7/100=0,16,$$

$$\text{тоді технічна норма часу } T_{\text{н}}=2,24+0,16=2,4\text{хв}.$$

045 Фрезерувальна

Фрезерувати площину під патрубки, витримуючи розмір $54 \pm 0,2$ мм до осі і шорсткість 2,5.

Глибина різання $t=55-54=1$ мм. Інструмент – фреза торцева, $z=16$ зубів. Подача $S_{\text{об}}=0,8$ мм/хв. Швидкість різання $V_{\text{р}}=49$ м/хв. Частота обертів фрези $n=2560$ об/хв.

Довжина поверхні, що обробляється $L=75$ мм; площа обробляється за один прохід. Обробляється дві площини $L_{\text{вп}}=8$ мм.

$$\text{Тоді основний час на виконання операції } T_0=75+8/256 \cdot 0,8=0,4\text{хв}.$$

$T_{\text{д}}=0,7\text{хв}; T_{\text{оп}}=0,4+0,7=1,1\text{хв}; T_{\text{дод}}=1,1 \cdot 7/100=0,08$, тоді технічна норма часу з урахуванням двох поверхонь

$$T_{\text{н}}=(1,1+0,08) \cdot 2=2,36\text{хв}.$$

050 Свердлильна

Свердлити два отвори $\varnothing 6$ мм на глибину 10 мм під установчі штифти. Відстань до осі $a=35 \pm 0,1$ мм, $b=25 \pm 0,25$ мм.

Шорсткість 3,2.

Кількість обертів $n=980$ об/хв. Подача $S_{\text{об}}=0,2$ мм/хв. Операція виконується за один прохід. $L_{\text{вп}}=4$ мм, тоді основний час $T_0=10+4/0,2 \cdot 980=0,07\text{хв}.$

Допоміжний час на перший прохід 0,5, тоді $T=0,8\text{хв}$, для наступного $T_d=0,5$, тоді $T_{\text{оп}}=0,07 \cdot 2 + 0,8 + 0,5 = 1,44\text{хв}$;

$T_{\text{дод}}=1,44 \cdot 6 / 100 = 0,1\text{хв}$; норма часу $T_n=1,44 + 0,1 = 1,54\text{хв}$.

055 Розточувальна

Розточити в корпусі канавку під кільце ущільнення, витримуючи розміри $b=2,4^{+0,1}_{-0,05}\text{мм}$ і $R=33^{0,5}$. Шорсткість 3,2.

Довжина поверхні, що обробляється $L=45\text{м}$, $L_{\text{вп}}=2,4\text{мм}$. Подача $S=0,2\text{мм/об}$ при виступі різця 80мм. Швидкість різання $V_p=170\text{м/хв}$. Кількість обертів знайдемо за формулою:

$$n=318 \cdot V/d,$$

де, V – швидкість різання, хв ;

d – діаметр поверхні, що обробляється, мм .

$$n=318 \cdot 170 / 66 = 819\text{об/хв}.$$

Приймаємо $n=800\text{об/хв}$, тоді основний час $T_o=45 + 2,4 / 0,2 \cdot 800 = 0,3\text{хв}$, $T_d=0,5\text{хв}$, $T_{\text{оп}}=0,3 + 0,5 = 0,8\text{хв}$, $T_{\text{дод}}=0,8 \cdot 8 / 100 = 0,064\text{хв}$.

тоді норма часу $T_n=0,8 + 0,064 = 0,9\text{хв}$.

060 Розточувальна

Розточити виточку під вкладиш, витримуючи розміри: $\varnothing 58,8^{+0,2}\text{мм}$, глибина $h=24^{+0,5}\text{мм}$. Шорсткість 12,5.

Довжина поверхні, що обробляється $L=24\text{м}$, $L_{\text{вп}}=2\text{мм}$. Подача $S=0,2\text{мм/об}$. Швидкість різання $V_p=170\text{м/хв}$. Глибина різання $t=58,8 - 57,8 / 2 = 0,5\text{мм}$. Кількість обертів бор штанги: $n=318 \cdot 170 / 58,8 = 919\text{об/хв}$.

Приймаємо $n=900\text{об/хв}$, тоді основний час $T_o=24 + 2 / 0,2 \cdot 900 = 0,144\text{хв}$,

$T_d=0,5\text{хв}$, $T_{\text{оп}}=0,144 + 0,5 = 0,644\text{хв}$, $T_{\text{дод}}=0,644 \cdot 8 / 100 = 0,052\text{хв}$,

тоді норма часу $T_n=0,144 + 0,5 + 0,052 = 0,7\text{хв}$.

065 Розточувальна

Розточити отвори під шипи втулок в розмір $\varnothing 37^{+0,52}\text{мм}$ на глибину 15 мм, витримуючи розмір $h=99^{+0,4}\text{мм}$. Шорсткість 25.

$L_{\text{вп}}=2\text{мм}$; подача $S=0,2\text{мм/об}$ при виліті різця 80мм , $V_p=170\text{м/хв}$. Кількість обертів $n=318 \cdot 170/37=1461\text{об/хв}$.

Приймаємо $n=1400\text{ об/хв}$, тоді основний час $T_o=12+2/0,2 \cdot 1400=0,06\text{хв}$.

Допоміжний час для першого проходу $T_d=0,7\text{хв}$, для другого $T_d=0,4\text{хв}$, тоді $T_{\text{оп}}=0,06 \cdot 2+0,7+0,4=1,22\text{хв}$; додатковий час $T_{\text{дод}}=1,22 \cdot 8/100=0,1\text{хв}$. Норму часу знайдемо: $T_n=0,06 \cdot 2+0,07+0,4+0,1=1,32\text{хв}$.

070 Розточувальна

Розточити колодязі в корпусі, витримуючи перший ремонтний розмір $\varnothing 54,8^{+0,02}\text{мм}$ і глибину $L=84^{+0,1}\text{мм}$. Шорсткість 1,25.

$L_{\text{вп}}=2\text{мм}$; подача $S=0,2\text{мм/об}$. $V_p=170\text{м/хв}$. Кількість обертів $n=318 \cdot 170/54,8=986\text{об/хв}$.

Приймаємо $n=1000\text{ об/хв}$, тоді основний час $T_o=84+2/0,2 \cdot 1000=0,43\text{хв}$.

Допоміжний час для першого проходу і для встановлення – зняття деталі $T_d=0,7\text{хв}$, для другого проходу $T_d=0,4\text{хв}$, тоді $T_{\text{оп}}=0,43 \cdot 2+0,7+0,4=1,96\text{хв}$; $T_{\text{дод}}=1,96 \cdot 8/100=0,16\text{хв}$, тоді норма

часу становить $T_n=1,96+0,16=2,12\text{хв}$.

075 Свердлильна

Зенкерувати дно колодязів витримуючи розмір $L=84^{+0,1}\text{мм}$. Шорсткість 3,2.

Подача $S=0,6\text{мм/об}$. $V_p=30\text{м/хв}$., тоді $n=318 \cdot 30/54,8=174,1\text{об/хв}$.

Приймаємо $n=150\text{ об/хв}$, при $L=2\text{мм}$, тоді основний час виконання операції $T_o=84+2/0,6 \cdot 150=0,96\text{хв}$.

Допоміжний час для першого проходу і для встановлення – зняття деталі $T_d=0,5\text{хв}$, для другого проходу $T_d=0,25\text{хв}$, тоді $T_{\text{оп}}=0,96 \cdot 2+0,5+0,25=2,67\text{хв}$, тоді $T_{\text{дод}}=2,67 \cdot 6/100=0,16\text{хв}$,

норма часу становить $T_n=2,67+0,16=2,83\text{хв}$.

080 Свердлильна

Розсвердлити вхідний та вихідний отвори $\varnothing 23,5^{+0,1}\text{мм}$. Шорсткість $R_z 80$. Довжина $L=35\text{мм}$, $L_{\text{вп}}=6\text{мм}$. Операція виконується за один прохід. Кількість обертів $n=270\text{об/хв}$. Основний час знайдемо: $T_o=35+6/0,6 \cdot 270=0,25\text{хв}$, $T_d=0,5\text{хв}$, $T_{\text{оп}}=0,25+0,5=0,75\text{хв}$, $T_{\text{дод}}=0,75 \cdot 6/100=0,05\text{хв}$. З урахуванням

двох отворів норма часу: $T_n = (0,75 + 0,05) \cdot 2 = 1,6 \text{ хв.}$

085 Різьбонарізна

Калібрувати різьбу $M10 \times 1,5$ у восьми отворах на глибину $18^{+0,4} \text{ мм}$, кл 2.

$L_{\text{вп}} = 14 \text{ мм}$, $S = 1,5 \text{ мм/об}$, $V = 4,7 \text{ м/хв}$. Операція виконується за один прохід.

Кількість обертів $n = 150 \text{ об/хв}$. Основний

час: $T_o = 18 + 14 / 1,5 \cdot 150 = 0,142 \text{ хв}$. допоміжний час на перший прохід і на встановлення

– зняття деталі $T_d = 0,6 \text{ хв}$, $T_{\text{оп}} = 0,142 \cdot 8 + 0,6 + 0,2 \cdot 7 = 3,14 \text{ хв}$, тоді

$T_{\text{дод}} = 3,14 \cdot 8 / 100 = 0,25 \text{ хв}$, тоді

норма часу: $T_n = 0,142 \cdot 8 + 0,6 + 0,2 \cdot 7 = 3,4 \text{ хв}$.

090 Контрольна

Контролювати оброблені поверхні: перпендикулярність вісей колодязів не більше $0,03 \text{ мм}$; площинність площин під патрубки не більше $0,03 \text{ мм}$; паралельність привалочної площини $0,1 \text{ мм}$; несиметричність опору під вкладиш $0,1 \text{ мм}$; відхилення від циліндричності колодязів $0,01 \text{ мм}$.

Основний час $T_o = 5,25 \text{ хв}$; допоміжний час $T_d = 0,8 \text{ хв}$, тоді $T_{\text{оп}} = 5,25 + 0,8 = 6,05 \text{ хв}$; знайдемо додатковий час $T_{\text{дод}} = 6,05 \cdot 6 / 100 = 0,4 \text{ хв}$, тоді норма часу $T_n = 6,05 + 0,4 = 6,45 \text{ хв}$.

В таблиці 2.7 надається перелік операцій технологічного процесу відновлення корпусу і норми часу на їх виконання.

В процесі роботи можуть бути різні виробничі недоліки, в разі котрих відбувається втрата часу. Цей втрачений час буде ненормованим й в норми часу його не вносять.

Знаходимо підготовчий заключний час. Поділивши його на партію деталей і просумувавши з штучним часом отримуємо всю норму часу виконання операції.

Отримані дані зводимо до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Перелік операцій і час їх виконання

Назви операцій	Час виконання операцій, хв:				
	основний	допоміжний	операційний	підготовчо-заключний	норма часу
1	2	3	4	5	6
005 Дефектувальна	3,5	0,8	4,3	3	4,63
010 Термічна	0,86	0,3	1,16	6	1,27
015 Очисна	1,0	2,0	1,2	5	1,16
020 Наплавочна	1,3	2,0	1,5	8	2,16
020 Гартувальна	2,6	0,29	2,89	6	3,1
025 Відпускання	3,43	0,29	3,72	6	4
030 Фрезерна	0,5	0,7	1,2	22	1,5
035 Фрезерна	1,54	0,7	2,24	22	2,65
040 Фрезерна	0,4	0,7	1,1	22	2,6
045 Свердлильна	0,14	1,3	1,44	4	1,6
050 Розточувальна	0,3	0,5	0,8	14	1,1
055 Розточувальна	0,144	0,5	0,644	14	0,86
060 Розточувальна	0,12	1,1	1,22	14	1,5
065 Розточувальна	0,86	1,1	1,96	14	2,3
070 Свердлильна	1,92	0,75	2,67	6	2,9
075 Свердлильна	0,5	1,0	1,5	5	1,66
080 Різьбонарізна	1,14	2,0	3,14	7	3,5
090 Контрольна	5,25	0,8	6,05	3	6,5
Всього:	25,504	16,03	40,874	195	44,99

3. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Організація виконання робіт на дільниці

Після розбирання і мийки деталь надходить на дільницю відновлення. Процес починається з дефектації, тобто контролюють геометричні розміри, зовнішній стан поверхонь та ін. Ця операція проводиться візуально та із застосуванням спеціальних інструментів чи приладів.

Для роботи на пресовому обладнанні робітники забезпечуються спеціальним інструментом. На дільниці розроблено умови для безпечної роботи з нагрітими до високих температур (близько 500°C) деталями. Основне та допоміжне обладнання розміщене так, що рух деталей від однієї операції до іншої відбувається по найкоротшим відстаням у відповідності і в порядку, що відповідає технологічному процесу відновлення корпусу насосу (за технологічним та предметним принципами).

Для термічної обробки деталей підібрано все необхідне обладнання. Після гартування контролюють твердість поверхонь деталі. Механічна обробка проводиться на спеціальних верстатах відповідно до їх призначення. Робочі місця верстатників обладнані різним допоміжним пристосуванням, що полегшує виконання технологічних операцій та підвищує продуктивність праці.

Після обробки деталь контролюється на відповідність всіх відновлених поверхонь технологічним нормам, після чого надходить на комплектацію, збирання, обкатування, випробовування та фарбування зовнішньої поверхні.

3.2 Розрахунок трудомісткості і об'єму робіт на дільниці відновлення

Трудомісткість робіт, що виконуються на дільниці, - один з основних параметрів, що використовуються при проектуванні дільниці.

Використовуючи данні норм часу по кожній операції при відновленні й поділивши ці значення на шістдесят отримуємо трудомісткість робіт, що виконуються на дільниці. Отримані дані зведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - перелік робіт та трудомісткість робіт, що виконуються на дільниці

Перелік операцій	Норма часу на виконання операцій, хв.
------------------	---------------------------------------

005 Дефектувальна	4,63
010 Термічна	1,27
015 Очисна	1,16
020 Наплавочна	2,16
020 Гартувальна	3,1
025 Відпускання	4
030 Фрезерна	1,5
035 Фрезерна	2,65
040 Фрезерна	2,6
045 Свердлильна	1,6
050 Розточувальна	1,1
055 Розточувальна	0,86
060 Розточувальна	1,5
065 Розточувальна	2,3
070 Свердлильна	2,9
075 Свердлильна	1,66
080 Різьбонарізна	3,5
090 Контрольна	6,5
Всього:	44,99

Таким чином трудомісткість відновлення деталі $t=0,75$ люд.-год.

Програма ремонту корпусів становить $N=9000$ деталей, тоді річна трудомісткість дільниці

$$T=t \cdot N=0,75 \cdot 9000=6750 \text{ чел.-год.},$$

Для розрахунку основного обладнання та для відновлення необхідної робочої сили необхідно розподілити загальну трудомісткість по видам робіт. Роботи, що виконуються на однаковому обладнанні, сумуються.

Трудомісткість робіт, що виконуються на дільниці, перемножена на річну програму ремонту зведено у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Розподіл трудомісткості ремонту по видам робіт

Види робіт на дільниці	Трудомісткість робіт, люд.-год.
1. Дефектувальні	694,5
2. Термічні	1255,5
3. Фрезерувальні	1012,5
4. Розточувальні	864
5. Свердлильні	1098
6. Різьбонарізні	525
7. Контрольні	975,5
8. Наплавлювальні	324
Всього:	6750

3.3 Розрахунок фондів часу

«Розрахунок фондів часу для дільниці ведуться для поточного року. Приймаємо однозмінний режим роботи при 40-годинному робочому тижні. Тривалість зміни $t_c=8$ годин.

Кількість робочих днів у році $D_p=251$.

Номінальний річний фонд часу.

$$\Phi_n = D_p \cdot t_c - D_n \cdot (t_c - t_1),$$

де $D_n=5$ – кількість передсвяткових днів у році;

t_1 – тривалість зміни в передсвяткові дні, тоді

$$\Phi_n = 251 \cdot 8 - 5 \cdot (8 - 7) = 1979 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу робітників менший від номінального річного фонду й визначається за формулою:

$$\Phi_d = \Phi_n - (d_o + d_y + d_d + d_r + d_n),$$

де d_o – кількість відпускних днів робітників: для ковалів, термістів, зварників та малярів $d_o=24$ дні, для інших робітників $d_o=18$ днів;

d_y – кількість відпускних днів робітникам, які навчаються, $d_y=20$ днів;

d_d - кількість днів декретної відпустки, що складає близько 1,5% від кількості робочих днів у році;

d_r – кількість днів невиходу на роботу, пов'язаних з виконанням державних та громадських обов'язків, що складають 0,3% від кількості робочих днів;

d_n – кількість інших невиходів на роботу, що складає 0,5% від кількості робочих днів.» [6, 7]

Для зварників, термістів, малярів та ковалів річний фонд часу

$$\Phi_d = 1979 - (24 + 20 + 248 \cdot 0,015 + 248 \cdot 0,003 + 248 \cdot 0,005) \cdot 8 = 1529 \text{ год.}$$

Річний фонд часу для інших робітників

$$\Phi_{\text{д}}=1979-(18+20+248\cdot 0,015+248\cdot 0,003+248\cdot 0,005)\cdot 8=1577\text{год.}$$

Фонд часу робочого місяця

$$\Phi_{\text{рм}}=\Phi_{\text{н}}\cdot N_{\text{р}}\cdot c,$$

де $N_{\text{р}}$ – кількість робітників, що одночасно працюють на одному робочому місці, $N_{\text{р1}}=1$, $N_{\text{р2}}=2$ робітники;

c – кількість змін, $c=1$ або $c=2$ зміни, тоді

$$\Phi_{\text{рм.11}}=1979\cdot 1\cdot 1=1979\text{год},$$

$$\Phi_{\text{рм.12}}=1979\cdot 1\cdot 2=3958\text{год},$$

$$\Phi_{\text{рм.22}}=1979\cdot 2\cdot 2=7916\text{год}.$$

Номінальний та дійсний річні фонди часу обладнання визначаються за формулами відповідно

$$\Phi_{\text{он}}=\Phi_{\text{н}}\cdot c,$$

$$\Phi_{\text{од}}=\Phi_{\text{н}}\cdot c\cdot \eta,$$

де η – коефіцієнт використання обладнання в часі, при $c=1$ $\eta=0,98$; при $c=2$ $\eta=0,95$, тоді

$$\Phi_{\text{он.1}}=1979\cdot 1=1979\text{год},$$

$$\Phi_{\text{он.2}}=1979\cdot 2=3958\text{год},$$

$$\Phi_{\text{од.1}}=1979\cdot 1\cdot 0,98=1940\text{год},$$

$$\Phi_{\text{од.2}}=1979\cdot 2\cdot 0,95=3760\text{год}.$$

3.4 Розрахунок кількості робітників

«Загальна кількість робітників на ділянці

$$P_3 = \frac{T}{\Phi_{\text{н}} \cdot K},$$

де T – загальна трудомісткість ремонту;

$\Phi_{\text{н}}$ – номінальний фонд часу;

K – запланований коефіцієнт перевиконання річної програми, $K=1,05$, тоді»

[6, 7]

$$P_3 = \frac{6750}{1979 \cdot 1,05} = 3,25$$

Прийнята кількість робітників $P_3=3$ чоловіки.

Кількість робітників за списком

$$P_c = \frac{T}{\Phi_{др} \cdot K},$$

де $\Phi_{др}$ – дійсний річний фонд часу, $\Phi_{др}=1577$ год, тоді

$$P_c = \frac{6750}{1577 \cdot 1,05} = 4,07.$$

Приймаємо кількість робітників $P_c = 4$ чол.

Кількість допоміжних робітників

$P_d = 0,1 \cdot P_c = 0,1 \cdot 4 = 0,4$, приймаємо $P_d = 1$ чоловік;

Чисельність робітників загальна та за списком приведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Результати розрахунків кількості робітників

Найменування спеціальності робітників	Трудомісткість операцій люд.-год.	Дійсний річний фонд робітників, год.	Кількість робітників			
			Загальна		За списком	
			Розрахунок а	Прийнята	Розрахунок а	Прийнята
1. Дефектувальники	694,5	1632	0,33	1	0,4	1
2. Термісти	1255,5	1584	0,6	1	0,73	1
3. Зварювальники	324	1584	0,11	1	0,14	1
4. Фрезерувальники	1012,5	1632	0,44	1	0,53	1
5. Розточувальники	864	1632	0,4	1	0,44	1
6. Свердлильники	1098	1632	0,43	1	0,53	1
7. Різьбонарізники	525	1632	0,51	1	0,63	1
8. Контролери	975,5	1632	0,46	1	0,6	1
Всього:	6750	-	3,3	8	4	8

Відомість робітників дільниці зведено у таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Відомість робітників дільниці

Робітники	Кількість, чол	Кількість робітників за розрядами			
		III	IV	V	VI
1. Дефектувальники	1			1	
2. Термісти	1			1	
3. Зварювальники	1			1	
4. Фрезерувальники	1		1		
5. Розточувальники	1		1		
6. Свердлильники	1		1		
7. Різьбонарізники	1		1		
8. Контролери	1		1		
9. Допоміжні робітники	1			1	

Всього робітників	9				
-------------------	---	--	--	--	--

3.5 Розрахунок кількості робочих місць на дільниці

Кількість робочих місць визначається за трудомісткістю ремонту деталей,

$$N = \frac{T}{\Phi_{\text{до}} \cdot K},$$

де K – середній коефіцієнт завантаження робочого місця, $K=0,85$, тоді

$$P_c = \frac{6750}{1940 \cdot 0,85} = 4,09.$$

Прийнята кількість робочих місць $N=5$.

3.6 Розрахунок кількості технологічного обладнання на дільниці

Основним технологічним обладнанням на дільниці є

- стіл дефектувальника і контролера;
- пристосування для аргоно-дугового наплавлення;
- термічне обладнання;
- верстатне обладнання.

Необхідну кількість технологічного обладнання визначають за формулою

$$N = \frac{T \cdot K_1}{\Phi_{\text{до}} \cdot K_2},$$

де T – річна трудомісткість робіт, що виконуються на даному обладнанні (таблиця 1.2.);

K_1 – коефіцієнт завантаження підприємства, $K_1=1,0$;

K_2 – коефіцієнт використання обладнання, $K_2=0,9$;

$\Phi_{\text{до}}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, $\Phi_{\text{до}}=1944$ год.

Кількість столів, необхідних для дефектування та контролю визначається через трудомісткість дефектувальних та контрольних робіт (таблиця 3.2.).

$$N = \frac{(694,5 + 970,5) \cdot 1}{1940 \cdot 0,9} = 0,95 \text{ шт.}$$

Прийнята кількість столів N=1.

Аналогічно визначається кількість іншого обладнання.

Кількість зварювальних установок

$$N = \frac{324 \cdot 1}{1940 \cdot 0,9} = 0,19 \text{ шт.}$$

Прийнята кількість N=1.

Кількість електропечей

$$N = \frac{1255,5 \cdot 1}{1940 \cdot 0,9} = 0,72 \text{ шт.}$$

Прийнята кількість електропечей N=1.

Кількість верстатів для фрезерування

$$N = \frac{1012,5 \cdot 1}{1940 \cdot 0,9} = 0,59 \text{ шт.}$$

Прийнята кількість верстатів для фрезерування N=1.

Кількість верстатів для розточування

$$N = \frac{864 \cdot 1}{1940 \cdot 0,9} = 0,49 \text{ шт.}$$

Прийнята кількість верстатів для розточування N=1.

Кількість верстатів для свердління

$$N = \frac{1098 \cdot 1}{1940 \cdot 0,9} = 0,63 \text{ шт.}$$

Прийнята кількість верстатів для свердління N=1.

Кількість верстатів для нарізання різьби

$$N = \frac{525 \cdot 1}{1940 \cdot 0,9} = 0,3 \text{ шт.}$$

Прийнята кількість верстатів для нарізання різьби N=1.

Інше необхідне технологічне обладнання підбирається за типовими проектами виходячи з програми ремонту та виробничої необхідності. Список а також деякі характеристики обраного технологічного обладнання для дільниці відновлення

корпусів насосів методом гарячого пластичного деформування приведений у відомості технологічного обладнання (таблиця 3.5).

Таблиця 3.5 - Відомість технологічного обладнання дільниці

Найменування обладнання	Марка	Кількість	Габаритні розміри	Площа, м ²	Встановлена потужність кВт
1. Стіл дефектувальника контролера	ОРГ-1468-01-090	1	2,4×0,8	1,92	-
2. Шафа з набором інструменту дефектувальника	ОРГ-1661	1	0,6×0,75	0,45	-
3. Секційний стелаж для деталей	ОРГ-1469-05-230	2	1,4×0,56	0,78×2	-
4. Електропіч	H65×130	1	1,8×2,5	4,5	70
5. Пристосування для аргоно-дуг наплавлення	-	1	0,6×1,2	0,72	5
6. Ванна для гартування	160-00-000	1	1,3×0,65	0,85	-
7. Стелаж секційний	2247	4	1,4×0,45	0,63×4	-
8. Твердомір Бріннеля	ТШ-2	1	0,7×0,23	0,16	0,52
9. Прес гідравлічний	П474А	1	2,8×1,5	4,2	7,5
10. Кошик для деталей	-	2	1,2×0,5	0,6	-
11. Верстат вертикально-фрезерний	6Р10	1	1,45×1,9	2,76	3,0
12. Верстат вертикально-свердлильний	2Н135	1	1,03×0,83	0,85	4,0
13. Верстат горизонтально-розточний	2М615	1	4,3×2,6	11,2	4,5
14. Верстат різьбонарізний	2056	1	0,9×0,6	0,56	1,3

15. Стелаж для деталей	2242	1	3,1×0,6	0,86	-
16. Тумба верстатника	-	4	0,5×0,5	0,25	-
17. Кран-балка	КБК-3,0	1	-	1,8	1,5
Всього:	-	26	-	36,63	97,32

3.7 Розробка планування дільниці

До виробничих площ дільниці відносяться площі, на яких розташовується основне технологічне обладнання, допоміжне, під'ємно-транспортне обладнання а також стенди та стелажі. Сюди ж відносяться робочі проходи, проїзди між робочими місцями та робочим обладнанням а також площі, зайняті відновлюваними деталями.

Виробничі площі розраховуються за формулою:

$$F_d = S_z \cdot K,$$

де S_z – загальна площа, яку займає обладнання (таблиця 3.5)

K – коефіцієнт робочої зони, $K=3,5 \dots 4,0$. Приймаємо $K=4,0$, тоді

$$F_d = 36,63 \cdot 4,0 = 146,52 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $F_d = 144 \text{ м}^3$.

При плануванні дільниці керуються тим, що рух основної маси деталей відбувається без перехрещень і повернень.

Виходячи з розрахункових площ обраного та розрахованого обладнання проектуємо технологічне планування дільниці, дотримуючись встановлених норм між обладнанням, враховуючи вимоги виробничої санітарії та техніки безпеки.

Розміри дільниці обираємо з її розрахованої площі та враховуючи розміри цеху, де вона розташовується.

Сітка колон уніфікована. Висота приміщення залежить від висоти цеху і становить 6м. Товщина стін для середньої зони від 38 до 51см. Переріз колон 300×300, 400×400 та 600×600мм. висота дверей не менше 2 метрів, ширина $h=0,8 \dots 1,4\text{м}$.

3.8 Вибір підйомно-транспортних засобів

Враховуючи характер продукції, масу і габаритні розміри деталей, а також обраний порядок робіт на дільниці, обираємо наступні підйомно-транспортні засоби:

- кран-балка вантажопід'ємністю 30,0кН – 1 шт;
- електрокар вантажопід'ємністю 5,0кН – 2 шт;
- тара транспортна для деталей – 1 шт.

3.9 Енергетичні розрахунки по дільниці

3.9.1 Розрахунок силової електроенергії

Для визначення середньорічних втрат електричної енергії дільниці з таблиці 3.5 визначають встановлену потужність електрообладнання $P_{вст}$, а потім з урахуванням коефіцієнта попиту визначають активну потужність за формулою:

$$P_a = \sum_{i=1}^n P_{вст.i} \cdot \eta_i$$

де η_i – коефіцієнт попиту, що враховує втрати в електродвигунах, недовантаження обладнання по потужності і неодноразовість роботи електроприймачів. Тоді

$$P_a = 70 \cdot 0,75 + 5 \cdot 0,15 + 0,52 \cdot 0,15 + 7,5 \cdot 0,2 + 1,5 \cdot 0,1 + (3,0 + 4,0 + 4,5 + 1,3) \cdot 0,15 = 56,9 \text{ кВт}$$

Визначивши активну потужність електроприймачів можна визначити сумарні витрати електроенергії на дільниці

$$W_e = P_a \cdot \Phi_{од} \cdot K,$$

де $\Phi_{од}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання дільниці;

K – коефіцієнт завантаження обладнання в часі, $K=0,7$, тоді

$$W_e = 56,9 \cdot 1940 \cdot 0,7 = 77270 \text{ кВт}.$$

Середньорічні витрати енергії на освітлення

$$W_{ос} = \frac{T_{ос} \cdot F_d \cdot S_o}{1000},$$

де $T_{ос}$ – використання енергії на освітлення, $T_{ос}=1940$ год/рік;

F_d – площа дільниці, $F_d=144 \text{ м}^2$;

S_o – питома потужність навантаження на освітлення, $S_o=15 \text{ Вт/м}^2$, тоді

$$W_{ос} = \frac{1940 \cdot 144 \cdot 15}{1000} = 4190,4 \text{ кВт}.$$

Річні витрати електроенергії на дільниці відновлення корпусів

$$W = 77270 + 4190,4 = 81460,4 \text{ кВт}.$$

3.9.2 Розрахунок середньорічних втрат тепла на обігрівання приміщення дільниці

Річні витрати пару на обігрівання приміщення

$$Q_n = \frac{g_m \cdot T_{оп}}{1000 \cdot i} \cdot V_d,$$

де g_m – втрати тепла на 1 м^3 споруди, $g_m=20\text{ ккал}/(\text{год} \cdot \text{м}^3)$;

$T_{оп}$ – тривалість опалювального сезону,

$$T_{оп}=24 \cdot 180=4320\text{ год};$$

i – тепловміст пару, $i=540\text{ ккал}/\text{год}$;

V_d – об'єм дільниці, при висоті $h=6\text{ м}$

$$V_d = F_d \cdot h = 144 \cdot 6 = 864\text{ м}^3,$$

тоді

$$Q_n = \frac{20 \cdot 4320}{1000 \cdot 540} \cdot 864 = 138,24\text{ т.}$$

Витрати пару на виробництво

$$Q_n = \frac{g_m \cdot T_{оп}}{1000 \cdot \kappa \cdot \eta} \cdot V_d,$$

де η – ККД котельного обладнання, $\eta=0,75$;

κ – теплотвірна здатність умовного палива, $\kappa=7000\text{ ккал}/\text{кг}$, тоді

$$Q_n = \frac{20 \cdot 4320}{1000 \cdot 7000 \cdot 0,75} \cdot 864 = 14,22\text{ т.}$$

Річні витрати пари

$$Q_n = 138,24 + 14,22 = 152,46\text{ т.}$$

3.9.3 Розрахунок освітлення дільниці

Для розрахунку природного освітлення необхідно підібрати відповідні розміри вікон. Площа засклення повинна забезпечувати нормальну освітленість і визначається з формули:

$$S = \frac{F_d \cdot E_{ср} \cdot \eta}{100 \cdot T_o \cdot R \cdot k},$$

де $E_{ср}$ – нормована середня освітленість, $E_{ср}=5\text{ лм}$;

T_o – коефіцієнт пропускання світла, $T_o=0,35$;

η – світлова характеристика вікна, $\eta=9$;

R – коефіцієнт, що враховує вплив відбитого світла, $R=2,4$;

k – коефіцієнт затінення вікон, $k=1,7$.

Тоді площа засклення

$$S = \frac{143,65 \cdot 5 \cdot 9}{100 \cdot 0,35 \cdot 2,4 \cdot 1,7} = 45,3 \text{ м}^2.$$

В розрахунок штучного освітлення входить визначення кількості електричних ламп, яка визначається за формулою:

$$S = \frac{F_d \cdot E_{\text{ср}} \cdot k}{F_o \cdot \eta},$$

де $E_{\text{ср}}$ – середня освітленість на дільниці, $E_{\text{ср}}=75$ люкс;

k – коефіцієнт запасу освітлення, $k=1,6$;

F_o – світловий потік обраної лампи, $F_o=1500$ люмен при потужності ламп $P=80$ Вт. Для освітлення дільниці використовуються лампи люмінесцентного освітлення типу ЛБ, для яких $\eta=0,4$, тоді

$$S = \frac{144 \cdot 75 \cdot 1,6}{1500 \cdot 0,4} = 28,8 \text{ шт.}$$

Прийнята кількість ламп штучного освітлення дільниці $S=29$.

Для запобігання стробоскопічному ефекту лампи монтуються у спеціальні світильники по дві в кожен, тоді кількість ламп $S=30$, а кількість світильників $N_{\text{св}}=15$.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Заходи щодо забезпечення безпеки умов праці при виконанні ремонту масляних насосів

Технологічні процеси під час ремонту масляних насосів відповідають ГОСТ 12.3 002-85. На електричне устаткування передбачене захисне заземлення контурами за ДСТУ Б В.2.5-82:2016, при цьому опір пристрою, що заземлює, не перевищує 4 Ом, струмоведучі електричні елементи ізолювані, оснащені автоматичними запобіжниками, силові установки поміщені у вологонепроникну ізоляцію.

Організація робочих місць ділянки відповідає нормам ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 і виконана з застосуванням сучасних досягнень у проектуванні дільниць.

Робочі місця оснащені дерев'яними решітками під ноги. Пускові розподільні щити розташовані в недоступних місцях і знаходяться в спеціальних захисних шухлядах із дверцятами, що заціпаються.

Аналіз виробничих процесів на дільниці ремонту масляних насосів дозволив визначити, що основними небезпеками при виконанні робіт є:

- при експлуатації електрифікованого устаткування створюються небезпеки поразки людини електричним струмом при відсутності, або несправності заземлення;
- при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт і експлуатації підйомно-транспортного устаткування створюються небезпека падіння і перекидання вантажів, обривів вантажопідйомних канатів і тросів, порушення правил експлуатації, термінів техобслуговувань і ремонтів створює небезпеки одержання травм;
- при проведенні нестандартних чи тимчасових кріплень, застосуванні нестандартних інструментів, неправильному виборі режимів обробки створюються небезпеки одержання травм;
- нераціональне розміщення технологічного устаткування і захламленість працюючих місць можуть привести до травм;
- при роботі з нагрівальним устаткуванням створюються небезпека одержання, опіків і травм, пов'язаних з порушенням технологій;
- при роботі з верстатним, пресовим та іншим устаткуванням існує небезпека одержання механічних травм.

Основними шкідливостями при проведенні робіт з ремонту масляних насосів будуть:

- високий рівень шуму;
- задимленість і загазованість повітря робочої зони;
- при недостатній освітленості робочих місць можливі стомлення і захворювання органів зору;
- недотримання метеорологічних умов приводить до простудних захворювань, або до перегріву;
- при недостатній вентиляції можливе перегрівання організму робітників.

Висновки

У бакалаврській роботі на тему «Розробка технології відновлення корпусів шестеренних насосів у ПРАТ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький» розглянуто:

в загальній частині – умови роботи шестеренного насоса НШ-32-ЗУК, конструктивні особливості його корпусу та вимоги, що висуваються до надійності та довговічності деталі, а також розглянуто деякі методи відновлення корпусів насосів НШ;

в технологічній частині проекту обрано найбільш раціональний метод відновлення деталі та розроблено технологію її відновлення методом аргоно -дугового наплавлення; підібрано необхідне технологічне обладнання, ріжучий та вимірювальний інструмент; підібрано й розраховано режими виконання технологічних операцій і технічні норми часу їх виконання;

в організаційній частині визначено перелік робіт, що виконуються на ділянці ремонту, визначено їх трудомісткість та річну програму виробництва; визначено штатний розпис ділянки, кількість основних та допоміжних робітників; підібрано і розраховано необхідну кількість основного та допоміжного технологічного обладнання; розраховано площу ділянки та визначено оптимальне розташування технологічного обладнання; визначено необхідну кількість силової електроенергії та пару; розраховано освітлення ділянки;

в розділі “охорона праці” висвітлені заходи щодо забезпечення безпеки умов праці при виконанні ремонту масляних насосів

Список використаної літератури

1. Техническое обслуживание и ремонт машин под ред. Лауша П.В.- К.: Вища школа, 1983 г - 351 с.
2. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "технология с.-х. машиностроения", для студентов специальности 1503, Кировоград, КИСМ, 1983.
3. И.А. Булей, Н.И. Иващенко, О.В. Мельников Проектирование ремонтных предприятий сельского хозяйства. К.: Вища школа, 1981 г.
4. Методические указания по организационно-экономическим расчетам проектирования производственных участков ремонтных предприятий. Кировоград, КИСМ - 1987 г.
5. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине "Технология сельскохозяйственного машиностроения". Кировоград - 1985 г.
6. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: навч. посібник – К.: Вища шк., 1993. – 287 с.
7. Булей И.А., Иващенко В.Д, Мельников В.Д. Проектирование ремонтных предприятий сельского хозяйства – К.: Вища шк., 1981. – 416 с.
8. Говорущенко Н.Я. Техническая эксплуатация автомобилей. – Харьков: Вища школа, 1984. – 312 с.
9. Ремонт машин/ О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, А.Я.Поліський та ін.; За ред. О.І.Сідашенко, А.Я.Поліського. – К.: Урожай, 1994. – 400 с.
10. Техническое обслуживание и ремонт машин/ П.В.Лауш, Н.В.Власенко, И.П.Столяров, В.Я.Чабанный. Под ред. П.В.Лауша – К.: Выща шк., 1989. – 351 с.
11. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: підручник / [Сідашенко О.І. та ін.]. ;за ред.. проф. Сідашенко О.І., О.А Науменка - К: Агроосвіта, 2014 665 с.
12. Ремонт машин та обладнання: підручник / Сідашенко О.І, .Науменко О.А., Скобло Т.С., Тіхонов О.В. та ін..: За ред.. проф. Сідашенко О.І., Науменка Х: «Міськдрук»Урожай, 2010. -744 с.
13. Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. Технічний сервіс в АПК. Аграрна освіта , 2013 р – 404 с
14. Черновол М.И., Поединок С.Е., Степанов Н.Е. Повышение качества восстановления деталей машин. – К.: Техника, 1989. – 168 с.
15. Матеріали переддипломної практики, що відбулася на ТОВ «Завод «Дзеркальник», м. Кропивницький.