

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)

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної атестаційної роботи

бакалавр
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Розробка технології та проект ділянки із відновлення й зміцнення деталей шестеренних насосів у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький»

Виконав: здобувач першого (бакалаврського)
освітнього рівня спеціальності 132 «Матеріалознавство»
за ОПП 132 – «Матеріалознавство», групи МЗ – 21 СК-3

_____ Кирило КРИВЕНКО

Керівник: _____ Юрій КУЛЄШКОВ

Допустити до захисту: _____ Сергій МАГОПЕЦЬ

Рецензент: _____

Кропивницький – 2024 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

_____ «___» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Кривенку Кирилу Ігоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка технології та проект ділянки із відновлення й зміцнення деталей шестеренних насосів у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький»

Керівник роботи Кулешков Юрій Володимирович, доктор технічних наук, проф.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 01.03.2024 року № 64-02

2. Строк подання здобувачем роботи «31» травня 2024 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

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

Загальний розділ. Аналіз виробничої діяльності підприємства ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький. Коротка історія розвитку підприємства та характеристика підприємства та ділянки; характеристика корпусу шестеренного насоса, конструктивно-технічні особливості, матеріал і термообробка; характеристика умов роботи, аналіз причин зношування, вид і механізм зношування корпусу насоса; вимоги до рівня довговічності корпусу насоса та шляхи її підвищення. огляд відомих методів відновлення корпусу насоса. 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, характеристика обраного методу відновлення корпусу насоса, проектування технологічного процесу відновлення корпусу шестеренного насоса 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 дільниці по ремонту корпусу шестеренного насоса НШ.

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

1. Технологічний процес розбирання масляного насоса.
2. Ремонтне креслення корпусу масляного насоса з технологічними картами його дефектації.
3. Аналіз існуючих методів усунення дефектів корпусу масляного насоса.
4. Технологічний процес відновлення корпусу масляного насоса.
5. Планування дільниці по ремонту масляного насоса.

6. Дата видачі завдання: 02.03.2024 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	
5	Оформлення графічної частини	31.05	

Здобувач освіти _____ Кирило КРИВЕНКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

[illegible]

№	Зміст		
	Анотація	□	□
	Вступ	□	□
	1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	□	□
	1.1. Коротка історія розвитку підприємства та характеристика підприємства та дільниці	□	□
	1.2. Характеристика корпусу шестеренного насосу, конструктивно-технічні особливості, матеріал і термообробка	□	□
	1.3. Характеристика умов роботи. Аналіз причин зношення, вид і механізм зношення	□	□
	1.4. Характеристика шестеренного насоса НШ—32У	□	□
	1.5. Вимоги до рівня довговічності деталі та шляхи вирішення	□	□
	1.6. Огляд відомих методів відновлення деталі	□	□
	1.7. Обґрунтування теми бакалаврської роботи	□	□
	□	□	□
	2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	□	□
	2.1. Технологічний процес дефектації корпусу шестеренного насоса	□	□
	2.2. Характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення деталей	□	□
	2.3. Вибір оптимального метода відновлення корпусу	□	□
	2.4. Характеристика обраного методу відновлення деталі	□	□
	2.5. Проектування технологічного процесу відновлення корпусу шестеренного насоса	□	□
	2.6. Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних операцій розрахунок технічних норм часу	□	□
	□	□	□
	3. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	□	□
	3.1. Організація виконання робіт на дільниці відновлення та зміцнення корпусів насосів НШ	□	□
	3.2. Розрахунок трудомісткості і об'єму робіт дільниці по відновленню та зміцненню корпусів	□	□
	3.3. Режим роботи ділянки і розрахунок річних фондів часу робочого, устаткування і робочого місця	□	□
	3.4. Розрахунок кількості робітників, складання штатного розпорядку робітників дільниці	□	□
	3.5. Розрахунок кількості робочих місць	□	□
	3.6. Розрахунок і підбирання технологічного обладнання дільниці по відновленню та зміцненню корпусів шестеренних насосів типу НШ-32У	□	□
	3.7. Розробка планування дільниці	□	□
	3.8. Підйомно-транспортні засоби на дільниці відновлення та зміцнення корпусів шестеренних насосів типу НШ-32У	□	□
	3.9. Енергетичні розрахунки дільниці	□	□
	Висновки	□	□
	Список використаної літератури	□	□
			□

А Н О Т А Ц І Я

В даному бакалаврській роботі проекті розроблено питання відновлення корпусів шестеренних насосів типу НШ у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький»

В технологічній частині проекту розроблено технологічний процес відновлення корпусу пластичним деформуванням в гарячому стані. При цьому був розроблений технологічний процес дефекації корпусу шестеренного насоса. Наведена характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення деталей. Обґрунтовано оптимальний метод відновлення корпусу. Наведена характеристика обраного методу відновлення деталі гарячим пластичним деформуванням. Спроектовано технологічний процесу відновлення корпусу шестеренного насоса гарячим пластичним деформуванням. Розроблена структурна послідовність технологічного процесу відновлення корпусу шестеренного насоса гарячим пластичним деформуванням. Обґрунтовано вибір технологічного обладнання, ріжучого і вимірювального інструменту. Обґрунтовано вибір установочних баз. Наведені розрахунки і вибір режимів виконання технологічних операцій та розраховані норми часу виконання технологічних операцій.

В організаційній частині проекту спроектовано діляницю по відновленню деталей. Визначено трудомісткість виконуємих робіт, штатний розклад, підібрана і розрахована необхідна кількість технологічного обладнання, розраховано площу діляниці та знайдене компоновочне рішення розміщення устаткування на діляниці.

ВСТУП

Технічний прогрес в сільському господарстві нерозривно пов'язаний з постійним удосконаленням ремонтного виробництва.

У країні створена розширена сітка виробництв Держагропрому, які займаються технічним обслуговуванням та ремонтом сільськогосподарських машин.

Основою підвищення якості ремонту та технічного обслуговування сільськогосподарських машин та знарядь є укріплення та спеціалізація ремонтно-обслуговуючої бази сільськогосподарської техніки.

Удосконалення ремонтного виробництва неможливо без створення індустріальних методів ремонту розробки та удосконалення технологічних процесів відновлення деталей, росту кількості спеціалістів в цій сфері. Дипломний проект є складовою частиною підготовки спеціалістів в цій області.

Не звертаючи увагу на певні труднощі сучасного періоду на Україні ведеться значна робота по розвитку та удосконаленню ремонтної бази та конкретно по реорганізації виробництва відновлення деталей сільськогосподарської техніки, забезпеченню їх сучасною технологією та високотоварним обладнанням.

Використання прогресивних технологій ремонту та відновлення а також раціональна організація ремонтних робіт забезпечує високу ефективність ремонту.

Важливим агрегатом гідросистеми тракторів є масляний насос. Від того в якому стані масляний насос залежить працездатність гідросистеми в цілому її техніко-економічні показники, бо серце гідросистеми це масляний насос.

Технологія ремонту корпусів на ремонтному підприємстві зводиться головним чином до виготовлення нових деталей. Заготівку отримують за допомогою лиття, а далі застосовують механічну обробку.

Одним з недоліків є дуже низьке використання відомих методів відновлення. Виготовлення деталей трудомістке так як маємо велику чорнову механічну обробку деталей, затрати на матеріал.

З вище сказаного постають задачі підлягаючі розробці в дипломному проекті:

- з'ясувати вид, характер і величину зносу робочих поверхонь деталі;
- виходячи з отриманих матеріалів і враховуючи конструктивні особливості деталей підібрати більш раціональний спосіб відновлення;
- підібрати необхідне обладнання та вимірювальний інструмент;
- розрахувати і підібрати річне виконання операцій, провести технічне нормування;
- підвищити ефективність відновлення за рахунок зниження витрат ремонтних матеріалів і трудомісткості відновлення, та збільшення заробітної плати основних робітників.

Тому на даний момент часу тема дипломного проекту «Розробка технології та проект ділянки із відновлення й зміцнення деталей шестеренних насосів у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький» безсумнівно є своєчасною і актуальною.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Коротка історія розвитку підприємства та характеристика підприємства та ділянки

«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 Лазарович 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.» [1]

«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

АКТИЕ
Чтобы

продукції заводу охоплювала практично всі регіони колишнього Радянського Союзу.

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

Темною сторінкою в історії заводу став загальний спад промислового виробництва в Україні в 1992- 1998 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.» [1]

«За останні роки придбано та впроваджено у виробництво нове високо-технологічне обладнання для обробки та декорування скла, а також обладнання для виготовленню 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 виробництві.» [1]

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

Саме тою деталлю, що призначений поєднати всі елементи шестеренного насоса в суцільний агрегат є корпус шестеренного насоса призначений. Попри це корпус шестеренного насоса 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» [14].

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» [14].

«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 $\varnothing 23,5^{+0,1}$ (вхідний і вихідний). На привал очній 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» [14].

Позначення марки насоса НШ-32У – розшифровують наступним чином:

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

Корпус шестеренного насоса виготовляють зі сплаву алюмінію АЛ – 9 – силуміну. Силумін – це сплав алюмінію з кремнієм.

Сплави системи Al-Si (силуміни) мають найкращі литтєві властивості. У подвійних сплавах Al-Si евтектика складається з твердого розчину та кристалів практично чистого кремнію. У легованих силумінах (АК9ч) крім подвійної евтектики є потрійні і складніші евтектики. У подвійних силумінах зі збільшенням вмісту кремнію до евтектичного складу знижується пластичність та підвищується міцність.

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 патрубків не більше 0,03 мм, не паралельність привалочної площини 0,1 мм, відхилення від циліндричності колодців 0,01 мм.

Термообробка корпусу шестеренного насоса полягає в загартуванні при нагріванні деталей до 530°C і охолодженні загартуванні у воді при температурі 70 °C з подальшим старінням (відпуском) металу, на повітрі з нагрівом до 180°C.

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» [14, 15].

«Основними дефектами корпусу при цьому є» [14, 15]:

1. знос діаметра колодязів корпусу;
2. жолоблення і зношування привалочної площини корпусу;
3. зминання і зрив різьби;
4. виникнення тріщин і зломів корпусу.

Найбільшу шкоду корпусу шестеренного насоса в процесі експлуатації приносить гідроабразивне зношування колодязів корпусу. Мікроскопічні частинки пилу із зовнішнього середовища, мікроскопічні частки металу, які пройшли крізь фільтруючі елементи, які утворюються в процесі експлуатації насоса безумовно підвищують інтенсивність спрацювання поверхні колодязів корпусу. Характерні концентричні риски, які утворюють абразивні частки на поверхні колодязів корпусу шестеренного насоса свідчить про абразивний характер зношування. Іншим видом зношування елементів корпусу шестеренного насоса є і зминання мікро нерівностей, тобто механічний вид зношування, в разі дії знакозмінних механічних навантажень. Подальше послаблення з'єднань деталей насоса з корпусом сприяє зростанню інтенсивності процесів зношування.

Привалочні площини корпусу шестеренного насоса практично не зношуються. Але вм'ятини і забоїни привалочні площини корпусу шестеренного насоса зустрічаються значно частіше, які можуть привести до виходу насоса з ладу, оскільки через зазначені пошкодження

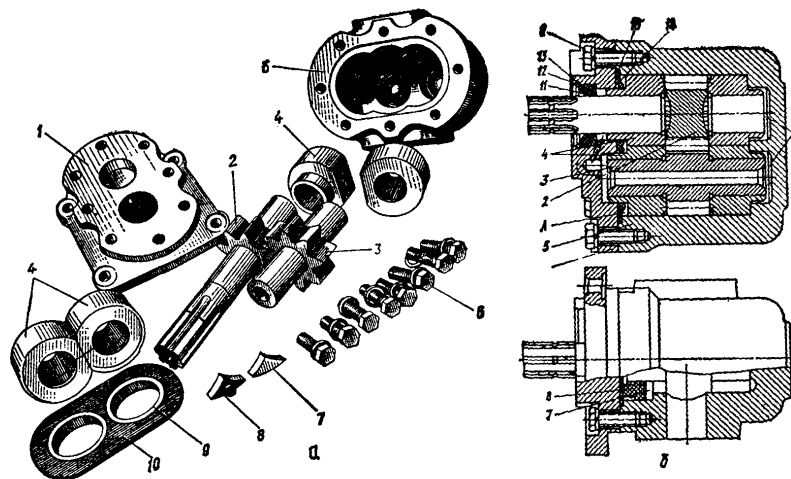
просочуватися робоча рідина - мастило, що є недопустимим дефектом корпусу шестеренного насоса .

Зрив і зминання різьби корпусу шестеренного насоса виникає у випадку надмірного затягування болтів кріплення кришки і фланців трубопроводів низького і високого тиску.

Зазвичай величина зносу колодязів корпусу лежить в межах 0,03...0,4 мм на діаметр. Зносу колодязів корпусу має нерівномірний характер. Знос колодязів зазвичай спостерігають з однієї сторони, а саме зі сторони камери всмоктування насоса, в ой час коли знос колодязів зі сторони камери високого може бути відсутній. Таке явище можливо пояснити тим, що під тиском робочої рідини весь вузол, що качає підтискається до камери всмоктування.

1.4 Характеристика шестеренного насоса НШ – 32У

Призначення шестеренного насосу рис.1.1 полягає в перекачуванні робочої рідини в гідравлічних системах тракторів, сільськогосподарських і дорожніх машин, а також в гідросистемах гідро підсилювачів керування тракторів і сільськогосподарських машин.



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 1.1 - шестеренний насос типу НШ -32У

«Насос НШ – 32У застосовують в гідросистемах тракторів класу 1,4 і 2 в гідросистемах рульового керування трактора Т-150К та на дорожніх та сільськогосподарських машинах» [14, 15].

«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 в ведена щільна гумова манжета ущільнення, між кришкою і корпусом. В манжеті є сталі тонкі кільця для ущільнення опорних втулок. Гумові кільця сталіми ставками перешкоджають витисненню манжети з площини між хвостовиком втулки і отвором в кришці. Технічна характеристика насосу надана в таблиці 1.2.» [14, 15].

«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» [14, 15].

Таблиця 1.2. технічна характеристика насосу НШ–32У

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	

«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 третьюми поверхнями. Конструктивне удосконалення в вузлі ущільнення і автоматичної компенсації торцевих зазорів дозволили підвищити наробіток насосів до 1000 годин порівняно зі старими насосами 800 годин» [14, 15].

1.5. Вимоги до рівня довговічності деталі та шляхи вирішення,

Довговічність машин – це один з найбільш вагомих технічних показників, які характеризують надійність машини.

«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» [6, 7 - 10].

Надійність і довговічність машини і її деталей збільшують різними шляхами, а саме:

- конструктивними методами, зокрема відповідним раціональним підбором матеріалів з'єднань;
- технологічними методами, зокрема використанням сучасних методів зміцнення деталей машин;
- експлуатаційними методами, які полягають в бережному поводженні, не перевищуванні режимів роботи. Своєчасного обслуговуванні машини.

До конструкторського методу слід віднести всі ті методи конструювання, що спрямовані на більшу довговічність її роботи при умові виконання всіх функцій, для виконання яких вона призначена.

До конструкторського методу підвищення довговічності слід віднести і підбір матеріалів з'єднань машини раціонально обрані матеріали – це такі матеріали, які володіють високими антифрикційними та протизадирними властивостями, достатніми властивостями припрацювання з'єднань на першому етапі роботи машини.

До технологічних методів підвищення довговічності слід віднести методи. Що спрямовані:

- перше, на отримання заготовки деталі без вад, зокрема без мікро тріщин і інших дефектів, що зазвичай виникають в процесі отримання заготовки литтям, при цьому слід намагатись застосовувати сучасні більш прогресивні методи отримання заготовки, зокрема це може бути лиття в кокіль під тиском.
- по – друге використання сучасних прогресивних методів термічної, хіміко-термічної та більш сучасних технологій зміцнення деталей.

Відновити втрачену в процесі експлуатації довговічність деталі і машини в цілому можливо за рахунок використання методів відновлення, якими володіє ремонтне виробництво. Але при цьому відомо, що багато існуючих технологій відновлення деталей спрямовані на відновлення геометричних розмірів зношеної деталі, при цьому при використанні існуючих методів відновлення у матеріалі відновлених деталей виникають напруження розтягу, що призводить до зниження надійності і втомленої міцності деталі.

І тут постає питання, як цього уникнути. Як завдяки раціонально обраному методу відновлення не тільки забезпечити відновлення геометричних параметрів деталі, але відновити стан самої деталі: залікувати мікро тріщини, створити напруження стискання, тощо. До таких методів, що забезпечують зниження дефектів, що виникає в процесі експлуатації слід віднести метод гарячого пластичного деформування. Цей метод спроможний забезпечити необхідні припуски на подальшу механічну обробку, залікувати мікротріщини в деталі, ущільнити метал деталі, а послідовна термообробка деталі повністю відновить і навіть збільшить надійність деталі.

1.6. Огляд відомих методів відновлення деталі

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

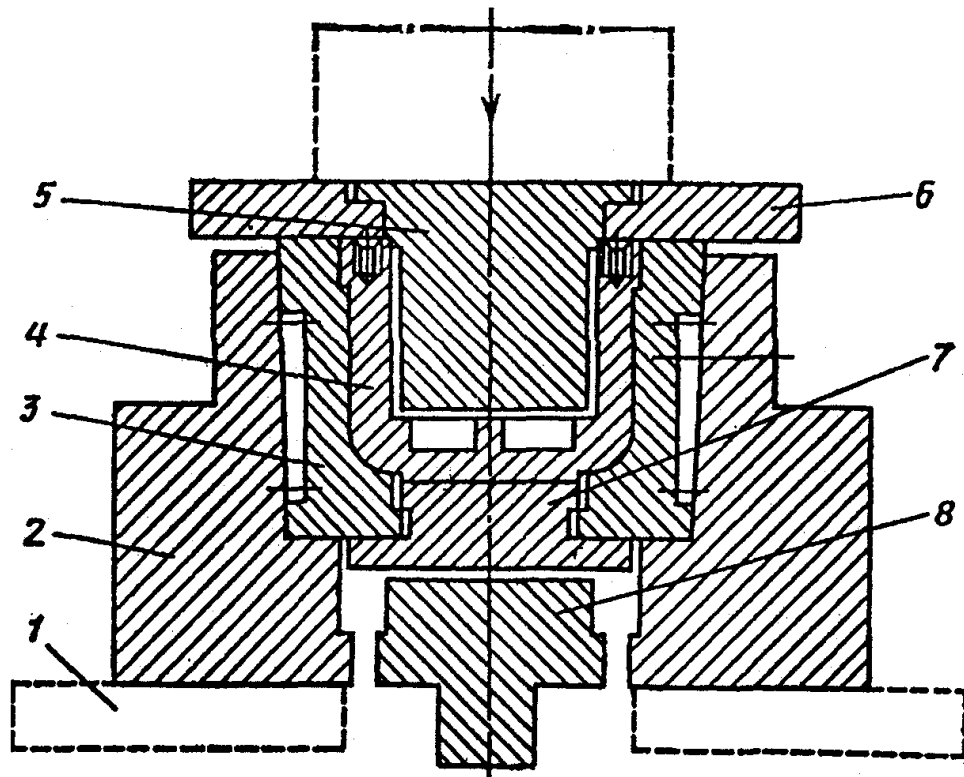
- метод додаткових ремонтних деталей (різбові отвори);
- відновлення корпусів різними видами зварювання (холодне зварювання, припоями ЛОК, зварювання порошковою проволокою);
- відновлення фрезеруванням (площини);
- відновлення різними видами наплавлення (наплавлення міддю, або латунню [3], наплавлення дротом, аргонно-дугове наплавлення;
- відновлення гарячим пластичним деформуванням;
- постановкою алюмінієвих, або чавунних гільз;
- відновлення зміщенням шестерень;
- метод постановки спіральних втулок (різбові отвори);
- метод ЛГД;
- точіння під більший ремонтний розмір» [5 -11, 14, 15].

Оскільки корпус насоса НШ-32У виготовлено з силуміну - алюмінієвого сплаву типу Al-Si, тому не всі, зазначені вище методи можна застосовувати до відновлення даної деталі корпусу.

Більш детальний опис методів, які можливо застосувати для відновлення корпусу наведені нижче.

1.6.1 Відновлення корпусів гарячим пластичним деформуванням (обтискання)

«Відновлення корпусів насосів обтисканням проводять в спеціальному штампі, який показаний на рис. 1.2. Пристосування складається з корпусу-прес форми 2, блоку матриці 3, пуансону 5 та інших. Внутрішній отвір корпусу прес-форми має конус 1,5...3°. 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 колодязів. Перед обтисканням деталь нагрівають до температури 480...500°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°C, витримують 15-30 хв. і закаляють в нагрітій до 50...7°C воді. Для зміцнення корпусу його піддають штучному старінню з витриманням 4 години, при температурі 100...120°C рис. 1.2» [5 -11, 14, 15].



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

Рисунок 1.2 – Схема обтискання корпусу шестеренного насоса в прес -формі

До переваг описаного методу відновлення корпусу слід віднести:

- оскільки метод відновлення корпусу не потребує використання додаткових ремонтних матеріалів, то спосіб відрізняється високими техніко – економічними показниками;
- спосіб відрізняється здатністю заліковування мікро тріщин, підвищення щільності і механічних властивостей матеріалу деталі;
- завдяки підвищенню механічних властивостей матеріалу деталі, створенню напружень стискання розширення корпусу насосу в поясі верхніх втулок і нижніх втулок відповідно зменшується в 3...5 разів (відповідно на 55 і 30 мкм);
- завдяки відновленню і зміцненню корпусу ресурс роботи насоса збільшився в 1,6 рази при порівнянні з гільзованими корпусами і в 4 рази при використанні методу відновлення пластичними матеріалами, зокрема відновлення корпусу композитами на основі з епоксидних смол;
- спосіб відрізняється також відсутністю шкідливих електромагнітних та світлових випромінювань, що збільшує працездатність робітників;
- мінімальний об'єм подальшої механічної обробки корпусу насоса після відновленн.

До недоліків способу відновлення корпусу гарячим пластичним деформуванням відносять:

- значна вартість штампувального і термічного обладнання, що обмежує використання способу щонайменше при серійному виробництві;
- шкідливі та небезпечні умови праці умовах підвищених температур та значних зусиль на штамповому обладнанні;

1.6.2 Відновлення корпусів гільзуванням - постановою алюмінієвих, або чавунних гільз

Одним з методів відновлення зношених корпусів шестеренного насоса є метод гільзування. Метод полягає в запресуванні гільз в зношені колодязі корпусу. Зазвичай при відновленні корпусу шестеренного насоса використовують гільзи, які виготовляють або з сірого чавуну, або з алюмінієвих сплавів АЛ-5, АЛ-9 і інші. Виготовляють зазначені гільзи відливанням у металічній формі, яка підігрівають до температур 250...300°C з метою виключення утворення внутрішніх напруг розтягування.

Видалення слідів зношування досягають розточенням корпусів. В розточені корпуси встановлюють відлиті гільзи. Зазвичай відлиті гільзи встановлюють на композиціях на основі епоксидних смол. В подальшому корпус спрямовують в сушильну термічну шафу з подальшим розточуванням корпусу під зменшений або ж номінальний розмір.

До переваг способу відновлення корпусу гільзуванням відносять можливість відновлювати корпуси в невеликих майстернях без використання спеціального обладнання.

До недоліків способу відновлення корпусу гільзуванням відносять:

- суттєві великі витрати допоміжних ремонтних матеріалів;
- зменшення довговічності корпусів відновлених гільзуванням, що знижує ресурс роботи порівняно з іншими методами відновлення [5 -11, 14, 15];
- збільшення розширення відновлення корпусу гільзуванням в поясі верхніх втулок і біля дна відповідно до 180 і 70 мкм [5 -11, 14, 15].

1.6.3 Спосіб відновлення зміщенням шестерень

Одним з цікавих методів ремонту корпусу і насосу в цілому, який знайшов широке розповсюдження є спосіб відновлення насосів НШ-32У зміщенням шестерень. Цей спосіб полягає в тому, що зношені колодці корпусів підлягають розточуванню до діаметру $55,6^{+0,02}$, або $55,9^{+0,02}$ мм. В розточений корпус встановлюють втулки із збільшеним до розміру корпусу зовнішнім діаметром. Зазначені втулки окрім збільшеного діаметру відрізняються від серійних ще й тим, що вони мають ексцентрично розточені отворами під цапфи шестерень. Цей ексцентриситет лежить становить в межах 0,40...0,65 мм. Зношені шестерні шліфують по зовнішнім окружностям виступів шліфують під зменшений ремонтний розмір. Сутність способу полягає в тому, що завдяки ексцентрично виконаним втулкам відбувається зміщення висей шестерень в сторону всмоктуючої, що забезпечує ущільнення верхівок зубів шестерень колодязями корпусу. Це призведе до кращого торкання зубами корпусу, усуненню зазорів і створенню надійного розділення всмоктуючої і нагнітальної площин [2].

До переваг зазначеного способу слід віднести:

- відсутність використання додаткових ремонтних матеріалів;
- при відновленні створюється можливість одночасного регулювання необхідного зазору між верхівками зубів шестерень і стінкам колодязів корпусу і створювати надійний роз'єднання камер високого і низького тиску.

До недоліків способу відновлення зміщенням шестерень слід віднести зменшення зони ущільнення радіального зазору між верхівками зубів шестерень і стінкам колодязів корпусу.

Однім з розповсюджених способів відновлення зношених корпусів є спосіб наплавлення. Технологія відновлення зношених корпусів наплавленням полягає в наступному. Зношені поверхні колодязів корпусу очищають від залишків робочої рідини, далі зачищають їх сталним йоршом до металевого блиску. Підготовлену деталь для зменшення термічного впливу на основний метал корпусу нагрівають до 200...220°C. після чого наплавлення корпус аргонно – дуговим наплавленням. Наплавлений корпус піддають термічній обробці ТВЧ. Термічна обробка полягає в закалюванні від температури 535⁰ С у воді, нагрітій до 70⁰ С. далі корпус спрямовується на старіння; нагрівання до температури 200...250⁰ С, витримка 3 години та охолодження на повітрі.

Подальша механічна обробка відновленого корпусу розточуванням, зазвичай під зменшений ремонтний розмір проводять по звичайній технології.

В процесі відновлення корпусу наплавленням, зазвичай застосовують аргонно-дугове наплавлення плавким і неплавким електродом. «При зварюванні неплавким вольфрамовим електродом наданий об'єм присадкового 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 присадкового 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» [3, 5 -11, 13 - 15]. .

«До переваг відносять:

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

До недоліків відносять:

- витрати допоміжного матеріалу;
- значні витрати електроенергії» [5 -11, 14, 15].

1.6.5 Відновлення методом ЛГТ

«Розроблено метод відновлення корпусів насосів НШ методом ЛГТ в період кристалізування металу гільзи. Сутність методу полягає в тому, що відновлення зношеної деталі відбувається заливанням рідкого металу АЛ-9 між стінками відновлюємої і формуючої деталі та пересуванням її в період кристалізації рис. 1.3. Під дією пресуючого пуансона 3 метал шару В прижимається до стінок 1 і 2. Формуюча деталь це стержень 1» [3, 5 -11, 13 - 15]..

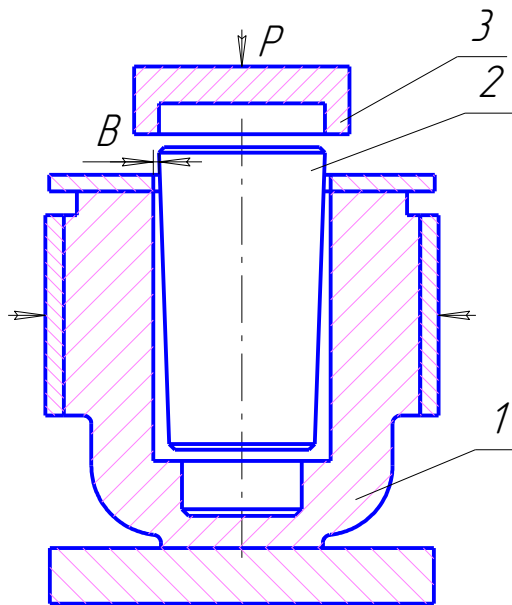
До переваг відносять:

- збільшення щільності з'єднання корпусу з ремонтним матеріалом гільзи і герметичності відновленого корпусу;

- суттєве покращення фізико-механічних властивостей корпусу шестеренного насоса.

До недоліків відносять:

- незадовільне зплавлення основного шару металу з рідким металом, що заливається.



1 – стержень; 2 – відновлюємо деталь; 3 - пуансон
Рисунок 1.3 - Схема методу ЛГТ

1.6.6 Метод нанесення відновлення корпусу шестеренного насоса полімерних матеріалів

Метод нанесення відновлення корпусу шестеренного насоса полімерних матеріалів полягає в тому на стінки попередньо механічно оброблених колодязів корпусу наносять композицію сумішшю епоксидних смол з додаванням алюмінієвого порошку з наступним сушінням в термічний шафі при температурі 180...200⁰С і наступній механічній обробці.

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» [2, 3]..

Аналіз техпроцесу ремонту шестеренного насоса типу НШ-32У і технології відновлення корпусу насоса, що застосовується далекі від досконалості.

«Проведений аналіз техпроцесу ремонту технології відновлення деталей і організації ремонту шестеренного насоса показав, що використання на ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький технологія й організація ремонту шестеренного насоса не повною мірою відповідає сучасному рівню розвитку техніки. Надійність відремонтованих насосів не перевершує 60 % від надійності нових» [1].

«Трудомісткість ремонту шестеренного насоса обумовлена високою точністю виготовлення деталей насоса, жорсткими вимогами, запропонованими до дотримання форми деталей і взаємного розташування робочих поверхонь. Від технології відновлення деталей, якості складання й обкатування насоса багато в чому залежить його надійність в експлуатації» [1].

«Як відзначалася вище собівартість відновлення деталей насоса по заводській технології мінімальна, однак від цього страждає якість відновлення і надійність агрегату в цілому. Порівнювати собівартість відновлення шестерень по розроблювальній технології з базовою технологією необхідно тільки з урахуванням

надійності деталей після відновлення» [1].

«При цьому слід відзначити, що по заводській технології можуть бути відновлені не всі насоси, що надходять у ремонт, а усього тільки біля 40 %. Інші насоси відремонтовані по даній технології є практично непрацездатними. Тому удосконалювання технології й організації ремонту шестеренних насосів необхідно звістки по декількох напрямках» [1].

1. «Шляхом розробки і впровадження більш прийнятної для даних умов способу відновлення деталей насоса, зокрема розробки технології відновлення корпусу насоса під зменшений ремонтний розмір дозволить різко підвищити і якість і кількість що ремонтуються насосів» [14, 15].

2. «Шляхом удосконалювання організації ремонту шестеренних насосів, розрахунку й організації спеціальної ділянки ремонту, де б виконувалися всі роботи з ремонту насоса» [14, 15].

3. «Шляхом механізації окремих операцій техпроцесу і, зокрема, робіт зв'язаних із монтажем і демонтажем насоса на стенді для обкатування й випробовування насоса» [14, 15].

«Запропоновані заходи дозволять підвищити якість і кількість відремонтованих насосів, підвищити їхню якість і надійність.

З перерахованих недоліків впливають задачі, які підлягають розробці в бакалаврській роботі:

1. Уточнити вид, характер і розмір зносу робочих поверхонь шестерень і корпусу шестеренного насоса.

2. Виходячи з отриманих даних і з огляду на конструктивні особливості шестерень і корпусу шестеренного насоса вибрати більш раціональний спосіб відновлення шестерень і корпусу шестеренного насоса .

3. Вибрати необхідне устаткування ріжучого і вимірюючого інструменту.

4. Розрахувати і вибрати режими виконання технологічних операцій і зробити технічне нормування часу їхній виконання.

5. Домогтися підвищення ефективності відновлення корпусу шестеренного насоса за рахунок скорочення

- витрат на ремонтні матеріали;

- витрат на електроенергію;

- витрат на заробітну плату виробничих робітників за рахунок скорочення трудомісткості відновлення деталі;

- витрат на утримання, обслуговування й експлуатацію основного технологічного устаткування» [14, 15].

«Проведений аналіз організаційних особливостей ремонту корпусу шестеренного насоса в умовах ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький показав основні недоліки. Основними задачами удосконалення організації ремонту шестерень і корпусу шестеренного насоса є.

1. Визначення й уточнення трудомісткості робіт, проведених на ділянці ремонту корпусу шестеренного насоса .

2. Розподіл трудомісткості ремонту корпусу шестеренного насоса двигуна по видах робіт.

3. Розрахунок номінального фонду часу, фонду часу роботи робітників і устаткування.

4. Розрахунок необхідної кількості робітників на ділянці, упорядкування штатної відомості ділянки ремонту шестеренних насосів.

5. Розрахунок необхідної кількості основного технологічного устаткування дільниці відновлення корпусу шестеренного насоса .

6. Розрахунок необхідних виробничих площ дільниці відновлення корпусу шестеренного насоса.

7. Визначення компоновочного рішення дільниці, розробка технологічного планування дільниці відновлення корпусу шестеренного насоса» [14, 15]..

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

Із сказаного випливає, що тема бакалаврської роботи: «Розробка технології та проект дільниці із відновлення й зміцнення деталей шестеренних насосів у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький».

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Технологічний процес дефектації корпусу шестеренного насоса

Технічний стан деталі, що надходить до ремонту визначають за допомогою такого технологічного процесу, як дефектація. За допомогою дефектації деталі визначають – чи можливо її подальше використання в з'єднанні з новими деталями, чи підлягають вони відновленню, чи слід їх вибракувати [3, 5-8, 13].

«Дефектація деталі проводиться згідно з технологічними картами, в яких вказуються найменування та ймовірність виникнення дефектів, розміри поверхонь, які контролюються (номінальні, допустимі в спряженні з деталями, які були в експлуатації та новими), граничні розміри, і робиться висновок про загальний стан деталі. Контролю в процесі дефектації підлягають тільки ті поверхні деталі, які в процесі експлуатації піддаються пошкодженням або зносам» [3, 5-8, 13].

«В результаті дефектації деталей складається відомість дефектів, яка є основним документом для подальшого проведення ремонтних робіт, відновлювальних операцій, для визначення потреби в запасних частинах, ремонтних матеріалах, які в основному визначають собівартість ремонту машини в цілому» [3, 5-8, 13].

«Після проведення дефектації деталі поділяють на п'ять груп і маркують наступними кольорами:

- придатні - зеленим;
- придатні в спряженні з новими або відновлені до номінальних розмірів - жовтим;
- деталі, що підлягають ремонту на даному підприємстві - білим;
- деталі, що підлягають ремонту на спеціалізованих підприємствах - синім;
- непридатні – червоним» [3, 5-8, 13].

Для зменшення трудомісткості техпроцесу дефектації необхідно придержуватися раціональної послідовності визначення технічного стану деталі яка вказана в технологічних картах на дефектацію, в яких вказано, що в першу чергу проводиться дефектування тих поверхностей зношеної деталі, які найбільш часто зустрічаються.

Зазвичай дефектування деталей виконують на спеціально обладнаному робочому місці. Під час проведення контролю технічного стану зношених деталей забороняється бракувати деталі, зноси яких не перевищують допустимі у відповідності до технічних вимог на дефектування.

Технологічний процес визначення технічного стану - дефектації корпусу шестеренного насоса наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Технологічний процес дефектації корпусу шестеренного насоса

Найменування операцій і дефектів.	Способи дефектації і інструмент який, використовується	Розміри, мм.			Висновок
		номінальний	допустимий в спряженні з новими деталями без ремонту	припустимий для ремонту	
1. Тріщини і зломи корпусу	Візуальний огляд, постукуванням				Бракувати
2. Знос колодців по діаметру	«Нутромір НМ50-100 ГОСТ 868-82 індикатор НЧ 02 кл. 1 ДСТУ 577-88» [3]	$55^{+0,02}_{-0,01}$	$55,1^{+0,02}$	$55,4^{+0,02}$	Ремонтувати
3. Знос і зрив різьби	Візуальний огляд. Різьбовий калібр пробка	спрацювання і зрив не	-	допускається зрив і спрацюван	Ремонтувати

		допускає ться		ня 1-2 витків	
4. Неплощинність і короблення привалочної площини	Перевірочна плита та набір щупів № 1	0,05	0,1	0,15	Ремонтувати

2.2 Характеристика дефектів, складання технологічних маршрутів відновлення деталей

Аналізуючи дефекти корпусу шестеренного насоса приведені в таблиці 2.1 приходимо до таких висновків.

Аналізуючи зноси (дефекти) корпусу можемо стверджувати, що на сучасному рівні розвитку технологій ремонтного виробництва всі наведені в табл. 2.1 дефекти можуть бути відновлені. Тобто при будь-якому сполученні дефектів деталь є ремонтпридатною. З табл. 2.1, бачимо, що знос колодязів корпусу по діаметру є найбільш розповсюдженим дефектом. Дещо менша розповсюдженість дефектних корпусів із зносом і зривом різьбових отворів та пошкодженнями привалочної площини. В таблиці 2.2 наведена частота зустрічаємості тих чи інших дефектів корпусу.

Таблиця 2.2 Частота зустрічаємості дефектів корпусу

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

«Виходячи з того, що на ремонт надходять деталі з різними сполученнями дефектів, то на кожне сполучення розробляється свій технологічний процес відновлення. Такий підхід до проектування технології відновлення деталей прийнято називати маршрутною технологією. На одну відновлювану деталь у залежності від того яке сполучення дефектів вона має може бути розроблено кілька маршрутів відновлення. Такий підхід визнаний доцільним з техніко-економічної точки зору і як правило використовується в ремонтних підприємствах, що мають серійний тип виробництва. У табл. 2.3 представлений перелік дефектів, об'єднання цих дефектів і маршрути, по яких передбачається розробка технологій їхнього усунення» [3, 5 – 8].

Аналізуючи дані, наведені в табл. 2.3 бачимо, що відновлення корпусів за маршрутами № 1, і № 3 превалюють перед іншими маршрутами їх відновлення, оскільки поєднання дефектів, що відповідають зазначеним маршрутам мають найбільше число корпусів, що надійшли в ремонт.

Так маршрут № 3 об'єднує включає майже практично всі можливі дефекти, що виникають в процесі експлуатації насосів. В подальшому будемо розробляти технологію відновлення корпусів за маршрутом № 3. Це пояснюється тим, що маршрут № 3 найбільш складний з наведених маршрутів відновлення корпусів шестеренного насоса тому, що об'єднує включає майже практично всі можливі дефекти. Атому розробка саме цього маршруту відновлення корпусу дозволить без особливих зусиль розробити всі інші маршрути відновлення корпусу з іншими сполученнями дефектів. В цьому полягає основна причина, у відповідності з якою був обраний для розробки технологічного процесу корпусу шестеренного насоса саме цей.

Таблиця 2.3 Поєднання дефектів в маршрути

Найменування дефекту	Маршрути відновлення
----------------------	----------------------

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
1. Аварійні пошкодження корпусу у вигляді тріщин і зломів елементів корпусу	-	+	-	-
2. Знос колодців по діаметру	+	+	+	+
3. Знос і зрив різьби	+	-	+	+
4. Неплощинність і короблення привалочної площини	-	-	+	-
Частота зустрічає мості кожного сполучення дефектів	0 ,1	0 ,08	0 ,7	0 ,06

2.3 Вибір оптимального метода відновлення корпусу

Шестеренний насос працездатний завдяки тому, що комплектується доволі точно виготовленими деталями, окрім того шестеренний насос являє собою і високонавантажений механізм. А тому технічні параметри деталей, що підлягають відновленню по своїх технічних характеристиках повинні відповідати технічним вимогам. А тому до розробки технології ремонту і відновлення корпусу шестеренного насоса виявляються використовуються особливі вимоги.

Для вибору оптимального способу відновлення зазвичай використовують методику вибору методу відновлення, що була розроблена і запропонована В.М. Шадрічевим.

Зазвичай оптимальний спосіб ремонту і відновлення деталі обирають при використанні наведених нижче наступних критеріїв:

« K_m - критерій придатності;
 K_d - критерій довговічності;
 K_{ef} - критерій ефективності» [3, 4-8,13].

У відповідності з першим критерієм – критерієм придатності з різноманіття усіх способів ремонту і відновлення, як правило лишають 3...5 способів застосування, які найбільш вірогідні із техніко-економічних поглядів для даного підприємства..

«Якщо одна з характеристик деталі, яка відновлюється не відповідає технологічним можливостям вибираючого способу, то він не може бути застосований, оскільки в цьому випадку $K_m=0$. Якщо технічні характеристики деталі що відновлюється не виключають можливості його застосування і до того ж є позитивний виробничий і експлуатаційний досвід його використання, то $K_m=1$. Якщо придатність і непридатність способу мають рівну імовірність, чисельне значення $K_m=0,5$ » [3, 4-8,13]..

Критерій довговічності визначається і залежить від значення трьох наведених коефіцієнтів [22]:

« K_z - коефіцієнт зносостійкості;
 K_e - коефіцієнт витривалості ;
 $K_{зч}$ - коефіцієнт зчепленості» [3, 4-8,13].

Зазначені чисельні значення критеріїв наведені в табл. 3 [3].

Одним з найважливіших критеріїв, у відповідності з яким обирають той чи інший спосіб ремонту і відновлення деталі є критерій продуктивності і техніко-економічної ефективності. Чисельні значення коефіцієнтів, що відповідають зазначеним критеріям існуючих способів ремонту і відновлення наведені в табл. 6 [3].

З усіх існуючих різноманітних способів ремонту і відновлення обираємо спочатку декілька конкуруючих способів, що конкурують один з одним за критерієм придатності. У відповідності з зазначеним з табл. 1 [3] обираємо наступні способи відновлення:

1. Спосіб відновлення корпусу гарячим пластичним деформуванням (ГПД).
2. Аргонно-дугова наплавлення колодязів корпусу (АДН).
3. Метод додаткових ремонтних деталей (ДР).

Найбільш оптимальний спосіб ремонту і відновлення обираємо у відповідності з наступним алгоритмом. У відповідності з методикою, що наведена у методичних вказівках [3] для кожного конкуруючого методу ремонту і відновлення обираємо набір вищенаведених коефіцієнтів, який чисельно характеризують, як якість, так і продуктивність ремонту і відновлення певної пошкодженої поверхні корпусу і його техніко-економічну ефективність. Далі визначаємо добуток цих коефіцієнтів. Отриманий коефіцієнт являє з себе інтегральний коефіцієнт за значенням якого і

будемо визначати раціональність використання того чи іншого способу для ремонту відновлення корпусу шестеренного насоса. Перлік обраних коефіцієнтів і їх добуток у вигляді інтегрального коефіцієнта, наведені в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 Значення критеріїв для вибору способу відновлення шестерень шестеренного насоса

Найменування способу	Коефіцієнт застосування K_m	Коефіцієнт довговічності K_d	Коефіцієнт продуктивності K_{np}	Коефіцієнт техніко-економічної ефективності K_{ef}	Інтегральний коефіцієнт.
ГПД	1,0	1,2	2,4	0,845	2,43
АДН	0,9	0,9	1,8	0,40	0,58
ДР	0,9	0,9	1,3	0,350	0,37

Аналізуючи дані, приведені в табл. 2.4 бачимо, що найбільш високі показники має спосіб гарячого пластичного деформування $K_{np}=2,43$, який має також інші достатньо високі показники порівняно з іншими методами

Метод відновлення корпусу шестеренного насоса гарячим пластичним деформуванням має ряд переваг порівняно з іншими способами відновлення, зокрема слід віднести можливість відновити деталь за рахунок використання металу самого корпусу без використання інших ремонтних матеріалів.

2.4 Характеристика обраного методу відновлення деталі

Використання способу відновлення деталей гарячим пластичним деформуванням базується на такій якості металів, як пластичність, а також на тому, що корпус шестеренного насоса має запасу металу, який може бути використаний в процесі його відновлення гарячим пластичним деформуванням. Під пластичністю металу будемо розуміти таку його властивість, при якій метал під дією зовнішнього навантаження здатний змінювати свою форму та розміри - деформуватися без руйнування, тобто без порушення його цілісності.

Процеси, що відбуваються при обробці металів гарячим пластичним деформуванням викликають не тільки зміну форми і розмірів деталей, але і суттєво впливають на його мікроструктурі, що виливається у позитивних змінах механічних властивостей і структури металу, який підлягав гарячому пластичному деформуванню. Це визначається низкою специфічних явищ, що виникають в процесі гарячого пластичного деформування, що відбуваються в металі в процесі деформування при підвищеній температурі.

При зовнішньому навантаженні виникають внутрішні напруги, що перевершують межу пружності., що є причиною виникнення пластичної деформації. Відомо, що пластична деформація не пропорційна росту внутрішніх напружень на відміну від пружної деформації, а збільшується дещо швидше чим ростуть внутрішні напруження. Під впливом зовнішнього навантаження відбувається зсув атомних шарів по площинах ковзання (зрушення) внаслідок дії зовнішніх сил. Це явище і є причиною пластичної деформації кристалічних, яка проявляється у зміні форми і розмірів. З ростом чисельності площин ковзання, зрушення в деталей металу, тим він проявляє кращі пластичні якості.

В процесі гарячої пластичної деформації відбувається взаємне переміщення однієї частини кристалів відносно іншої по площині найбільш легкого зрушення. В результаті взаємне переміщення однієї частини кристалів відносно іншої змінюється розташування атомів у кристалічних решітках, відбувається переміщення окремих кристалів, але цілісність кристалів при цьому не порушується.

При пластичному деформуванні, внаслідок зрушення по площинам ковзання, зрушення, між двома частинами кристала, що перетерпів зрушення, утворюється особливий шар металу з перекрученими кристалічними решітками, в результаті чого виникають небажані внутрішні напруження.

Пластична деформація може відбуватися крім зрушень, шляхом повторення. При цьому частина кристала, що зрушена, займає положення симетричне відносно іншої його частини.

Зауважимо, що пластична деформація виникає, зобов'язана дії дотичних напружень: напруги діють вздовж площин зрушення на самій площині. У відмінності від пружної деформації, яка утворюється нормальними напругами напруги діють перпендикулярно до площини.

Гарячою пластичною деформацією вважають обробку металу тиском, яка протікає при температурі, що перевищує температуру рекристалізації. При таких режимах пластичної деформації метал має структуру без наслідків зміцнення, що зазвичай виникають в процесі холодного деформування металів.

Не в останню чергу крім температури, на пластичність металу впливає схема пластичного деформування, а також швидкість деформування. Температура нагрівання деталі з метою збільшення пластичності металу й усунення можливості його зміцнення при гарячій пластичній деформації повинна бути суттєво більше, ніж мінімальна температура рекристалізації. Слід відмітити, що, при значно високих температурах нагрівання, зусилля на деформацію, що вимагаються значно менші і, крім того, зменшується небезпека появи тріщин при деформації.

Велике значення при гарячій пластичній деформації, що впливають на механічні властивості металу деталі має температурний інтервал початку і кінця обробки тобто температурний інтервал, що залежить від хімічного складу металу. Зазначимо також, що початкова температура нагрівання початку обробки, що відповідає (максимальній температурі нагрівання деталі не повинна викликати перегрівання металу, що пов'язане з виникненням міжкристалічної корозії, що є непереборним дефектом металу деталі. Закінчення обробки гарячим пластичним деформуванням також повинно відповідати певній визначеній раціональній температурі. Це пояснюється тим, що гарячим пластичним деформуванням, обробка тиском при низьких температурах може привести до ряду суттєвих недоліків, а саме в зміцненні металу та в можливості навіть утворення тріщин. «Як правило початок гарячого пластичного деформування відбувається при температурі 1200...1150°C, а закінчується при температурі не нижче 800...850°C» [3, 4-8,13].

Відомо, що швидкість нагрівання деталі в процесі перед гарячим пластичним деформуванням має особливо важливе значення. Це пояснюється тим, що при протяжному терміну нагрівання, при відновленні деталей пластичним деформуванням, важливо уникнути при нагріванні вигорання легуючих елементів, а також не допустити зростання зерна кристалів, що має місце при протяжному нагріванні деталі. З вищенаведеного витікає необхідність максимально можливого збільшення швидкості нагрівання деталі, Окрім того бажано вести нагрівання деталі, по можливості, в захисному чи нейтральному газовому середовищі.

У залежності від того в якому напрямку діють деформуючі зовнішні сили і в залежності від необхідного напрямку деформації розрізняють слідуючи технологічні схеми деформування в процесі відновлення деталей машин тиском: «осадка, роздача, удавлення, обтиснення, витяжка, виправлення, накатка і механічне поверхнєве зміцнення» [3, 4-8,13].

При ремонті і відновлення корпусів шестеренного насоса раціонально прийнятним є способи зовнішнього обтискання, при стримуванні перетікання металу до внутрішніх об'ємів корпусу спеціальним пуансоном.

«До переваги способу гарячого пластичного деформування варто віднести те, що відновлюється деталь за рахунок перерозподілу металу самої деталі. Відсутність зон зварювання і термічного впливу, що притаманне при відновленні деталей різними видами наплавлень, а також ущільнення і поліпшення мікроструктури металу приводить до підвищення надійності відновлення цим способом деталі на 15...20 % навіть у порівнянні з новою. Наступною перевагою способу ГПД є той факт, що практично за одну операцію удається відновити усі без винятку зношені поверхні корпусу» [3, 4-8,13].

2.5 Проектування технологічного процесу відновлення корпусу шестеренного насоса

2.5.1 Розробка структурної послідовності технологічного процесу відновлення корпусу шестеренного насоса гарячим пластичним деформуванням

Структурна послідовність технологічного процесу передбачає його поділення на окремі операції, які характеризуються змістом, а також послідовністю виконання.

«Правильний вибір переліку операцій і послідовність їх виконання, а також підбір необхідного обладнання дозволить реалізувати всі переваги обраного методу відновлення й забезпечить необхідну якість відновлення деталі» [3, 4-8,13].

Згідно з технологією відновлення корпусу гарячим пластичним деформуванням обтискання діаметр колодязів регулюється діаметром внутрішнього пуансона. Колодязі будуть розточуватися на I – й ремонтний розмір $\varnothing 54,8^{+0,02}$ мм. Знайдемо мінімальний припуск на розточування колодязів [14, 15]:

$$z = 1,52 \cdot 54,8^{0,1} - 1,33 = 0,8 \text{ мм.}$$

Кінцевий діаметр колодців після обтискання буде дорівнювати діаметру пуансона 54 мм.

Деталь надходить до дільниці розбірно-мийного відділення. При обтисканні внутрішні отвори деталі змінюються незначно, тому буде достатньо операцій розточування, розсвердлювання і калібрування, щоб досягти потрібних ремонтних розмірів. В кінці деталь контролюють, миють і направляють до випробувальної дільниці. В таблиці 2.5 приведено перелік операцій відновлення корпусу по обраному методу.

Таблиця 2.5. Технологічний процес відновлення корпусу шестеренного насоса гарячим пластичним деформуванням

Найменування операції	Зміст операції
005. Дефектувальна	Визначити технічний стан корпусу
010. Термічна	Помістити корпус в піч і нагрівати для обтискання при температурі 480...500°C на протязі 60 хвилин
015. Пресова	Обтиснути корпус при температурі 440...480°C
020. Загартувальна	Нагріти корпус в печі до температури 520...535°C і витримати на протязі трьох годин з охолодженням в воді при температурі 70°C
025. Відпуск	Нагріти корпус в електропечі до температури 180°C, витримати в печі чотири години і охолодити на повітрі
030. Фрезерувальна	Фрезерувати площину під етикетку витримавши розмір $h=111,0\pm0,4$ мм. Шорсткість поверхні 6,3
035. Фрезерувальна	Фрезерувати площину під кришку витримавши розмір $h=109,5\pm0,4$ мм
040. Фрезерувальна	Фрезерувати площини під патрубки витримавши розмір $54\pm0,2$ мм до вісі. Шорсткість поверхні 25
045. Свердлильна	Свердлити два отвори $\varnothing 6$ мм на глибину 10 мм під установчі штифти. Шорсткість 3,2. Відстань до вісі $a=35\pm0,1$ мм; $b=25\pm0,025$ мм
050. Розточувальна	Розточити в корпусі канавку під кільце ущільнення витримавши розміри $b=2,4^{+0,1}_{-0,05}$ мм і $R=33^{+0,5}$ мм. Шорсткість 3,2
055. Розточувальна	Розточити виточку під вкладиш витримавши розміри $\varnothing 58,8^{+0,2}$ мм, глибина $h=24^{+0,5}$ мм. Шорсткість 12,5
060. Розточувальна	Розточити отвори під шип втулок в розмір $\varnothing 37^{+0,52}$ мм на глибину 15 мм витримавши розмір $h=99^{+0,4}$ мм. Шорсткість 25
065. Розточувальна	Розточити колодці в корпусі витримавши І-й ремонтний розмір $\varnothing 54,8^{+0,02}$ мм і глибину $L=84^{+0,1}$ мм. Шорсткість 1,25
070. Свердлильна	Зенкувати дно колодців витримавши розмір $84^{+0,1}$ мм. Шорсткість 3,2
075. Свердлильна	Розсвердлити вхідний та вихідний отвори $\varnothing 23,5^{+0,1}$ мм. Шорсткість $R_z=80_{\mu}$
080. Різьбонарізна	Калібрувати різьбу M10x1,5 в 8 отворах на глибину $18^{+0,4}$ мм, кл. 2
085. Різьбонарізна	Калібрувати різьбу M8x1,5 в 16 отворах на глибину $16^{+0,4}$ мм, кл. 2
090. Контрольна	Контролювати поверхні

2.5.2 Обґрунтування вибору технологічного обладнання, ріжучого і вимірювального інструменту

«Основним принципом при виборі необхідного технологічного устаткування служать технологічна застосовність і економічна доцільність використання того чи іншого верстата в умовах даного виробництва. В умовах серійного виробництва використовують як правило універсальне чи у разі потреби спеціальне устаткування, що дозволяє виконувати необхідний обсяг робіт при мінімальному числі робочих місць» [3, 4-8,13]...

«При виборі устаткування будемо керуватися наступними основними принципами.

1. Відповідність технологічного устаткування сутності виконуваної операції.

2. Відповідність розмірів робочої зони верстата габаритним розмірам деталі.

3. Високої продуктивності виконання операцій при мінімальній собівартості їхнього виконання

4. Відповідності продуктивності устаткування річній програмі відновлення деталей тобто необхідності повного завантаження устаткування» [3, 4-8,13]...

Критерії, якими керуються при виборі ріжучого інструмента являть собою підстави можливості досягнення, при обраних інструментах повного виконання технічних умов, які закладені проектувальником в ремонтне кресленням деталі. При цьому, природно зазвичай вибирають той інструмент, який здатен, при його використанні значно більшої продуктивності, але при умові відсутності зниження техніко-економічних показників використання цього інструменту при виконання операцій.

При виборі вимірювального інструменту керуються залежністю насамперед, того, чи зможе робітник при використанні обраного вимірювального інструменту забезпечити необхідну точність вимірів, але при відсутності зниження продуктивності проведення вимірювань.

Керуючись зазначеними принципами здійснюємо вибір необхідного ріжучого інструменту устаткування і вимірювального інструменту, який необхідно використовувати при відновленні корпусу шестеренного насоса гарячим пластичним деформуванням. Результати вибору наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6. Технологічне устаткування, ріжучий і вимірювальний інструмент

який необхідний при відновленні корпусу шестеренного насоса

Операція, найменування і марка технічного устаткування і коротка його технічна характеристика	Найменування і марка пристосувань, ріжучого інструменту і ремонтних матеріалів	Найменування і марка вимірювального інструменту
005 Дефектовочна. Стил дефектування ОРГ-1468-01-090.8	-8	Штанг експертуль ІПЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-808
010 Термічна. Електропін Н65×130. Максимальна температура нагріву 1000°С. Габаритні розміри 650×1300×400 мм	Кліпці спеціальні	-8
015 Пресою. Прес гідравлічний П-474 А. Зусилля обтискання Р=1000 кН. Потужність N=7,5 кВт. Габаритні розміри 1500×1000 мм	Прес-форма для обтискання, кліпці спеціальні і корзини спеціальні	-8
020 Зарядувальна. Електропін Н65×130. Максимальна температура нагріву 1000°С. Габаритні розміри 650×1300×400 мм. Вага 1300×650.8	Кліпці спеціальні	-8
025 Відпуск. Електропін Н65×130. Максимальна температура нагріву 1000°С. Габаритні розміри 650×1300×400 мм	Кліпці спеціальні	-8
030 Фрезерувальна. Вертикально-фрезерний верстат 6Р10. n=50...2240 об/хв.; N=3 кВт.; S _{max} =25...1120 мм/хв.; S _{min} =12,5...560 мм/хв. Габаритні розміри 1445×1875 мм	Оправка ПТ-1468-П-760. Фреза 2235-0102 ГОСТ 9368-788	Штанг експертуль ІПЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-808
035 Фрезерувальна. Вертикально-фрезерний верстат 6Р10. n=50...2240 об/хв.; N=3 кВт.; S _{max} =25...1120 мм/хв.; S _{min} =12,5...560 мм/хв. Габаритні розміри 1445×1875 мм	Оправка ПТ-1468-П-760. Фреза 2235-0102 ГОСТ 9368-788	Штанг експертуль ІПЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-808
040 Фрезерувальна. Вертикально-фрезерний верстат 6Р10. n=50...2240 об/хв.; N=3 кВт.; S _{max} =25...1120 мм/хв.; S _{min} =12,5...560 мм/хв. Габаритні розміри 1445×1875 мм	Оправка ПТ-К68-П-760. Фреза 2235-0102 ГОСТ 9368-788	Штанг експертуль ІПЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-808
045 Свердильна. Верстат вертикально-свердильний 2Н135. Розміри стола 450×500 мм; N=4 кВт.; n=31...1400 об/хв. Габаритні розміри 1030×825 мм	Патрон І-2-Ц. Свердло Ø 6 мм 2300-0006 ГОСТ 886-77.8	Штанг експертуль ІПЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-808
050 Розточувальна. Верстат горизонтально-розточний 2М615. Розміри стола 900×1000 мм; N=4,5 кВт.; n=20...1600 об/хв. Габаритні розміри 4330×2590 мм	Різець ВК-3 ГОСТ 10044-73 тип 2. Борштанга	Калібр 8530-4003. Штанг експертуль ІПЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-808
055 Розточувальна. Верстат горизонтально-розточний 2М615. Розміри стола 900×1000 мм; N=4,5 кВт.; n=20...1600 об/хв. Габаритні розміри 4330×2590 мм	Різець ВК-3 ГОСТ 10044-73 тип 2. Борштанга	Штанг експертуль ІПЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-808
060 Розточувальна. Верстат горизонтально-розточний 2М615. Розміри стола 900×1000 мм; N=4,5 кВт.; n=20...1600 об/хв. Габаритні розміри 4330×2590 мм	Різець ВК-3 ГОСТ 10044-73 тип 2. Борштанга	Калібр пробка +0,02 Ø 37 8133-0037 ГОСТ 14811-84.8
065 Розточувальна. Верстат горизонтально-розточний 2М615. Розміри стола 900×1000 мм; N=4,5 кВт.; n=20...1600 об/хв. Габаритні розміри 4330×2590 мм	Різець ВК-3 ГОСТ 10044-73 тип 2. Борштанга	Індикатор кл. І ГОСТ 577-648
070 Свердильна. Верстат вертикально-свердильний 2Н135. Розміри стола 450×500 мм; N=4 кВт.; n=31...1400 об/хв. Габаритні розміри 1030×825 мм	Зенкер насадний ГОСТ 21585-768	Спеціальні калібри
075 Свердильна. Верстат вертикально-свердильний 2Н135. Розміри стола 450×500 мм; N=4 кВт.; n=31...1400 об/хв. Габаритні розміри 1030×825 мм	Свердло Ø 23,5 мм 2300-0235 ГОСТ 886-77.8	Калібр пробка +0,1 Ø 23,5 8133-0235 ГОСТ 14811-84.8
080 Різбонарізна. Верстат різбонарізний 2056. Діаметр нарізаної різьби до М18. N=1,3 кВт.; n=112...1120 об/хв. Габаритні розміри 870×590 мм	Патрон запобіжний тип II ГОСТ 8255-56, мічине М10-Д2-П ГОСТ 3266-808	Пробка різбова М10 кл 2 ГОСТ 2016-798
085 Різбонарізна. Верстат різбонарізний 2056. Діаметр нарізаної різьби до М18. N=1,3 кВт.; n=112...1120 об/хв. Габаритні розміри 870×590 мм	Патрон запобіжний тип II ГОСТ 8255-56, мічине М8-Д2-П ГОСТ 3266-808	Пробка різбова М8 кл 2 ГОСТ 2016-798
090 Контрольна. Стил дефектування ОРГ-1468-01-090.8	-8	Контрольні розміри по операції

«Базою – називають поверхню, що замінює її сукупність поверхонь, вісь, точку деталі, або збірної одиниці по відношенню до яких орієнтуються інші деталі, або поверхні обробляємі, або збираємі при даній операції» [3, 5-8, 13].

Базові поверхні поділяються за призначенням на технологічні, вимірювальні і конструкторські.

Та базова поверхня, яка визначає положення деталі, або збиральної одиниці під час проведення операції її виготовлення і відновлення називається технологічною базою.

«При виборі установочних баз дотримуємося її простоти, тобто входження меншої кількості базуючи поверхонь. За цим стоїть простота й дешевизна пристосування для закріплення деталі на верстаті. Але не забуваємо й про технологію обробки поверхонь, а для цього так чи інакше забазувати деталь» [3, 5-8, 13].

Опишемо для прикладу вибір технологічних баз для окремих операцій по ремонту і відновленню корпусу шестеренного насоса. Початкова обробка на верстаті – фрезерна. В цьому випадку базування корпусу виконується по привалочній площині і боковій зовнішній поверхні корпусу. Таке базування й на обробку привалочної площини, тільки в цьому випадку за технологічну базу будемо використовувати вже оброблену поверхню.

При фрезеруванні площин корпусу шестеренного насоса під патрубки в якості технологічної бази будемо використовувати одну з площин під патрубки й обидві попередні оброблені площини.

Для розточних операцій базою буде поверхня під кришку й під етикетку, а також отвори під болти. На зенкувальну операцію приймаємо попередні бази.

Для свердлильної операції базами будуть привал очні площини й площини під патрубки.

Для виконання операцій по нарізанню різьби в якості базуючи поверхонь вибираємо базування по штифтових отворах та привалочній площині і площині під патрубки.

2.6 Розрахунок і вибір режимів виконання технологічних операцій розрахунок технічних норм часу

«Однією з найважливіших умов якісного виконання операцій є правильний вибір режимів їхнього виконання. Вибір науково-обґрунтованих режимів виконання технологічних операцій один з найважливіших моментів розробки технологічного процесу відновлення деталі, що вимагає ретельного підходу. При виборі і розрахунку режимів виконання операцій керуємося залежностями і рекомендаціями, приведеними в» [3, 5-8, 13].

«Не менш відповідальним етапом проектування технологічного процесу відновлення деталі є розрахунок технічних економічно доцільних норм часу виконання операцій технологічного процесу.

Технічну норму часу виконання технологічних операцій будемо визначати по формулі:

$$T_n = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{дод}}$$

де, T_n - технічна норма часу виконання операції, хв;

T_o - основний час, затрачуваний на обробку деталі, хв;

$T_{\text{доп}}$ - допоміжний час, витрачений на установку і зняття деталі з верстата, настроювання і керування верстатом;

$T_{\text{дод}}$ - додатковий час складається з часу на організаційно-технічний час обслуговування робочого місця, часу перерв на відпочинок, часу на задоволення природних потреб і може бути визначений по формулі:

$$T_{\text{дод}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot K}{100};$$

де $T_{\text{оп}}$ - оперативний час який визначається по формулі:

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{доп}},$$

K - відсоток додаткового часу від оперативного з таблиці 7» [3, 5-8, 13].

2.6.1 Розрахунок режимів і норм часу на виконання технологічних операцій 005 Дефектувальна

Дефектувати корпус шестеренного насоса, визначивши його технічний стан відповідності з [3, 5-8, 13] маємо:

$$T_o=3,5 \text{ хв. } T_{дон}=0,8 \text{ хв. } T_{он}=3,5+0,8=4,3 \text{ хв.}$$

$$T_{дод} = \frac{4,3 \cdot 6}{100} = 0,26 \text{ хв.}$$

Тоді: $T_n=4,3+0,26=4,56 \text{ хв.}$

010 Пресо́ва

Помістити корпус до печі. Нагріти корпус для обтискання при температурі $480...500^{\circ}\text{C}$. Тривалість 60 хв. Партія $n=70$ деталей.

$$T_o=60 \text{ хв. } T_{дон}=20 \text{ хв. } T_{он}=60+20=80 \text{ хв.}$$

$$T_{дод} = \frac{80 \cdot 5}{100} = 4,0 \text{ хв.}$$

На виконання операції для всієї партії:

$$T_n=80+4=84 \text{ хв.}$$

Технічна норма часу на виконання операції для однієї деталі:

$$T_n=84/70=1,2 \text{ хв.}$$

015 Пресо́ва

Встановити корпус у прес форму.

Обтиснути корпус при температурі $480...500^{\circ}\text{C}$ витримавши розміри поверхонь:

- площини днища корпусу під етикетку $h=111^{-0,5}$ мм;
- площини під патрубки $55\pm 0,2$ мм до вісі;
- канавки під ущільнююче кільце $\varnothing 65_{-0,5}$ мм;
- виточки під вкладиш $\varnothing 57,8_{-0,2}$ мм;
- отвір під шип втулки $\varnothing 36_{-0,5}$ мм;
- діаметр колодців $\varnothing 54_{-0,5}$ мм;
- вхідного та вихідного отворів $\varnothing 23_{-0,5}$ мм;
- під різьбу $\varnothing 9,2_{-0,2}$ мм;
- під різьбу $\varnothing 7,2_{-0,2}$ мм;
- дна колодців розмірів $83^{+0,5}$ мм.

Корпус шестеренного насоса при гарячому пластичному деформуванню, обтисканні звичайно копіює зовнішню поверхню пуансона, який розташовують в зношені колодязі корпусу, а тому шорсткість буде відповідати шорсткості пуансона і знаходитись в межах 4...6 класу точності.

Після обтискання корпус виймають і кладуть до корзини.

$$T_o=1 \text{ хв. } T_{дон}=0,4 \text{ хв. } T_{он}=1+0,4=1,4 \text{ хв.}$$

$$T_{дод} = \frac{1,4 \cdot 8}{100} = 0,11 \text{ хв.}$$

Тоді норма часу: $T_n=1,4+0,11=1,51 \text{ хв.}$

020 Зага́ртування

Покласти корпус в електропіч і нагріти до температури $520...535^{\circ}\text{C}$ витримавши на протязі трьох годин. Після цього корпус охолоджують у нагрітій воді до температури 70°C . Партія $n=70$ деталей.

$$T_o=180+0,3=180,3 \text{ хв. } T_{дон}=20 \text{ хв. } T_{он}=180,3+20=200,3 \text{ хв.}$$

$$T_{дод} = \frac{200,3 \cdot 5}{100} = 10,0 \text{ хв.}$$

На виконання операції для всієї партії:

$$T_n=200,3+10=210,3 \text{ хв.}$$

Технічна норма часу на виконання операції для однієї деталі:

$$T_n=210,3/70=3 \text{ хв.}$$

025 Відпу́ск

Покласти корпус в електропіч і нагріти до температури 180°C витримавши на протязі чотирьох годин, охолодивши після на повітрі. Партія $n=70$ деталей.

$$T_o=240 \text{ хв. } T_{дон}=20 \text{ хв. } T_{он}=240+20=260 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{дод}} = \frac{260 \cdot 5}{100} = 13,0 \text{ хв.}$$

На виконання операції для всієї партії:

$$T_n = 260 + 13 = 273 \text{ хв.}$$

Технічна норма часу на виконання операції для однієї деталі:

$$T_n = 273 / 70 = 3,9 \text{ хв.}$$

030 Фрезерувальна

Фрезерувати площину дна корпусу під етикетку до виведення нерівностей поверхні, що виникли в результаті обробки корпусу гарячим пластичним деформуванням - обтисканням: $h = 110,5 \pm 0,4$ мм. Шорсткість 6,3.

Глибина різання $t = 111 - 110,5 = 0,5$ мм. Інструмент: фреза торцева $z = 14$ зубців.

«З таблиці 69 [7] знаходимо подачу $S_{об} = 0,8$ мм/об.

З таблиці 70 [7] швидкість різання $V_p = 49$ м/хв. і частота обертання фрези $n = 256$ об/хв.

Основний час на виконання операції можна визначити за формулою:

$$T_o = \frac{L + L_{ад}}{n \cdot S_{оа}},$$

де $L = 90$ мм – довжина оброблюємої поверхні;

$L_{вр} = 8$ мм – сумарна довжина врізання і пробігу інструменту з таблиці 80 [7];

n – кількість обертів за хвилину;

$S_{об}$ – подача на один оберт фрези» [3, 5-8, 13].

$$\text{Тоді} \quad T_o = \frac{90 + 8}{256 \cdot 0,8} = 0,5 \text{ хв.}$$

$$T_{дон} = 0,7 \text{ хв. } T_{он} = 0,5 + 0,7 = 1,2 \text{ хв. } \dot{O}_{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}} = \frac{1,2 \cdot 7}{100} = 0,084 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу: $T_n = 1,2 + 0,084 = 1,3$ хв.

035 Фрезерувальна

«Фрезерувати площину під кришку витримавши розмір: $h = 109,5 \pm 0,4$ мм. Шорсткість 6,3.

Глибина різання $t = 110,5 - 109,5 = 1$ мм. Інструмент: фреза торцева $z = 14$ зубців.

З таблиці 69 [7] знаходимо подачу $S_{об} = 0,8$ мм/об.

З таблиці 70 [7] швидкість різання $V_p = 49$ м/хв. і частота обертання фрези $n = 256$ об/хв.

Довжина оброблюємої поверхні $L = 150$ мм. Площина обробляється за один прохід два рази.

$L_{вр} = 8$ мм таблиця 80» [3, 5-8, 13].

Тоді основний час на виконання операції можна визначити за формулою:

$$T_o = \frac{150 + 8 + 150 + 8}{256 \cdot 0,8} = 1,54 \text{ хв.}$$

$$T_{дон} = 0,7 \text{ хв. } T_{он} = 1,54 + 0,7 = 2,24 \text{ хв. } \dot{O}_{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}} = \frac{2,24 \cdot 7}{100} = 0,16 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу: $T_n = 2,24 + 0,16 = 2,4$ хв.

040 Фрезерувальна

«Фрезерувати площину під патрубку витримавши розмір: $54 \pm 0,2$ мм до вісі. Шорсткість 25.

Глибина різання $t = 55 - 54 = 1$ мм. Інструмент: фреза торцева $z = 16$ зубців.

З таблиці 69 [7] знаходимо подачу $S_{об} = 0,8$ мм/об.

З таблиці 70 [7] швидкість різання $V_p = 49$ м/хв. і частота обертання фрези $n = 256$ об/хв.

Довжина оброблюємої поверхні $L = 75$ мм. Площина обробляється за один прохід.

Фрезеруванню підлягають дві площини. $L_{вр} = 8$ мм таблиця 80 [7].

Тоді основний час на виконання операції можна визначити за формулою» [3, 5-8, 13]:

$$T_o = \frac{75 + 8}{256 \cdot 0,8} = 0,4 \text{ хв.}$$

$$T_{дон} = 0,7 \text{ хв. } T_{он} = 0,4 + 0,7 = 1,1 \text{ хв. } \dot{O}_{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}} = \frac{1,1 \cdot 7}{100} = 0,08 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу з урахуванням обробки двох поверхонь:

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

045 Свердлильна

«Свердлити два отвори $\varnothing 6$ мм на глибину 10 мм під установчі штифти. Шорсткість 3,2. Кількість обертів $n=980$ об/хв.» [3, 5-8, 13].

Подача $S=0,2$ мм/об з таблиці 27 [9].

Операція проводиться за один прохід.

$L_{\text{вп}}=8$ мм таблиця 64 [9].

Тоді основний час на виконання операції можна визначити за формулою:

$$T_o = \frac{10 + 4}{980 \cdot 0,2} = 0,07 \text{ хв.}$$

«Допоміжний час на перший прохід $T_{\text{дон}}=0,8$ хв., для наступного $T_{\text{дон}}=0,5$ хв.

Тоді $T_{\text{он}}=0,07 \cdot 2 + 0,8 + 0,5 = 1,44$ хв. $\dot{O}_{\text{дв}} = \frac{1,44 \cdot 6}{100} = 0,1$ хв.

Тоді технічна норма часу» [3, 5-8, 13]: $T_n = 1,44 + 0,1 = 1,54$ хв.

050 Розточувальна

«Розточити в корпусі канавку під ущільнююче кільце витримавши розмір $b = 2,4^{+0,1}_{-0,05}$ мм і $R=33^{+0,5}$ мм. Шорсткість 3,2.

Довжина оброблюємої поверхні $L=45$ мм і $L_{\text{вп}}=2,4$ мм. Подача $S=0,2$ мм/об при вильоті різця 80 мм з таблиці 17 [9].

Швидкість різання $V_p=170$ м/хв.

Кількість обертів визначаємо за формулою:

$$n = \frac{318 \cdot V}{d},$$

де V – швидкість різання, м/хв;

d – діаметр оброблюємої поверхні, мм.

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

Приймаємо $n=800$ об/хв.

Тоді основний час визначимо за формулою:

$$T_o = \frac{45 + 2,4}{800 \cdot 0,2} = 0,3 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{дон}}=0,5 \text{ хв. } T_{\text{он}}=0,3 + 0,5 = 0,8 \text{ хв. } \dot{O}_{\text{дв}} = \frac{0,8 \cdot 8}{100} = 0,064 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу» [3, 5-8, 13]: $T_n = 0,8 + 0,064 = 0,9$ хв.

055 Розточувальна

«Розточити виточку під вкладиш, витримавши розмір $\varnothing 58,8^{+0,2}$ мм. Шорсткість 12,5.

Глибина: $h=24^{+0,5}$ мм (не змінюється при обтисканні).

Довжина оброблюємої поверхні $L=24$ мм і $L_{\text{вп}}=2$ мм.

Подача $S=0,2$ мм/об.

Швидкість різання $V_p=170$ м/хв.

Глибина різання: $t = \frac{58,8 - 57,8}{2} = 0,5$ мм.

Кількість обертів бор штанги: $n = \frac{318 \cdot 170}{58,8} = 919$ об/хв.

Приймаємо $n=900$ об/хв.

Тоді основний час: $T_o = \frac{24 + 2}{900 \cdot 0,2} = 0,144$ хв.

$$T_{\text{дон}}=0,5 \text{ хв. } T_{\text{он}}=0,144 + 0,5 = 0,644 \text{ хв. } \dot{O}_{\text{дв}} = \frac{0,644 \cdot 8}{100} = 0,052 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу» [3, 5-8, 13]: $T_n=0,144+0,5+0,052=0,7$ хв.

060 Розточувальна

«Розточити отвори під шип втулок в розмір $\varnothing 37^{+0,52}$ мм на глибину $i=15$ мм. Шорсткість 12,5.

$L_{ep}=2$ мм.

Подача $S=0,2$ мм/об., при вильоту різця 80 мм.

Швидкість різання $V_p=170$ м/хв.

Кількість обертів:
$$n = \frac{318 \cdot 170}{37} = 1461 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n=1400$ об/хв.

Тоді основний час:
$$T_o = \frac{15 + 2}{1400 \cdot 0,2} = 0,06 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на перший прохід $T_{don}=0,7$ хв., для наступного $T_{don}=0,4$ хв.

Тоді: $T_{on}=0,06 \cdot 2 + 0,7 + 0,4 = 1,22$ хв.
$$\dot{O}_{\ddot{a}\ddot{a}} = \frac{1,22 \cdot 8}{100} = 0,1 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу» [3, 5-8, 13]: $T_n=0,06 \cdot 2 + 0,7 + 0,4 + 0,1 = 1,32$ хв.

065 Розточувальна

Розточити колодці в корпусі витримавши перший ремонтний розмір $\varnothing 54,8^{+0,02}$ мм на глибину $L=84^{+0,1}$ мм і $L_{ep}=2$ мм. Шорсткість 1,25.

«Подача $S=0,2$ мм/об.

Швидкість різання $V_p=170$ м/хв.

Кількість обертів:
$$n = \frac{318 \cdot 170}{54,8} = 986 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n=1000$ об/хв.

Тоді основний час:
$$T_o = \frac{84 + 2}{1000 \cdot 0,2} = 0,43 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на перший прохід $T_{don}=0,7$ хв., для наступного $T_{don}=0,4$ хв.

Тоді» [3, 5-8, 13]: $T_{on}=0,43 \cdot 2 + 0,7 + 0,4 = 1,96$ хв.
$$\dot{O}_{\ddot{a}\ddot{a}} = \frac{1,96 \cdot 8}{100} = 0,16 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу: $T_n=1,96+0,16=2,12$ хв.

070 Свердлильна

Зенкувати дно колодців витримавши розмір $L=84^{+0,1}$ мм з $\varnothing 54,8^{+0,02}$ мм. Шорсткість 3,2.

Подача $S=0,6$ мм/об.

Швидкість різання $V_p=30$ м/хв.

«Кількість обертів:
$$n = \frac{318 \cdot 30}{54,8} = 174,1 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n=150$ об/хв. при $L_{ep}=2$ мм.

Тоді основний час:
$$T_o = \frac{84 + 2}{150 \cdot 0,2} = 0,96 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на перший прохід $T_{don}=0,5$ хв., для наступного $T_{don}=0,25$ хв.

Тоді» [3, 5-8, 13]: $T_{on}=0,96 \cdot 2 + 0,5 + 0,25 = 2,67$ хв. $T_{\text{дод}} = \frac{2,67 \cdot 2}{100} = 0,05 \text{ хв.}$

Тоді технічна норма часу: $T_n=2,67+0,05=2,72$ хв.

075 Свердлильна

Розсвердлити вхідний та вихідний отвори $\varnothing 23,5^{+0,1}$ мм. Шорсткість R_z80 . Довжина $L=35$ мм при $L_{ep}=6$ мм.

«Операція виконується за один прохід.

Кількість обертів $n=270$ об/хв.

Основний час:
$$T_o = \frac{35 + 6}{270 \cdot 0,6} = 0,25 \text{ хв.}$$

Допоміжний час $T_{дон}=0,5$ хв.

$$T_{он}=0,25+0,5=0,75 \text{ хв. } \dot{O}_{\hat{a}\hat{i}\hat{a}} = \frac{0,75 \cdot 6}{100} = 0,05 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу» [3, 5-8, 13]: $T_n=(0,75+0,05) \cdot 2=1,6$ хв.

080 Різьбонарізна

Калібрувати різьбу $M10 \times 1,5$ в 8 отворах на глибину $L=18^{+0,4}$ мм, кл. 2.

Операція виконується за один прохід при $L_{ер}=14$ мм.

Подача $S=1,5$ мм/об.

Швидкість різання $V_p=4,7$ м/хв.

Кількість обертів $n=150$ об/хв.

Тоді основний час:

$$T_o = \frac{18 + 14}{150 \cdot 1,5} = 0,142 \text{ хв.}$$

«Допоміжний час на перший прохід і на встановлення і знаття деталі $T_{дон}=0,6$ хв., для наступного $T_{дон}=0,2$ хв.

Тоді операційний час: $T_{он}=0,142 \cdot 8 + 0,6 + 0,2 \cdot 7 = 3,14$ хв. $\dot{O}_{\hat{a}\hat{i}\hat{a}} = \frac{3,14 \cdot 8}{100} = 0,25 \text{ хв.}$

Тоді технічна норма часу» [3, 5-8, 13]: $T_n=0,142 \cdot 8 + 0,6 + 0,2 \cdot 7 + 0,25 = 3,4$ хв.

085 Різьбонарізна

Калібрувати різьбу $M8 \times 1,5$ в 4 отворах з однієї сторони і в 4 отворах з іншої на глибину $L=16^{+0,4}$ мм, кл. 2.

Операція виконується за один прохід при $L_{ер}=14$ мм.

Подача $S=1,5$ мм/об.

Швидкість різання $V_p=4,7$ м/хв.

«Кількість обертів $n=150$ об/хв.

Тоді основний час:

$$T_o = \frac{16 + 14}{150 \cdot 1,5} = 0,13 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на перший прохід і на встановлення і знаття деталі $T_{дон}=0,6$ хв., для наступного $T_{дон}=0,2$ хв.

Тоді операційний час для однієї сторони:

$$T_{он}=0,13 \cdot 4 + 0,6 + 0,2 \cdot 3 = 1,72 \text{ хв.}$$

Додатковий час з однієї сторони:

$$T_{дод} = \frac{1,72 \cdot 8}{100} = 0,14 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу для двох сторін» [3, 5-8, 13]:

$$T_n=(1,72+0,14) \cdot 2=3,72 \text{ хв.}$$

090 Контрольна

«Контролювати оброблені поверхні. Перпендикулярність вісей колодців не більше 0,03 мм. Площинність площин під патрубки не більше 0,03 мм. Паралельність привал очної площини 0,1 мм. Несиметричність отвору під вкладиш 0,1 мм. Відхилення від циліндричності колодців 0,01 мм.

Основний час: $T_o=5,25$ хв.

Допоміжний час: $T_{дон}=0,8$ хв.

Операційний час: $T_{он}=5,25+0,8=6,05$ хв.

Додатковий час:

$$T_{дод} = \frac{6,05 \cdot 6}{100} = 0,4 \text{ хв.}$$

Тоді технічна норма часу» [3, 5-8, 13]: $T_n=6,05+0,4=6,45$ хв.

В таблиці 2.7 поданий наведено перелік операцій технологічного процесу ремонту і відновлення корпусу шестеренного насоса і норми часу на виконання операцій зазначеного технологічного процесу.

Таблиця 2.7 Перелік операцій і час їх виконання

Операції	Час виконання операції				
	Основний час, хв.	Допоміжний час, хв.	Операційний час, хв.	Додатковий час, хв.	Норма часу, хв.
005 Дефектувальна	3,5	0,8	4,3	0,26	4,56
010 Термічна	0,86	0,29	1,15	0,05	1,2
015 Пресова	1,0	0,4	1,4	0,11	1,2
020 Загартувальна	2,57	0,28	2,85	0,15	3,0
025 Відпуск	3,42	0,28	3,7	0,19	3,9
030 Фрезерувальна	0,5	0,7	1,2	0,084	1,3
035 Фрезерувальна	1,54	0,7	2,24	0,16	2,4
040 Фрезерувальна	0,4	0,7	1,1	0,08	2,36
045 Свердлильна	0,14	1,3	1,44	0,1	1,54
050 Розточувальна	0,3	0,5	0,8	0,064	0,9
055 Розточувальна	0,144	0,5	0,644	0,052	0,7
060 Розточувальна	0,12	1,1	1,22	0,1	1,32
065 Розточувальна	0,86	1,1	1,96	0,16	2,12
070 Свердлильна	1,92	0,75	2,67	0,05	2,72
075 Свердлильна	0,25	0,5	0,75	0,05	1,6
080 Різьбонарізна	1,136	2,0	3,14	0,25	3,4
085 Різьбонарізна	0,52	1,2	1,72	0,14	3,72
090 Контрольна	5,25	0,8	6,05	0,4	6,45
ВСЬОГО					44,39

3. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Організація виконання робіт по ремонту і відновленню на дільниці відновлення та зміцнення корпусів насосів НШ

Після розбирання і миття деталь надходить на дільницю. Тут вона дефектується, тобто піддається контролю геометричних розмірів, оглядається зовнішній стан поверхонь і т.д. Контролюють деталь візуально, а також з застосуванням спеціальних приладів і інструментів.

Для роботи на пресовому обладнанні робочі забезпечуються спеціальним інструментом. В відділенні розроблені умови для безпечної роботи з нагрітими до високих температур деталями. Основне і допоміжне обладнання розташоване так що переміщення деталей відбувається по найкоротшій відстані.

Для термічної обробки деталі, підібране все потрібне обладнання. Після термічної обробки деталь перевіряють на твердість поверхні. Обладнання розташовано по найкоротшим відстаням переміщення деталей, а також по технологічному принципу, тобто по обладнанню для термічної обробки і пресове розташоване одне біля одного, так як дільниця розроблена для відновлення однієї деталі, тобто в порядку виконання цих операцій.

Далі деталь проходить механічну обробку. Деталі проходять по верстатах в залежності від маршруту обробки. Для підвищення продуктивності праці робітників місця верстатників обладнанні різним допоміжним обладнанням, яке раціонально розташоване по дільниці.

Після обробки деталь контролюється і надходить на комплектацію, збирання, обкатку, випробовування і поверхневе фарбування.

3.2 Розрахунок трудомісткості і об'єму робіт дільниці по відновленню та зміцненню корпусів

Трудомісткість робіт виконаних на дільниці - один з основних параметрів, які використовуються при проектуванні дільниці.

Використовуючи дані норм часу по кожній операції при відновленні і поділивши кожне значення на 60 отримаємо трудомісткість виконуючих робіт на дільниці. Отримані дані заносимо в таблицю 3.1.

У табл. 3.1 приведений перелік робіт, які виконуються на дільниці відновлення та зміцнення корпусів шестеренного насоса НШ-32У, а також їхня трудомісткість.

Таблиця 3.1 Перелік і трудомісткість робіт, які виконуються на дільниці відновлення та зміцнення корпусів шестеренного насоса НШ-32У

Перелік робіт, які виконуються на дільниці	Трудомісткість робіт, чол. годин.
005 Дефектувальна	0,079
010 Термічна	0,02
015 Пресова	0,02
020 Загартувальна	0,05
025 Відпуск	0,075
030 Фрезерувальна	0,025
035 Фрезерувальна	0,047
040 Фрезерувальна	0,048
045 Свердлильна	0,031
050 Розточувальна	0,021
055 Розточувальна	0,015
060 Розточувальна	0,029
065 Розточувальна	0,041
070 Свердлильна	0,048
075 Свердлильна	0,031
080 Різьбонарізна	0,06
085 Різьбонарізна	0,066
090 Контрольна	0,11
ВСЬОГО:	0,815

Знаючи програму відновлення та зміцнення корпусів шестеренного насоса НШ-32У на рік можемо визначити річну трудомісткість робіт з формули:

$$T = t \cdot N = 0,815 \cdot 9000 = 7335 \text{ чол. год.};$$

де, t - трудомісткість відновлення одного корпусу шестеренного насоса НШ-32У $t = 0,815$ чол. год.;

N - програма відновлення корпусів шестеренних насосів НШ-32У за рік $N = 9000$ шт.

Для розрахунку основного обладнання для відновлення і розрахунку робочої сили необхідно поділити загальну трудомісткість ремонту по видам робіт.

Роботи котрі виконуються на одному обладнанні сумуємо.

«Роботи виконанні на дільниці і трудомісткість перемножуємо на програму ремонту і отримані дані заносимо до таблиці 3.2» [3, 4].

Таблиця 3.2 Розподіл трудомісткості ремонту за видами робіт

Види робіт, які виконуються на дільниці	Трудомісткість робіт, чол. годин.
1. Дефектувальні	710
2. Контрольні	990
3. Термічні	1302
4. Пресова	180
5. Фрезерувальні	1079
6. Розточувальні	952
7. Свердлильні	990
8. Різьбонарізна	1132
Всього	7335

3.3 Режим роботи дільниці і розрахунок річних фондів часу робочого, устаткування і робочого місця

«Приймаємо режим роботи дільниці відновлення та зміцнення корпусів шестеренних насосів на у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький»:

- однозмінний;
- тривалість зміни 8,0 годин;
- 5 днів в неділю, 40 годин;
- кількість робочих днів в 2024 році – 251 дня.

Визначимо номінальний річний фонд часу, відповідно до [28] маємо:

$$\Phi_{\text{н}} = D_{\text{р}} \cdot t_{\text{зм}} - D_{\text{пп}} \cdot (t_{\text{зм}} - t_{\text{пп}}) = 251 \cdot 8 - 4 \cdot (8 - 7) = 2004 \text{ годин};$$

де $D_{\text{р}}$ - кількість робочих днів в році;

$t_{\text{зм}}$ - тривалість робочої зміни $t_{\text{зл}} = 8,0$ години;

$D_{\text{пп}}$ - тривалість передсвяткових днів у році $\ddot{A}_{\text{п}} = 4$ днів;

$t_{\text{пп}}$ - тривалість зміни в передсвяткові дні $t_{\text{п}} = 7,0$ годин.» [3, 4].

«Дійсний річний фонд часу робітників менше номінального річного фонду часу і визначається по формулі :

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} - (d_{\text{в}} + d_{\text{дв}} + d_{\text{д}} + d_{\text{н}} + d_{\text{ін}}) \cdot t_{\text{зм}};$$

де $d_{\text{в}}$ - кількість відпускних днів робітників, $d_{\hat{a}} = 24$ дня для зварників, наплавщиків, ковалів, термістів і малярів і $d_{\hat{a}} = 18$ днів для інших робітників;

$d_{\text{дв}}$ - кількість додаткових відпускних робочих врахованих днів $d_{\hat{a}} = 15$ днів;

$d_{\text{д}}$ - кількість днів декретної відпустки, у середньому 1,6 % від числа робочих днів у році,
 $d_{\text{д}} = 251 \cdot 0,016 = 4,0$ дня;

$d_{\text{н}}$ - кількість днів невиходу на роботу в зв'язку з виконанням державних і суспільних обов'язків і складає 0,3 % від числа робочих днів у році:

$$d_{\text{н}} = 251 \cdot 0,003 = 0,75 \text{ дня. Приймаємо 1 день.}$$

$d_{\text{зл}}$ - кількість інших невиходів на роботу і складає 0,5 % від числа робочих днів у році:

$$d_{\text{ін}} = 251 \cdot 0,005 = 1,25 \text{ дня. Приймаємо 1 день.}$$

«Тоді річний фонд часу для зварників, наплавщиків, ковалів і термістів і малярів складе :

$$\Phi_{\text{д}} = 2004 - (24 + 15 + 4 + 1 + 1) \cdot 8,0 = 1644 \text{ год.}$$

Річний фонд часу для інших робочих професій складе» [3, 4, 13]:

$$\Phi_{\text{д}} = 2004 - (18 + 15 + 4 + 1 + 1) \cdot 8,0 = 1692 \text{ год.}$$

Далі визначаємо фонд часу робочого місця:

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

«де N_p - число робітників одночасно працюючих на одному робочому місці $N_p=1$ робітник, або $N_p=2$ робітника;

c - число змін; $c=1$ зміна, або $c=2$ зміни» [3, 4, 13]:

$$\Phi_{pm1} = 2004 \cdot 1 \cdot 1 = 2004 \text{ годин};$$

$$\Phi_{pm2} = 2004 \cdot 1 \cdot 2 = 4008 \text{ годин};$$

$$\Phi_{pm22} = 2004 \cdot 2 \cdot 2 = 8016 \text{ год.}$$

«Річні фонди часу устаткування номінальний - $\hat{O}_{\tilde{n}}$ і дійсний - $\hat{O}_{\tilde{a}}$ визначаються по формулах:

$$\Phi_{он} = \Phi_n \cdot c.$$

$$\Phi_{од} = \Phi_n \cdot c \cdot \eta.$$

де c - число змін $c=1$, або $c=2$;

η - коефіцієнт, який характеризує використання устаткування за часом при $c=1$ $\eta=0,97$ і при $c=2$ $\eta=0,95$;» [3, 4, 13]

$$\Phi_{он1} = 2004 \cdot 1 = 2004 \text{ год.}; \Phi_{он2} = 2004 \cdot 2 = 4008 \text{ год.}$$

$$\Phi_{од1} = 2004 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1944 \text{ год.}; \Phi_{од2} = 2004 \cdot 2 \cdot 0,95 = 3808 \text{ год.}$$

3.4 Розрахунок кількості робітників, складання штатного розпорядку робітників дільниці

Визначаємо загальну (явочну) кількість робітників на дільниці по формулі [28]:

$$P_{яв} = \frac{T}{\Phi_n \cdot k_o} = \frac{7335}{2004 \cdot 1,05} = 3,5 \text{ чол.},$$

де T - загальна трудомісткість ремонту;

Φ_n - номінальний фонд часу, $\Phi_n=2095$ год.;

k_o - планований коефіцієнт перевиконання норм виробітку $k_o=1,05$.

Облікове число основних працюючих робітників:

$$P_{сп} = \frac{T}{\Phi_d \cdot k_o} = \frac{7335}{1692 \cdot 1,05} = 4,12 \text{ чол.},$$

де Φ_d - річний фонд часу робітника $\Phi_d=1692$ год.

Приймаємо число основних працівників $P_{осн}=5$ чоловік.

Знаходимо кількість інженерно – технічних робітників працюючих на дільниці відновлення та зміцнення корпусів (8-10 % від $P_{осн}$, $P_{дон}$) [28]:

$$P_{дон} = 0,1 \cdot P_{осн} = 0,1 \cdot 5 = 0,5 \text{ чол. Приймаємо } E_{\tilde{n}} = 1 \text{ чол.}$$

$$P_{ітр} = 0,09 \cdot (P_{осн} + P_{дон}) = 0,09 \cdot (5 + 1) = 0,54 \text{ чол. Приймаємо } P_{ітр}=1 \text{ чол.}$$

Явочна й облікову кількість основних робітників за спеціальностями визначаємо, а результати розрахунку наводимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 Результати розрахунку облікової і явочної кількості робітників по спеціальностях

Найменування спеціальності робітника	Трудовісткість виконання операцій, чол.год.	Дійсний річний фонд працюючих.	Число робітників.			
			Явочне $P_{яв}$		По списку $P_{сп}$	
			розр. х.	крат	розр. х.	крат
1. Дефектувальні	710	1692	0,34	1	0,40	1
2. Контрольна	990	1692	0,47		0,56	
3. Термічні	1302	1644	0,62	1	0,75	1
4. Пресова	180	1644	0,09		0,10	
5. Фрезерувальні	1079	1692	0,51	1	0,61	1
6. Розточувальні	952	1692	0,45	1	0,54	1
7. Свердлильні	990	1692	0,47	1	0,56	1
8. Різбонарізна	1132	1692	0,54		0,64	
Всього.				5		5

Результати наведених розрахунків зводимо в штатну відомість працюючих дільниці по відновленню та зміцненню корпусів шестеренних насосів типу НШ-32У в табл. 3.4

Таблиця 3.4 Штатна відомість працюючих на дільниці

Найменування професії.	Кіл-ть.	Кількість робітників по розрядам.			
		III	IV	V	VI
1. Дефектовщик	1			1	
2. Контролер					
3. Терміст	1			1	
4. Пресовщик					
5. Фрезерувальник	1		1		
6. Розточник	1		1		
7. Свердлильник	1		1		
8. Різбонарізник					
Всього працюючих.	5		3	2	
Допоміжні працюючі.	1				
ІТР	1				
Всього.	7				

Всього на дільниці буде працювати

$$P = P_{осн} + P_{доп} + P_{ітт} + P_{кп} + P_{моп} = 5 + 1 + 1 = 7 \text{ чоловік.}$$

3.5 Розрахунок кількості робочих місць

Кількість робочих місць визначаємо по трудовісткості ремонту корпусів шестеренних насосів на у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький» відповідно до [28]:

$$N_{pm} = \frac{T}{\Phi_{одл} \cdot k_3} = \frac{7335}{1944 \cdot 0,85} = 4,44.$$

Приймаємо $N_{ді} = 5$ місць.

де T - загальна трудомісткість ремонту корпусу;

$\Phi_{\text{од}}$ - дійсний річний фонд часу устаткування $\hat{O}_{\text{д}} = 1944$ год. при однозмінній роботі;

k_3 - середній коефіцієнт завантаження робочого місця $k_c = 0,85$.

3.6 Розрахунок і підбирання технологічного обладнання ділянки по відновленню та зміцненню корпусів шестеренних насосів типу НШ-32У

Основним технологічним устаткуванням ділянки ремонту корпусу є:

- стіл дефектувальника і контролера;
- прес;
- термічне обладнання;
- верстатне обладнання.

Визначимо необхідну кількість обладнання для ділянки по відновленню та зміцненню корпусів шестеренних насосів.

1. Визначаємо необхідну кількість столів для дефектування та контролю за формулою згідно [27]:

$$n_{\text{ст}} = \frac{T}{\Phi_{\text{он}} \cdot \eta \cdot c} = \frac{1700}{2004 \cdot 0,8 \cdot 1} = 1,06 \text{ шт.}$$

де T - трудомісткість дефектувальних та контрольних робіт, які виконуються на ділянці, $T = 1700$ чол. год.;

$\Phi_{\text{он}}$ - номінальний річний фонд часу обладнання, $\hat{O}_{\text{н}} = 2004$ год.;

η - коефіцієнт використання обладнання $\eta = 0,8$;

c - число змін роботи обладнання $c = 1$ зміна.

Приймаємо $n_{\text{ст}} = 1$ стіл.

2. Визначаємо необхідну кількість пресів при ремонті корпусу. При цьому будемо виходити з трудомісткості пресових робіт.

$$n_{\text{п}} = \frac{T}{\Phi_{\text{он}} \cdot \eta \cdot c} = \frac{180}{2004 \cdot 0,5 \cdot 1} = 0,18.$$

де T - трудомісткість пресових робіт, які виконуються на ділянці, $\hat{O} = 180$ чол. год.;

η - коефіцієнт використання обладнання $\eta = 0,9$;

c - число змін роботи устаткування $\tilde{n} = 1$ зміни.

Приймаємо $n_{\text{п}} = 1$ прес.

3. Визначаємо необхідну кількість електропечей виходячи з трудомісткості термічних робіт, які виконуються на ділянці.

$$n_{\text{ел}} = \frac{T}{\Phi_{\text{од}} \cdot \eta \cdot c} = \frac{1302}{2004 \cdot 0,9 \cdot 1} = 0,72.$$

де T - трудомісткість термічних робіт, які виконуються на ділянці, $\hat{O} = 1302$ чол. годин;

Приймаємо $n_{\text{ел}} = 1$ електропеч.

3. Визначаємо необхідну кількість верстатів для фрезування, використовуючи трудомісткість фрезерувальних робіт, які виконуються на дільниці.

$$n_{\text{фр}} = \frac{T}{\Phi_{\text{од}} \cdot \eta \cdot c} = \frac{1079}{2004 \cdot 0,9} = 0,6;$$

де T - трудомісткість фрезерувальних робіт, які виконуються на дільниці, $T=1079$ чол. год.
Приймаємо 1 верстат.

5. Визначаємо необхідна кількість верстатів для розточування, виходячи з розточних робіт, які виконуються на дільниці.

$$n_{\text{рз}} = \frac{T}{\Phi_{\text{од}} \cdot \eta \cdot c} = \frac{952}{2004 \cdot 0,9} = 0,53;$$

де T - трудомісткість розточних робіт, які виконуються на дільниці $T=952$ чол. год.
Приймаємо 1 верстат.

6. Визначаємо необхідну кількість свердлильних верстатів, виходячи з свердлильних робіт, які виконуються на дільниці.

$$n_{\text{св}} = \frac{T}{\Phi_{\text{од}} \cdot \eta \cdot c} = \frac{990}{2004 \cdot 0,9} = 0,55;$$

де T - трудомісткість свердлильних робіт, які виконуються на дільниці $\dot{O}=990$ чол. год.
Приймаємо 1 верстат.

7. Визначаємо необхідну кількість різьбонарізних верстатів, виходячи з різьбонарізних робіт, які виконуються на дільниці.

$$n_{\text{рз}} = \frac{T}{\Phi_{\text{од}} \cdot \eta \cdot c} = \frac{952}{2004 \cdot 0,9} = 0,53;$$

де T - трудомісткість розточних робіт, які виконуються на дільниці $\dot{O}=1132$ чол. год.
Приймаємо 1 верстат.

«Інше необхідне обладнання підбираємо по типових проектах виходячи з програми ремонту, чисельності робочих місць і виробничої необхідності. Підібране устаткування заносимо у відомість технологічного обладнання дільниці відновлення та зміцнення корпусів шестеренних насосів типу НШ-32У див. табл. 3.5.» [3, 4, 13]

Таблиця 3.5 Відомість технологічного устаткування дільниці відновлення та зміцнення корпусів шестеренних насосів типу НШ-32У

Найменування обладнання	Марка	Кіл.	Габаритні розміри, м×м.	Загальна площа, м ²	Встановлена потужність, кВт.	Балансова вартість грн.
1	2	3	4	5	6	7
1. Верстат дефектувальника і контролера	ОРГ-1468-01-090	1	2,4×0,8	1,92	-	125
2. Шафа для зберігання інструменту	ОРГ-1661	1	0,6×0,75	0,45	-	110

дефектувальника						
3. Секційний стелаж для деталей	ОРГ-1468-05-230	2	1,4×0,56	0,784×2	-	88×2

Продовження таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6	7
4. Електропіч	СНЗ-4,0-4,8	1	1,92×1,94	3,7	30	3400
5. Ванна для гартування	160-00-000	1	1,3×0,65	0,85	-	30
6. Стелаж секційний	2247	4	1,4×0,45	0,63×4	-	45×4
7. Твердомір Бринеля	ТШ-2	1	0,7×0,23	0,16	0,52	1000
8. Гідравлічний прес 1000 кН.	П-474А	1	2,8×1,5	4,2	7,5	5000
9. Тумба для ковальського інструменту	2250	1	0,8×0,4	0,32	-	40
10. Корзина для деталей	-	2	1,2×0,5	0,6×2	-	28×2
11. Верстат вертикально-фрезерний	6Р10	1	1,45×1,9	2,76	3,0	24500
12. Верстат вертикально-свердлильний.	2Н135	1	0,45×0,5	0,23	1,5	9000
13. Горизонтально-розточний верстат	2М615	1	4,3×2,6	11,2	4,5	8500
14. Верстат різьбонарізний	2056	1	0,9×0,6	0,56	1,3	1620
15. Стелаж для деталей	2242	1	3,1×0,6	1,86	-	45
16. Тумба верстатника		4	0,5×0,5	0,25×4	-	40×4
17. Кран-балка	КБК-3.0	1	-	1,8	1,5	2800
ВСЬОГО		25		36,30	49,82	56742

3.7 Розробка планування ділянки

«До виробничих площ ділянки відносяться площі, займані основним технологічним обладнанням, а також допоміжним і підйомно-транспортним обладнанням, відремонтованими складальними одиницями, стендами стелажми, відновлюваними деталями, а також робочими проходами і проїздами між робітниками місцями і робочою зоною робочих місць і обладнання» [3, 4, 13].

Розрахунок виробничої площі ділянки відновлення та зміцнення корпусів шестеренних насосів типу НШ-32У визначаємо по формулі [27]:

$$F_{\text{дл}} = S_3 \cdot K_3,$$

де S_3 - загальна площа, яку займає обладнання на ділянки $S_3 = 36,30 \text{ м}^2$ (табл. 3.5);

K_3 - коефіцієнт робочої зони $K_3 = 3,5 \dots 4,5$, приймаємо $K_3 = 4,0$.

$$F_{\text{дл}} = 36,30 \cdot 4,0 = 145,2 \text{ м}^2.$$

Приймаємо $F_{\text{дл}} = 146 \text{ м}^2$.

При плануванні ділянки керуємося тим, що рух основної маси деталей відбувається без перехрещень і повернень.

Виходячи з розрахованих площ, обраного і розрахованого обладнання проектуємо ділянку дотримуючись встановлених норм між обладнанням та звертаючи увагу на виробничу санітарію й техніку безпеки.

Габаритні розміри ділянки обираємо з розрахованої площі, при цьому звертаючи увагу на габаритні розміри цеху, де буде розміщено ділянку.

Сітка колон уніфікована. Висоту приміщення обираємо в залежності від висоти цеху, що становить 6 м. Товщина стін для середньої зони від 38 до 51 см. колони відповідно 300×300 мм., 400×400 мм. і 600×600 мм.

Висота дверей не менше 2 м., ширина проходів не менше 1 м., а ширина дверей 0,8...1,4 м. Вікна підбираємо в залежності від розрахунку.

3.8 Підйомно-транспортні засоби на ділянці відновлення та зміцнення корпусів шестеренних насосів типу НШ-32У

З огляду на характер продукції, масу і габаритні розміри деталей, а також прийнятий порядок організації робіт на ділянці вибираємо наступні підйомно-транспортні засоби на ділянці:

- Кран - балка вантажопідйомністю 30,0 кН - 1 шт.
- Електрокар вантажопідйомністю 5,0 кН - 1 шт.
- Тара транспортна для деталей – 1 шт.

3.9 Енергетичні розрахунки ділянки

3.9.1 Розрахунок силової електроенергії

Для визначення середньорічної витрати електричної енергії ділянки відновлення та зміцнення корпусів шестеренних насосів типу НШ-32У поступимо наступним чином.

«По відомості обладнання ділянки табл. 3.5 визначаємо встановлену потужність електроприймачів $P_{вст}$, а потім з урахуванням коефіцієнта попиту - визначаємо активну потужність по формулі» [3, 4, 13]:

$$P_a = \sum_{i=1}^n P_{вст i} \cdot \eta_{ci} ;$$

«де $\eta_{цз}$ - коефіцієнт попиту, що враховує недовантаження устаткування по потужності і неодноразовість роботи електроприймачів, втрати в мережі і електродвигунах, $\eta_{цз}$ залежить від того де встановлений електродвигун див. табл. 80» [3, 4, 13].

Тоді маємо:

$$P_a = 30 \cdot 0,75 + 0,52 \cdot 0,15 + 7,5 \cdot 0,2 + 1,5 \cdot 0,1 + (3,0 + 1,5 + 4,5 + 1,3) \cdot 0,15 = 25,78 \text{ кВт.}$$

Тоді витрата силової електроенергії на дільниці відновлення та зміцнення корпусів шестеренних насосів типу НШ-32У можна визначити по формулі [27]:

$$W_e = P_a \cdot \Phi_{од} \cdot \eta_3 = 25,78 \cdot 2004 \cdot 0,75 = 38747 \text{ кВт год};$$

де P_a - активна потужність електроустановок дільниці $P_a = 25,78 \text{ кВт}$;

$\Phi_{од}$ - річний дійсний фонд часу роботи дільниці, $\hat{O}_{\hat{a}\hat{a}} = 2004$ годин;

η_3 - коефіцієнт завантаження устаткування за часом $\eta_3 = 0,75$.

Середньорічна витрата освітлювальної електроенергії підприємством по формулі [27]:

$$W_{ос} = \frac{T_{ос} \cdot F_{дл} \cdot S_o}{1000} = \frac{2510 \cdot 146 \cdot 15}{1000} = 5497 \text{ кВт год};$$

де $T_{ос}$ - число годин у році використання освітлювальної електроенергії $T_{ос} = 2510$ год.;

$F_{дл}$ - площа проектованої дільниці $F_{\hat{a}\hat{e}} = 146 \text{ м}^2$;

S_o - питома потужність освітлювального навантаження $S_{\hat{t}} = 15 \text{ Вт/м}^2$ [27]

Сумарне річне споживання дільницею електроенергії складає:

$$\sum W_{річ} = W_e + W_{ос};$$

$$\sum W_{річ} = 38747 + 5497 = 44244 \text{ кВт}.$$

3.9.2 Розрахунок середньорічних витрат тепла на опалення приміщення дільниці

Річна витрата пару на опалення визначаємо по формулі [27]:

$$Q_{п} = \frac{q_t \cdot T_{оп} \cdot V_{дл}}{1000 \cdot i} = \frac{20 \cdot 4320 \cdot 876}{1000 \cdot 540} = 140,16 \text{ т};$$

де q_t - витрата тепла на 1 м^3 споруди $q_t = 20 \text{ к·кал/год м}^3$;

$T_{оп}$ - число годин опалювального сезону $T_{оп} = 180$ днів, або в годинах:

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

i - теплотікстість пари $i = 540 \text{ к·кал/год.}$;

$V_{дл}$ - об'єм будинку дільниці;

$$V_{дл} = F_{дл} \cdot h = 146 \cdot 6 = 876 \text{ м}^3.$$

Визначимо витрату пару на виробництво за формулою [27]:

$$Q_{вт} = \frac{q_t \cdot T_{оп} \cdot V_{дл}}{1000 \cdot k \cdot \eta_k} = \frac{20 \cdot 4320 \cdot 876}{1000 \cdot 7000 \cdot 0,75} = 14,4 \text{ т}.$$

де $\hat{e}$ - теплотворна здатність умовного палива $k = 7000 \text{ к·кал/кг.}$;

$\eta_{\hat{e}}$ - ККД котельного обладнання $\eta_k = 0,75$.

Річна потреба в парі:

$$Q = Q_{п} + Q_{вт} = 140,16 + 14,4 = 154,56 \text{ т}.$$

3.9.3 Розрахунок освітлення дільниці

Розрахунок природного освітлення дільниці.

«При розрахунку природного освітлення дільниці підбираються відповідні віконні прорізи. Розрахунок площі застібленості, яка забезпечує нормальну освітленість визначається за умови комбінованого освітлення через світлові ліхтарі на даху і через вікна по формулі:

$$S = \frac{F_{\text{дл}} \cdot e_{\text{ср}} \cdot \eta_o}{100 \cdot \tau_o \cdot r_v \cdot k} = \frac{146 \cdot 5 \cdot 9}{100 \cdot 0,35 \cdot 2,4 \cdot 1,7} = 46 \text{ м}^2;$$

де $F_{\text{дл}}$ - площа дільниці ремонту корпусів, $F_{\text{дл}} = 146 \text{ м}^2$;

$e_{\text{ср}}$ - нормована середня освітленість, $e_{\text{ср}} = 5$ див. [27];

η_o - світлова характеристика вікна $\eta_o = 9$ [27];

τ_o - загальний коефіцієнт світло пропускання $\tau_o = 0,35$ [27];

r_v - коефіцієнт враховуючий вплив відбитого світла $r_v = 2,4$;

k - коефіцієнт враховуючий затінення вікон, $k = 1,7$ [3, 4, 13].

У такий спосіб із приведеного розрахунку бачимо, що площа застіблення складе $S = 46 \text{ м}^2$.

Розрахунок штучного освітлення дільниці.

«Кількість ламп необхідних для штучного освітлення дільниці визначаємо по формулі [27]:

$$n = \frac{E_{\text{ср}} \cdot F_{\text{дл}} \cdot k}{F_o \cdot \eta};$$

де $E_{\text{ср}}$ - середня освітленість на ділянці зборки $E_{\text{ср}} = 75$ люм;

$F_{\text{дл}}$ - площа дільниці, $F_{\text{дл}} = 146 \text{ м}^2$;

k - коефіцієнт запасу освітленості $k = 1,6$;

F_o - світловий потік обраної лампи $F_o = 1500$ люмен, при потужності лампи 80 Вт.

Вибираємо лампи люмінесцентні денного освітлення типу ЛБ.

η - коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,4$ [3, 4, 13].

Тоді:

$$n = \frac{75 \cdot 146 \cdot 1,6}{1500 \cdot 0,4} = 29,2 \text{ шт.}$$

Приймаємо $n = 29$ ламп.

«Щоб уникнути стробоскопічного ефекту, яке може мати місце при використанні люмінесцентних ламп, поєднуємо в один світильник по дві лампи. Загальне число світильників на ділянці $N_{\text{св}} = 15$ світильників» [3, 4, 13].

Висновки

В розробленому дипломному проекті «Розробка технології та проект дільниці із відновлення й зміцнення деталей шестеренних насосів у ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький» в загальному розділі розгляну умови роботи шестеренних насосів типу НШ, конструктивні особливості корпусу шестеренного насоса і вимоги висунуті до надійності і довговічності деталі, а також розглянуто існуючі методи відновлення корпусу шестеренного насоса типу НШ.

В технологічній частині проекту обрано раціональний метод відновлення деталі, розроблено технологію її відновлення гарячим пластичним деформуванням (обтискання). Підібране необхідне технологічне обладнання, ріжучий і вимірювальний інструмент. Підібрано і розраховано режими виконання технологічних операцій і технічна норма часу на їх виконання.

В організаційній частині проекту визначено перелік робіт, які виконуються на дільниці відновлення та зміцнення шестеренних насосів типу НШ, визначено трудомісткість, яка складає 7335 чол-год., при програмі ремонту N=9000 деталей на рік. Визначено штатний розклад дільниці та кількість основних та допоміжних робітників. Підібрано і розраховано необхідну кількість основного і допоміжного технологічного обладнання. Розраховано площу дільниці, вона складає – 146 м². Визначено компоновочне рішення і розташовано технологічне обладнання на дільниці. Виконано розрахунок необхідної кількості силової електроенергії на дільниці, яка складає – 44244 кВт·год., розрахунок пару і штучного природного освітлення.

Список використаних джерел

1. Матеріали переддипломної практики що відбулася на ТОВ «Завод «Дзеркальник»» м. Кропивницький.
2. Технічне обслуговування і ремонт машин під ред. Лауша П.В.- К.: Вища школа, 1983 г - 351 с.
3. Методичні вказівки до виконання технологічного розділу бакалаврської кваліфікаційної роботи для здобувачів вищої освіти спеціальностей 132 «Матеріалознавство», 208 «Агроінженерія», 274 «Автомобільний транспорт» / Кулешков, Ю.В., Красота, М.В., Руденко, Т. В, Бевз, О. В., Магопець, С. О., Осін Р. А. - Кропивницький: ЦНТУ, 2023 – 80 с, з дод. М-во освіти та науки України Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький, ЦНТУ, 2023 – 80 с. з дод..
<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/13137>
4. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: навч. посібник – К.: Вища шк., 1993. – 287 с.
5. Технічне обслуговування і ремонт машин під ред / П.В.Лауш, Н.В.Власенко, И.П.Столяров, В.Я.Чабанный. Под ред. П.В.Лауша – К.: Выща шк., 1989. – 351 с.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. Технічний сервіс в АПК. Аграрна освіта , 2013 р – 404 с
10. Черновол М.И., Поединок С.Е., Степанов Н.Е. Підвищення якості відновлення деталей машин. – К.: Техніка, 1989. – 168 с.
11. Черновол М.И. Відновлення і зміцнення деталей сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник. - Київ УМК ВО, 1989 – 253 с.
12. Статистичні методи обробки та аналізу експериментальних даних. Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. За ред. Ю.В. Кулешкова. КДТУ Кіровоград 2002 –134 с.
13. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з технології ремонту машин та технологічного розділу дипломного проектування. КДТУ Кіровоград 2004.- 83 с
14. Ю.В. Кулешков, М.В. Красота, Т.В. Руденко, О.О. Матвієнко Використання мікродугового оксидування при зміцненні деталей з алюмінієвих сплавів, відновлених пластичним деформуванням Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Кіровоград, КНТУ – 2017. – Випуск № 30 – с. 83–90.
15. Ю.В. Кулешков, М.В. Красота, Т.В. Руденко, Р.А. Осін, В. Д. Крошка. Зміцнення деталей з алюмінієвих сплавів мікродуговим оксидуванням Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки, 2021, вип. 4 (35) – Кропивницький: ЦНТУ, 2021, с. 44 – 53 (категорія Б)
<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/11376>