

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**ПЕРШОГО (БАКАЛАВРСЬКОГО) РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

**на тему: ”Удосконалення процесу ремонту шестеренчастих  
гідронасосів з розробленням пристосування для їх закріплення  
під час ремонту”**

**Виконав: студент II курсу групи Маш-22с**

**спеціальності 133 „Галузеве машинобудування”**

**Остап Олексин**

**Керівник: Володимир Янків**

**ДУБЛЯНИ-2024**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

“Затверджую”

Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)

д.т.н., професор Віталій Власовець

\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2024 р.

## ЗАВДАННЯ

### на кваліфікаційну роботу

Студенту гр. Маш –22с Олексину Остапу Ярославовичу

- Тема проекту: “Удосконалення процесу ремонту шестеренчастих гідронасосів з розробленням пристосування для їх закріплення під час ремонту”

Затверджена наказом по університету 30. 12. 2022 року № 453/К-С.

- Строк здачі студентом закінченого проекту \_\_\_\_\_ 12.06.24 р.
- Вихідні дані до проекту:  
*Характеристики гідролічних насосів. 2. Методика розрахунку режимів роботи ремонтної дільниці. 3. Конструкції пристроїв для закріплення*
- ~~4. Довідники конструктора машинобудівника.~~

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

1. Характеристика об'єкта проектування

2. Технологічний розділ

3. Конструкторський розділ

4. Охорона праці

5. Захист навколишнього середовища

6. Економічний розділ

Висновки

Бібліографічний список

- 5.Перелік графічного матеріалу  
1.Аналіз способів відновлення корпусів насосів  
2. Схема складання насоса  
3. План ділянки ремонту насосів НШ  
4-5.Пристосування для закріплення корпусів насосів (2 арк.)  
6. Деталювання  
7.Економічна ефективність

6. Консультанти з розділів дипломного проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1,2,3,6	Янків В.В., доцент		
4,5	Тимочко В.О., доцент		

7. Дата видачі завдання\_ 30.12.2022р. \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ етапу	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Характеристика об'єкта проектування	01.02.2023	
2	Розроблення технології ремонту редукторів	20.03.2023	
3	Розроблення пристрою для випресування	30.04.2023	
4	Охорона праці і довкілля	15.05.2023	
5	Економічне обґрунтування проектних рішень	25.05.2023	
6	Висновки та пропозиції	30.05.2023	
7	Оформлення записки	1.06.2023	
8	Оформлення креслеників	10.06.2023	

Студент \_\_\_\_\_ Остап Олексин  
 ( підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Володимир Янків  
 ( підпис)

УДК 631.3

Удосконалення процесу ремонту шестеренчастих гідронасосів з розробленням пристосування для їх закріплення під час ремонту.

Олексин О.Я. - Кваліфікаційна робота. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2024.

56 с. текст. част., 5 рис., 7 табл., 7 арк. формату А1, 19 бібл. джерел.

Проаналізовано особливості конструкції і технічного стану шестеренних гідронасосів, розглянуто причини зниження їх роботоздатності.

Проведено аналіз ремонтно-обслуговуючої бази, встановлено їх недоліки, вивчено можливості застосування сучасних технологій для ремонту, відновлення деталей машин.

Виконано аналіз технологій і способів відновлення насосів НШ-32 –У2.

Проведено критичний аналіз технологій і способів відновлення елементів насоса і обґрунтовано раціональний спосіб відновлення корпусу насоса.

Розраховано параметри ділянки з ремонту насосів.

Розроблено конструкцію пристрою для закріплення корпусів насосів

Розроблено заходи з охорони праці.

Проведено розрахунок економічної ефективності від впровадження затискного пристрою та технології відновлення.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЄКТА ПРОЄКТУВАННЯ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАВДАНЬ ПРОЄКТУ	8
1.1. Особливості конструкції гідравлічних систем сучасної с.-г. техніки	8
1.2. Види спрацювання, дефектування і комплектування деталей гідроагрегатів	10
1.3. Аналіз причин погіршення працездатності шестеренних насосів моделі НШ32	15
1.4. Обґрунтування теми роботи	16
2 ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ АГРЕГАТІВ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ	19
2.1. Технологічний процес ремонту гідравлічних систем	19
2.2. Загальний технологічний процес ремонту насосів НШ32 методом зменшених ремонтних розмірів	20
2.3. Проектування технологічного процесу відновлення корпусу насоса НШ32 гідросистем тракторів та автомобілів	22
2.4. Проектування технологічних операцій відновлення корпусу насоса	27
3. КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ КОРПУСА	29
3.1. Обґрунтування запропонованих конструкторських рішень	29
3.2 Конструкція та послідовність виконання робіт на пристрої для закріплення корпусів насосів	31
3.3. Розрахунок конструктивних та силових параметрів пристосування	33
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	37
4.1. Характеристика ділянки по ремонту шестеренчастих насосів	37

	39
4.2. Заходи по створенню безпечних умов праці на ділянці	
4.3. Засоби по створенню нешкідливих умов праці на ділянці	40
4.4. Засоби по протипожежній профілактиці	41
	43
5. ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	
5.1 Запобігання забрудненню навколишнього середовища	43
5.2. Очищення стічних вод	43
6. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	47
	47
6.1. Розробка кошторису витрат на проектування і виготовлення пристосування оригінальної конструкції	
ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ	52
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК	53

## ВСТУП

У сучасному тракторобудуванні все більше застосовуються гідравлічні системи і пристрої, що забезпечують тракторам високі техніко-економічні показники і поліпшують умови праці механізаторів.

На енергонасичених тракторах широко використовують гідросистеми керування коробкою передач, редуктором вала відбору потужності, рульового керування, гідроамортизатори ходової частини та сидіння, гідроциліндри натяжного пристрою гусениць тощо.

Гідравлічні системи є одними з основних, від правильного використання, ТО та ремонту яких значною мірою залежить якість і безпечність роботи, надійність та інші експлуатаційні показники тракторів.

Однією з найбільш навантажених систем гідрофікованих тракторів і автомобілів є саме гідравлічна система - питома вага відмов по цій системі складає від 17 до 30% від загальної кількості зареєстрованих відмов. Така ситуація обумовлює зменшення коефіцієнта технічної готовності машин на унеможливлення виконання ними заданих функціональних призначень.

Аналіз літературних джерел, узагальнення досвіду ремонтних підприємств, результатів науково-дослідних робіт дозволили встановити, що надійність роботи машин, їх безвідмовність значною мірою визначається надійністю гідравлічних систем. Знос спряжених поверхонь гідроагрегатів приводить також до значних втрат оливи.

На ремонтних підприємствах у великих обсягах ремонтують шестеренчасті насоси, розподільники, гідророзподільники та інші агрегати. Серед методів підвищення надійності гідросистем основним є удосконалення технології ремонту гідроагрегатів: поліпшення розбирально-мийних робіт, дефектування деталей, застосування прогресивних способів відновлення

деталей, підвищення якості комплектування, складання, обкатування і випробування.

## **1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ І ОБҐРУНТУВАННЯ ЗАВДАНЬ ПРОЄКТУ**

### **1.1. Особливості конструкції гідравлічних систем сучасної с.-г. техніки**

Гідравлічна система – це технічна система, що складається з пристроїв, що знаходяться у безпосередньому контакті з робочою рідиною.

Об'ємний гідропривод - це система пристроїв для приведення в рух машин і їх частин за допомогою робочої рідини. До його складу входять насос об'ємного типу та один або кілька об'ємних гідродвигунів, призначених для приведення в дію механізмів та машин, а також система управління, допоміжні пристрої та рідинні магістралі (трубопроводи).

Об'ємний гідропривід тракторів — це гідравлічна система. У гідравлічних системах джерело енергії (насос) під тиском подає робочу рідину в розподільчий пристрій, який розподіляє та регулює її потік та тиск. Пристрій призначений для зміни напрямку потоку робочої рідини у двох або більше гідравлічних лініях залежно від управляючого зовнішнього впливу.

Виконавча частина гідросистеми складається з агрегатів та пристроїв, що перетворюють гідравлічну енергію робочої рідини на механічну. До неї належать гідроциліндри (об'ємні гідродвигуни з поступальним рухом вихідної ланки) та гідромотори (об'ємні гідродвигуни з необмеженим обертальним рухом вихідної ланки). До пристроїв виконавчої частини можна також віднести підйомно-навісний пристрій, рейкове зачеплення рульового керування тощо.

На трактори, крім роздільно-агрегатної навісної гідравлічної системи,



встановлюють інші системи та пристрої, дія яких ґрунтується на застосуванні об'ємних гідроприводів. Так, наприклад, колісні трактори обладнані гідросистемами підсилювачів рульового керування.

До шестеренних гідромашин належать насоси і гідромотори.

Насос - це джерело гідравлічної енергії, а гідромотор – її споживач, що перетворює енергію потоку рідини на енергію обертового руху вихідної ланки (вала), кут обертання якого не обмежений (вал обертається).

У шестеренних гідромашин робочі камери утворені поверхніми зубчастих коліс, корпусу та бокових кришок.

Аналіз конструкцій гідросистем с.-г техніки, автомобілів дозволив зробити висновок що як гідравлічний силовий насос дуже часто використовуються насоси одного типу – шестеренні насоси високого тиску типу НШ.

У гідроприводах сільськогосподарської техніки застосовують такі типорозміри шестеренних насосів: НШ-10 НШ-32. НШ-50, НШ-67, НШ-100. НШ-160 і НШ-250 та ін., що виконані за трьома конструктивними схемами — НШЕ, НШУ та НШК [12,13].

Перші дві букви означають насос шестеренний, цифри – робочий об'єм або теоретичну подачу оливи в  $\text{см}^3$  за один оберт вала.

Відповідно до стандарту шестеренні насоси поділяють на чотири групи і позначають цифрами 1, 2, 3 і 4, які, крім першої, пишуть на етикетці останніми.

1 група -насоси з номінальним тиском 10 МПа ( $100 \text{ кгс/см}^2$ ) і робочим об'ємом 10, 32, 46 і  $67 \text{ см}^3$ , наприклад НШ-32У).

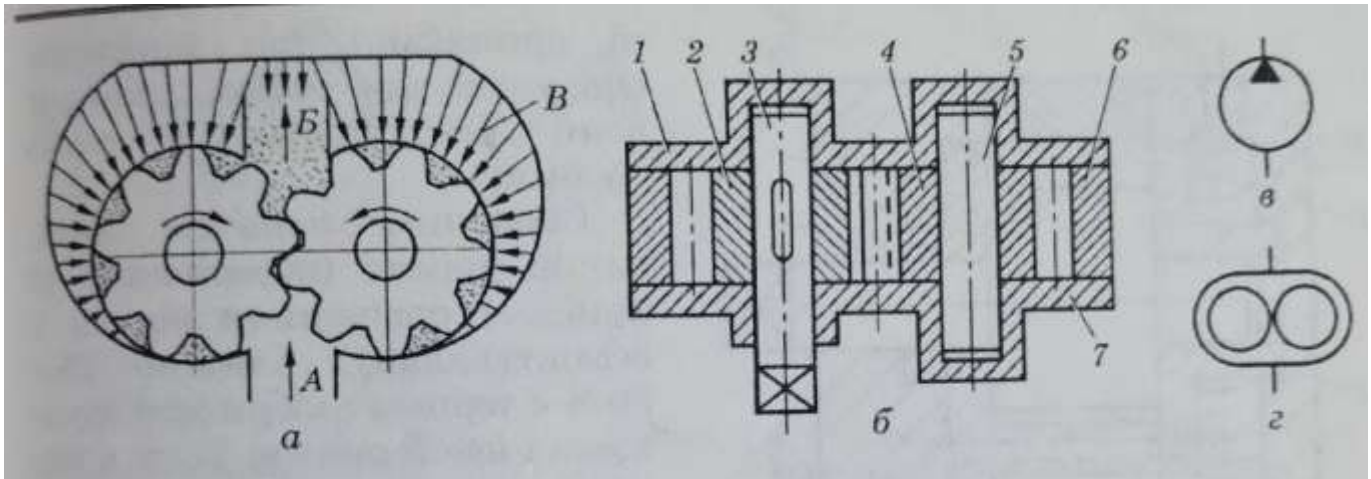
2 група -насоси з номінальним тиском 14 МПа ( $140 \text{ кгс/см}^2$ ) і робочим об'ємом 10, 32, 50, 67, 100, 160 і  $250 \text{ см}^3$ , наприклад НШ-32У-2.

3 група -насоси з номінальним тиском 16 МПа ( $160 \text{ кгс/см}^2$ ) робочим об'ємом 10, 32, 50, 67, 100, 160,  $250 \text{ см}^3$ , наприклад НШ-32У-3.

4 група -насоси з номінальним тиском 20 МПа ( $200 \text{ кгс/см}^2$ ) і робочим об'ємом 10, 32, 50 і  $57 \text{ см}^3$ , наприклад НШ-32У-4.

Загальну будову і принцип дії шестеренного насоса показано на рис.1.

При обертанні шестерень зубці виходять із зачеплення в порожнині А і вній створюється розрідження. За рахунок різниці тисків у баці і порожнині А олива надходить у порожнину А з бака і заповнює звільнений простір, ідалі, переміщується до порожнини Б. Тут зубці входять у западини і витісняють з них оливу біля напірної порожнини Б. У цьому випадку насос правого обертання.



*Рисунок 1- Шестеренний насос: а-схема роботи; б- будова; в і з - умовне позначення на схемах; 1 і 7 бокові кришки; 2-ведуча шестірня; 3-вал; 4- ведена шестірня; 5-вісь; 6- корпус; А –всмоктувальна порожнина; Б – напірна порожнина; В –єтюра тиску рідини*

Особливістю шестеренних насосів є зміна тиску у западинах залежно від зміни кута повороту шестерень (рис. 1, а, етюра В). Такий характер зміни тиску відбувається і в торцевому зазорі між шестернею та кришкою.

Такий розподіл тисків веде до виникнення незрівноважених сил, що передаються на підшипники валів. З метою розвантаження опорних втулок від таких зусиль застосовують гідравлічну протидію. Для цього діаметрально протилежно камери з'єднують каналами відповідно з порожнинами нагнітання та всмоктування (рис. 2, а). Досконалішим є розвантаження за допомогою радіальних непересічних каналів, виконаних у шестернях, які сполучають кожну пару діаметрально розташованих западин шестерень (див. рис. 2, б).

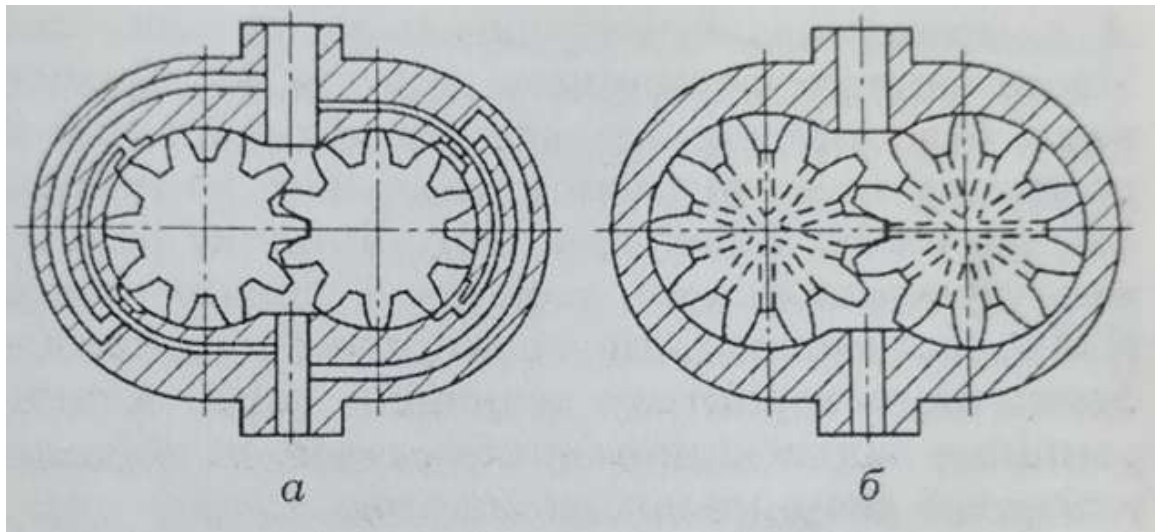


Рисунок 2.- Схема розвантаження шестерень від радіальних сил тиску оливи: а - за допомогою каналів у корпусі; б - за допомогою радіальних каналів на шестернях

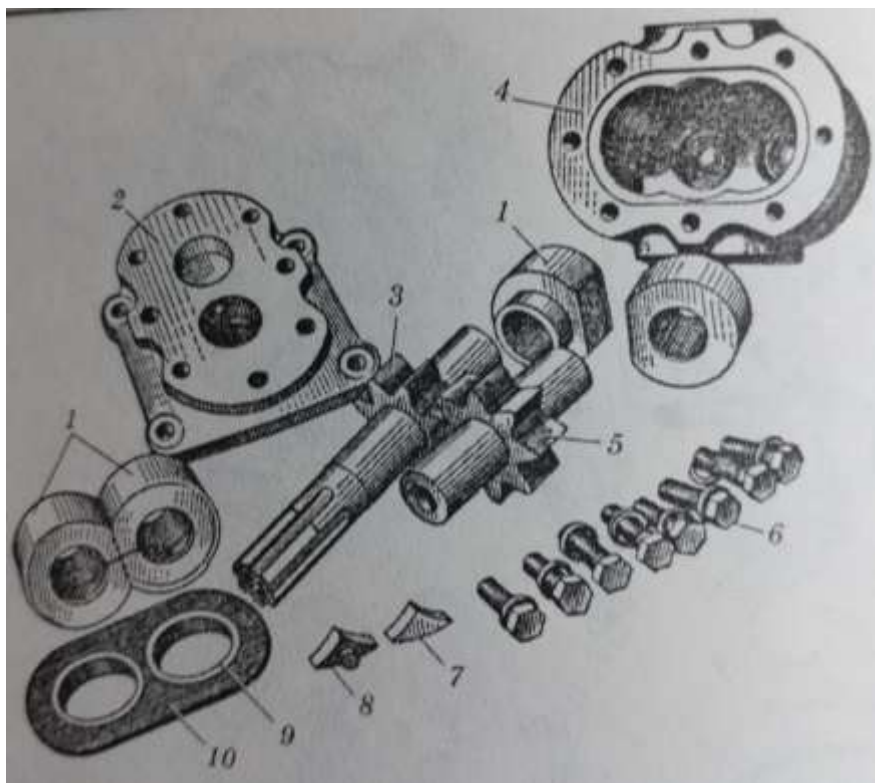


Рисунок 3 - Шестеренний насос НШ-32У:

1 - опорні втулки; 2 - кришка; 3 і 5 - ведуча та ведена шестерні; 4 - корпус насоса; 6 - болти; 7 - алюмінієвий клиновий вкладки; 8 - гумове ущільнення; 9 - металеві шайби; 10 - ущільнювальна манжета

Перевагами шестеренних насосів даного типу є простота конструкції безвідмовність в експлуатації, простота технічного обслуговування.

Технічні показники насосу НШ 32-М-4 подано в таблиці 1.1 [13].

Таблиця 1.1 - Основні технічні показники насоса НШ 32-М-4

<i>Показник</i>	<i>Розмірність</i>	<i>Величина</i>
<i>Робочий об'єм</i>	<i>см<sup>3</sup></i>	<i>32</i>
<i>Частота обертання:</i>	<i>с<sup>-1</sup></i>	
<i>номінальна</i>		<i>40</i>
<i>максимальна</i>		<i>50</i>
<i>мінімальна</i>		<i>8,33</i>
<i>Подача номінальна</i>	<i>л/хв</i>	<i>74,5</i>
<i>Тиск на виході:</i>	<i>МПа</i>	
<i>номінальний</i>		<i>20</i>
<i>максимальний</i>		<i>25</i>
<i>ККД насоса:</i>	<i>-</i>	
<i>об'ємний</i>		<i>0,97</i>
<i>загальний</i>		<i>0,85</i>
<i>Потужність номінальна</i>	<i>кВт</i>	<i>28,6</i>
<i>Маса</i>	<i>кг</i>	<i>3,7</i>
<i>Габаритні розміри</i>	<i>мм</i>	<i>185×146×15 7</i>
<i>Робоча температура рідини</i>	<i>°К</i>	<i>323</i>
<i>Робоча рідина - олива М10В<sub>2</sub></i>		

Аналіз конструктивних особливостей і технічних характеристик шестеренчастого насоса НШ32 показує, що насос є важливим елементом гідравлічної системи тракторів, автомобілів і с.-г. техніки.

## 1.2. Види спрацювання, дефектування і комплектування деталей гідроагрегатів

До основних видів спрацювання деталей гідроагрегатів належать: абразивне, схоплювання, зминання, кавітація, ерозія, викришування від втомленості, корозійне та ін. [17].

Абразивне спрацювання виникає, якщо в робочу рідину гідросистеми потрапляють дрібні частинки кварцу, польового шпату та окислів металів. Часто цей вид спрацювання називають гідроабразивним. Отже, технічний ресурс гідроагрегатів значною мірою визначається якістю очищення робочої рідини. Абразивне спрацювання - найпоширеніше порівняно з іншими видами спрацювань. Воно виникає у корпусах, втулках та цапфах шестерень гідронасосів, прецизійних деталях розподільних механізмів, ущільненнях, штоках гідроциліндрів та ін.

Схоплювання (заїдання, задирки) тертьових поверхонь деталей відбувається при напівсухому терті.

Зминання належить до механічних видів спрацювання та характерне для стикових поверхонь втулок гідронасосів, конічних частин перепускних клапанів гідророзподільників та їх гнізд, а також гнізд запобіжних клапанів та корпусів запірних пристроїв.

Кавітація — це місцеве виділення парів (закипання) робочої рідини з наступною конденсацією їх, що супроводжується місцевими гідравлічними ударами. Вона настає, коли в якійсь зоні потоку рідини тиск знижується до величини, нижчої за тиск парів, що насичує її при заданій температурі.

Кавітація супроводжується характерним шумом гідронасосу, емульсуванню рідини, а також різкими коливаннями тиску в нагнітальній магістралі.

Ерозія спричиняється ударами об стінки тверих частинок і частинок рідини та газу, які мають велику кінетичну енергію. Вона виникає при високих швидкостях робочої рідини, а також у гідроагрегатах та вузлах, де

спостерігається кавітація.

Викришування від втомленості результат багаторазового перенапруження поверхні тертя внаслідок одночасної дії кочення та ковзання. Під впливом пульсуючих контактних напружень і дії олії метал викришується.

Корозійне спрацювання виникає, коли в робочу рідину гідросистеми потрапляє вода, кислота, паливо.

Дефектування. Гідросистеми мають деталі (пружини, гумові ущільнення, прокладки, болти, шпильки, гайки та стопорні шайби), для яких технічні умови на дефектування спільні незалежно від того, до складу якого агрегату чи вузла вони належать.

Під час дефектування пружин їх оглядають, вимірюють довжину (висоту) у вільному стані, визначають зусилля при стисканні пружини до робочої висоти на приладі МПП-100.

Прокладки, виготовлені з картону та пароніту, не повинні мати пошкоджених або зім'ятих місць та розривів. Під час ремонту гідроагрегатів гумові ущільнення замінюють.

Стан нарізі перевіряють візуально. Не допускаються вм'ятини, забоїни, викришування, зрив більше двох ниток нарізі.

Стрижні болтів і шпильок не повинні бути зігнуті та помітно спрацьовані. На головках болтів і гайок не допускають зім'ятих або зрубаних граней.

Дефектувати підшипники кочення необхідно у певній послідовності: зовнішній огляд, перевірка на легкість обертання та шум, вимірювання радіального зазору, а при необхідності – розмірів кілець.

Комплектують вузли та гідроагрегати з деталей, які під час дефектування визнано придатними, з відновлених, а також нових деталей, що надходять на ремонтні підприємства як запасні частини.

Під час складання вузлів і агрегатів гідросистем потрібно керуватися

загальними умовами, встановленими для складальних робіт.

### 1.3. Аналіз причин погіршення працездатності шестеренних насосів моделі НШ32

Під час експлуатації насоса відбувається спрацюванням поверхонь статора, роторів і замикачів. Зміна характеру початкових посадок, перекося спряжених деталей порушують умову герметичного розділення порожнин нагнітання і всмоктування, різкому збільшенню внутрішніх втрат в насосі, спрацювання деталей негативно впливає на працездатність насоса.

У втулки спрацьовується поверхня торця, з'єданого шестірнею, а також внутрішня циліндрична поверхня у місці контакту з цапфою шестірні. У з'єднанні з корпусом ущільнювальною манжетною спрацьовуються мала й велика циліндричні поверхні, а також поверхня малого торця.

Втулки дефектують індикаторними нутромірами, мікрометрами та індикаторами годинникового типу.

Для вимірювання спрацювання корпусу використовувати індикаторні нутроміри. Інші дефекти виявляють оглядом, а різьбові отвори перевіряють новим болтом або калібром.

У шестірнях спостерігається спрацювання цапф, торцьової поверхні та головок зубців. Величину спрацювання визначають вимірюванням шестерень важільною скобою або важільним мікрометром. Крім того, під час огляду виявляють забоїни на центрових отворах цапф шестерень, спрацювання шліців ведучої шестірні, викришування зубців. Спрацювання зубців по товщині незначне і практично не впливає на роботу гідронасосу.

Кришка насоса. Оглядом виявляють спрацювання торцевої поверхні з боку корпусу насоса, тріщини, забоїни та задирки, а також зрив буртика у гнізді сальника, що утримує стопорне кільце.

Конструктивно насоси НШ32 виконано так, що корпус насоса по довжині має неоднакову жорсткість. Окрім того, гідравлічні сили діють тільки з боку камери нагнітання (див. рис.1), що призводить до характерного спрацювання корпусу, а саме його колодязів по зовнішньому діаметру та довжині. Змінне за

величиною радіальне навантаження веде до спрацювання торців нижніх втулок, що викликає знос кільцевих поверхонь дна колодязів корпусу з боку камери нагнітання до 0,05 мм.

Найбільше спрацювання корпусу відбувається в спряженні «колодязь корпусу - вершини зубців шестерень» з боку камери всмоктування і досягає значень 0,25...0,30 мм.

#### 1.4. Обґрунтування теми роботи

Критичний аналіз досліджень і відповідних літературних джерел дозволив висувати методи ремонту, з допомогою яких можна усунути зазори в спряженнях шестеренчастого насоса і таким чином відновити коефіцієнт об'ємної подачі:

1) якщо насос втратив свою працездатність внаслідок несуттєвих поломок, викликаних нещільністю деталей, то ремонт полягає у заміні ущільнень або усуненні виявлених пошкоджень. Цей метод не потребує значних затрат часу і матеріальних ресурсів, однак такого ремонту потребують 10...15% насосів, що втратили працездатність.

2) щоб відновити радіальні і торцеві зазори, а також зазори в спряженні «корпус - втулки», використовують метод «номінальних розмірів». При цьому до номінальних значень відновлюють параметри шестерень, а також колодязі корпусу і втулок. Таке відновлення потребує складних операцій (гальванічних, газотермічних), складного обладнання, отже є високовартісним.

3) з допомогою методу «збільшених ремонтних розмірів» можна підвищити об'ємну подачу відремонтованого насоса навіть порівняно з новим. При цьому колодязі корпусу розточуються до видалення слідів спрацювання, а шестірні відновлюються пластичним деформуванням, металопорошковим напіканням чи нанесенням гальванопокриттів, що вимагає вартісного обладнання і є



стримуючим чинником для цієї технології.

4) незначні спрацювання шестерень у межах товщини термообробленого шару можна відновити шліфуванням (зношені поверхні цапф, торців, зовнішню поверхню головок зубців шестерень). Також цапфи шестерень відновлюють гальванічним нарощуванням металу (хромуванням або насталюванням). Перешліфовують шестерні в такій послідовності. Якщо на центрах шестерень є забоїни, їх попередньо зачищають на токарному верстаті. Потім проточують спеціальним різцем T15K10 канавку під вихід шліфувального круга в місці переходу цапфи до шестерні. Зношені торці зубців шестерень, як і цапф, відновлюють шліфуванням спеціальним кругом. Цей метод називають методом “зменшених ремонтних розмірів”. Для забезпечення потрібного радіального зазору між шестернями і корпусом використовують різні способи, зокрема гільзування корпуса, спосіб пластичних деформацій, гальванічне нарощування спрацьованих колодязів корпуса. Такий ремонт уможлиблює технічний ресурс не менше 80% від нового.

Таким чином, аналізуючи різні технології ремонту шестеренчастих насосів, приходимо до висновку що найбільш раціональним є метод “зменшених ремонтних розмірів”, який не потребує значних капіталовкладень у технологічне устаткування, не викликає короблення деталей через відсутність температурних впливів.

Отже тема кваліфікаційної роботи „Удосконалення процесу ремонту шестеренчастих гідронасосів з розробкою пристосування для їх закріплення при ремонті” є беззаперечно актуальною.

Наступними задачами, які потребують розробки та аналізу у відповідних розділах роботи, є:

1. Розробити ресурсозберігаючу технології відновлення корпуса насоса, вибрати обладнання та інструмент, розрахувати параметри операцій технологічного процесу.

2. Обґрунтувати необхідність та провести проектні та конструкторські розрахунки пристосування для використання у технологічному процесі відновлення корпусів; провести в необхідному обсязі конструкторські проектні та перевірні розрахунків за елементами розробленої конструкції пристосування.

4. Провести проектні розрахунки ділянки ремонту шестеренчастих насосів НШ різних моделей.

5. Розкрити небезпечні фактори, які можуть виникнути при проведенні робіт на ділянці при виконанні відновлювальних та ремонтних операцій згідно розробленого технологічного процесу й розробити заходи щодо зменшення негативного впливу дії цих факторів на виробничий персонал та навколишнє середовище.

6. Обґрунтувати ефективність впровадження розробленої технології відновлення корпусів та ремонту насосів .

## 2. ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ АГРЕГАТІВ ГІДРАВЛІЧНИХ СИСТЕМ

### 2.1. Технологічний процес ремонту гідравлічних систем

Необхідність зняття агрегатів доцільно визначати перевіркою їх технічного стану без розбирання (діагностуванням). Розбирають гідравлічні системи та їх агрегати (вузли) тільки за потреби. Необґрунтоване їхнє розбирання призводить до порушення приробітку та герметичності з'єднань між окремими деталями, зменшує довговічність гідроагрегатів та збільшує непродуктивні за витрати. Ремонту підлягають гідроагрегати, що мають такі несправності та відмови:

- падіння коефіцієнта подачі насоса нижче встановленої технічними вимогами норми;
- витік робочої рідини в місцях ущільнень або стикових з'єднань деталей, непереборний підтяжкою відповідних кріплень;
- граничне знос деталей;
- аварійні ушкодження.

Схема технології ремонту агрегатів та вузлів гідравлічної системи дещо відрізняється від схеми, прийнятої для ремонту більшості вузлів та агрегатів трактора, та включає наступні операції:

- зовнішнє очищення та миття;
- розбирання;
- миття гідроагрегатів;
- випробування їх перед ремонтом;
- розбирання на вузли та деталі;
- миття та дефектування;
- відновлення деталей;
- комплектування та складання;
- обкатка, регулювання та випробування;
- доукомплектування та фарбування гідроагрегатів;
- установка агрегатів та вузлів гідросистеми на трактор;

### 2.2. Загальний технологічний процес ремонту насосів НШ32

методом зменшених ремонтних розмірів

Під час ремонту гідронасосів типу НШ деталлю, що визначає його ресурс є корпус гідронасоса. Пропонований ТП ремонту корпусу насоса методом зменшених ремонтних розмірів дозволяє підвищити ефективність ремонту .

Цей процес дозволяє:- зменшити собівартість ремонту насосів застосуванням маловитратної технології розточування окремих ділянок та можливості повторного їх використання; - підвищити ресурс роботи відремонтованих насосів шляхом пониження питомих навантажень на шестерні насоса.

Шестерні відновлюються шліфуванням їх за трьома поверхнями: за діаметром кіл виступів зубців, діаметром цапф та шириною ободу шестірні. В табл. 2.1. наведено розміри шестерень за відповідними ремонтними розмірами [ 13].

Таблиця 2.1 - Ремонтні розміри шестерень

Категорія ремонту	Зовнішній діаметр вершин зубців, мм	Діаметр цапф, мм	Ширина вінця, мм
Розмір за кресленням	$55_{-0,145}^{-0,080}$	$26_{-0,095}^{-0,080}$	$22^{+0,45}$
<b>Р<sub>1</sub></b>	$54,8_{-0,02}$	$25,8_{+0,005}^{+0,020}$	$21,8_{-0,04}$
<b>Р<sub>2</sub></b>	$54,6_{-0,02}$	$25,7_{+0,005}^{+0,020}$	$21,7_{-0,04}$
<b>Р<sub>3</sub></b>	$54,4_{-0,02}$	$25,6_{+0,005}^{+0,020}$	$21,5_{-0,04}$

ТП ремонту складових частин насосів типу НШ подано на рис. 2.1.

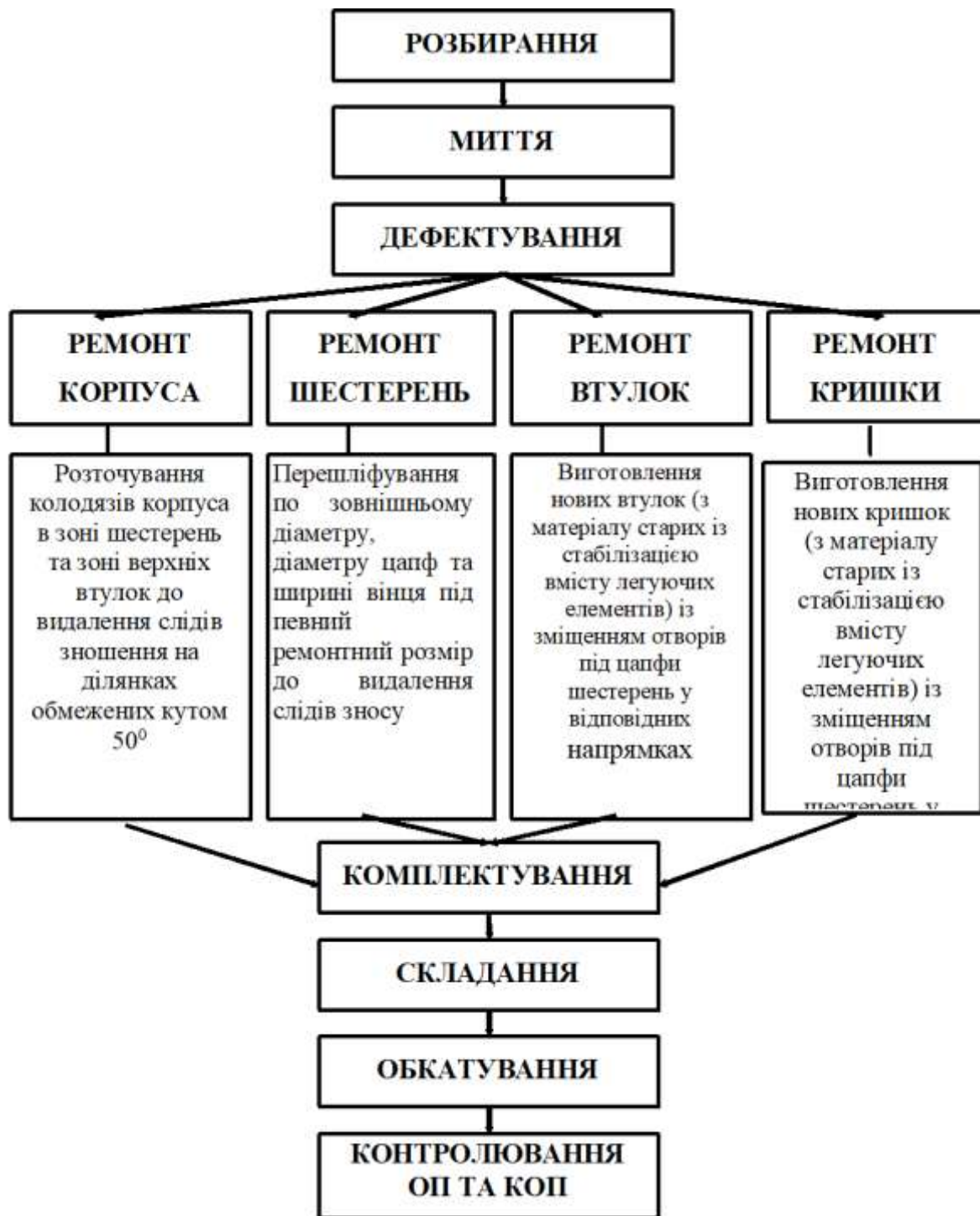


Рисунок 2.1. - Блок-схема технологічного процесу ремонту шестеренних насосів типу НШ за запропонованою технологією

Необхідно зауважити, що обґрунтованість застосування тієї чи іншої технології ремонту насосів визначається можливістю відновлення саме дефектів корпусу насоса.

### 2.3. Проектування технологічного процесу відновлення корпусу насоса НШ32 гідросистем тракторів та автомобілів

Необхідної працездатності і достатнього технічного ресурсу шестеренчастих насосів можна добитися тільки відновленням всіх спрацьованих деталей. Саме положення вузла качання в корпусі і нормальні зазори в з'єднаннях забезпечують зменшення розмірів колодців корпусу при його відновленні.

Ремонтні розміри деталей обґрунтовуються з урахуванням технології відновлення, характеру спрацювання деталей, а також допусків на їх обробку.

Під час відновлення колодців корпусу необхідно виходити із таких основних вимог: вибраним способом відновлення треба отримати необхідні розміри колодців, відповідно твердість і шорсткість поверхні, а також жорсткість корпусу.

Об'ємний коефіцієнт подачі насоса передусім станом його корпусу. Корпус повинен володіти достатньою жорсткістю, щоб зберегти геометричну форму і розміри колодців після розточування його від цього забезпечували правильне розміщення шестерень і втулок, азначити, і герметичні всі з'єднання.

Порядок виконання операцій технологічного процесу відновлення корпусу насоса НШ32-У2 за маршрутом I та прийнятою методикою розточування колодязів корпусу не по всьому периметру та довжині подано в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. - Структурна схема ТП відновлення корпусу насоса НШ32 вдосконаленим способом ремонтних розмірів

Найменування операції	Зміст операції
-1-	-2-
005 Фрезерувальна	Фрезерувати площину під етикетку витримавши розмір $h=111,0\pm 0,4$ мм. Шорсткість поверхні 6,3. Дана операція призначена для отримання бази для наступних операцій розточування колодязів корпусу
010 Фрезерувальна	Фрезерувати площину під кришку із витримкою розміру $h=109,5\pm 0,4$ мм.
015 Фрезерувальна	Фрезерувати площини під патрубки витримавши розмір $54\pm 0,2$ мм до осі. Шорсткість поверхні 25.
020 Свердлувальна	Свердлити два отвори $\varnothing 6$ мм на глибину 10 мм під установчі штифти. Шорсткість 3,2. Відстань до вісі $a=35\pm 0,1$ мм; $b=25\pm 0,025$ мм.
025 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.
030 Розточувальна	Розточити виточку під вкладиш витримавши розміри: $\varnothing 58,8^{+0,2}$ мм, глибина $h=24^{+0,5}$ мм. Шорсткість 12,5.
035 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.
040 Розточувальна	Розточити колодці в корпусі витримавши I-й ремонтний розмір $\varnothing 54,8^{+0,02}$ мм і глибину $L=84^{+0,1}$ мм. Шорсткість 1,25.
045 Свердлувальна	Зенкувати дно колодязів витримавши розмір $84^{+0,1}$ мм. Шорсткість 3,2.
050 Свердлувальна	Розсвердлити вхідний та вихідний отвори $\varnothing 23,5^{+0,1}$ мм. Шорсткість $Rz=80$ .
055 Різьбонарізна	Калібрувати різьбу $M10\times 1,5$ в 8 отворах на глибину $18^{+0,4}$ мм, кл 2.
060 Різьбонарізна	Калібрувати різьбу $M8\times 1,5$ в 16 отворах на глибину $16^{+0,4}$ мм, кл 2.
065 Контрольна	Контролювати поверхні.

Перелік обладнання для відповідних операцій відновлення корпусу насоса НШ32У-2 приведено в табл. 2.3.

Таблиця 2.3.- Відомість обладнання для відновлення корпусу насоса

№ операції	Найменування операції	Обладнання та його технічна характеристика
005 010 015	<b>Фрезерувальна</b>	<b>Верстат вертикально-фрезерувальний моделі 6P11Ф3-1:</b> Розміри робочої поверхні столу 250×1000 мм Найбільше переміщення столу: повздовжнє - 630 мм поперечне 300 мм вертикальне 350 мм Частота обертання шпинделя 80-2500 об/хв. Подача столу поперечна 0,1 - 4800 мм/об повздовжня 0,1 - 4800 мм/об Потужність двигуна 5,5 кВт Габаритні розміри 4000×2000×2220 мм Маса 2760 кг
020	<b>Свердлувальна</b>	<b>Верстат вертикально-свердлувальний 2P135Ф2-1:</b> Найбільший діаметр свердла 35 мм Площа робочого столу 400×710 мм Виліт шпинделю 450 мм Відстань від торцю шпинделю до столу 600 мм Частота обертання шпинделю 45-2000 об/хв. Встановлена потужність двигуна 3,7 кВт Габаритні розміри 1800×2170×2700 мм Маса 4700 кг
025 030 035 040	<b>Розточувальна</b>	<b>Верстат координатно-розточувальний 2У430:</b> Розміри стола 320×560×100 мм Виліт шпинделю 390 мм Найбільша маса деталі 300 кг Частота обертання шпинделю 12000-96000 об/хв. Подача, мм/об - шпинделя 0-5000; - столу 1-600; - шпиндельної бабки 750. Потужність двигуна 3,0 кВт Габаритні розміри 1600×1580×2340 Маса 3850 кг
045, 050	<b>Свердлувальна</b>	<b>Верстат вертикально-свердлувальний 2P135Ф2-1</b>



055 060	<b>Різьбонарізна</b>	<b>Верстат різьбонарізний моделі 5991П:</b> Діаметр різьби М4 - М16 шаг різьби 0,75 - 2 Найбільша довжина різьби 125 мм Переміщення каретки: повздожнє - 280 мм поперечне - 200 мм Частота обертів шпинделя 90 - 500 об/хв Потужність двигуна 1,1 кВт Габаритні розміри 2200×1425×1260 мм Маса 1060 кг
065	<b>Контрольна</b>	<b>Стіл контролера</b>

Для забезпечення ТП відновлення корпусу насоса НШ32У-2 вибрано потрібні матеріали, пристосування, ріжучий та вимірювальний інструмент (табл. 2.4).

Таблиця 2.4.- Матеріали, пристосування, ріжучий та вимірювальний інструмент для відновлення корпусу насоса НШ32У-2

<b>№</b>	<b>Найменування операції</b>	<b>Матеріали, пристосування, ріжучий та вимірювальний інструменти</b>
-1-	-2-	-3-
005 010 015	<b>Фрезерувальна</b>	Опора плоска за ГОСТ 16896-71 Фреза ГОСТ 17026-71 діаметром 28 мм з коні хвостовиком Фреза спеціальна 2216-4001 Стійка індикаторна 8514-4005-01 Індикатор ИЧ05 ГОСТ 577-68 Штангенциркуль ШЦ-1-250-0,1 Профілометр системи «М» ГОСТ 19300-86
020	<b>Свердлувальна</b>	Опора плоска за ГОСТ 16896-71 Свердло Ø6,0 мм 2301-3429 ГОСТ 12121-77 Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80

025 030 035 040	<b>Розточувальна</b>	<p>Опора плоска за ГОСТ 16896-71  Розміри: В - 32 - 80 мм, L - 50 - 110 мм, Н - 16 - 40 мм.  Встановлення у спеціальному затискному пристосуванні (конструкція та принцип роботи приведені в конструкторському розділі представленої магістерської роботи).  Різець розточувальний ГОСТ 18063-72. Матеріал ріжучої частини ВК 6.  Пробки <math>\varnothing 58,8^{+0,2}</math> мм, <math>\varnothing 37^{+0,52}</math> мм <math>\varnothing 54,8^{+0,02}</math> мм  Нутромір індикаторний НИ 18-50-2 за ГОСТ 9244-75  Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80  Очки захисні 070</p>
045 050	<b>Свердловальна</b>	<p>Опора плоска за ГОСТ 16896-71  Зенкер насадний ГОСТ 21585-76 <math>\varnothing 84^{+0,1}</math> мм.  Свердло <math>\varnothing 23,5</math> мм 2300-0235 ГОСТ 886-77.  Калібр пробка <math>\varnothing 23,5^{+0,1}</math> 8133-0235 ГОСТ 14811-84.</p>
055 060	<b>Різьбова різна</b>	<p>Патрон запобіжний тип II ГОСТ 8255-56, мітчик М10 Д2-П ГОСТ 3266-80  мітчик М8 Д2-П ГОСТ 3266-80  Пробка різбова М10 кл 2 ГОСТ 2016-79  Пробка різбова М8 кл 2 ГОСТ 2016-79  Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80  Спеціальний калібр для перевірки перпендикулярності різьби 8532-4001  Щуп 12-0,02-0,3 ГОСТ 882-86</p>
065	<b>Контрольна</b>	<p>Нутромір індикаторний НИ 18-50-2 за ГОСТ 9244-75  Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-80  Пробка <math>\varnothing 37^{+0,52}</math> мм  Нутромір індикаторний НИ 18-50-2 за ГОСТ 9244-75  Глибиномір <math>84_{-0,05}^{+0,1}</math> 8514-4004  Індикатор 1МИГ ГОСТ 9696-82  Профілометр системи «М» ГОСТ 19300-86  Пробка 8221-3036-М105Н6Н ГОСТ 17758-72  Калібр-пробка <math>\varnothing 23,5^{+0,1}</math> 8133-0235 ГОСТ 14811-84.  Спеціальний калібр для перевірки перпендикулярності різьби 8532-4001  Стійка індикаторна 8514-4005-01  Індикатор ИЧ05 ГОСТ 577-68  Щуп 12-0,02-0,3 ГОСТ 882-86</p>

## 2.4. Проектування технологічних операцій відновлення корпусу насоса

Початкові параметри:

Деталь: корпус насоса НШ32

Маса: 2,079 кг

Матеріал: Ал 9

Розрахунок технічних норм часу виконання операцій ТП проведено за методикою, викладеною в [14,15,19] .

Технічну норму часу  $T_n$  виконання ТП:

$$T_n = T_o + T_{доп} + T_{доод} \quad (2.1)$$

де,

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

$T_{доп}$  - допоміжний час, на встановлення і знімання корпусу з верстата, налаштування верстата;

$T_{доод}$  - додатковий час на обслуговування робочого місця, перерв на відпочинок, на задоволення природних потреб:

$$T_{доод} = \frac{T_{он} \cdot K}{100}; \quad (2.2)$$

де  $T_{он}$  - оперативний час:

$$T_{он} = T_o + T_{доп}, \quad (2.3)$$

$K$  – частка додаткового часу від оперативного [19].

Результати розрахунку режимів і норм часу на виконання технологічних операцій відновлення корпусу насоса зведено в таблицю 2.5 (послідовність розрахунку наведена в додатку Д1) .

Таблиця 2.5 - Перелік операцій ТП і норм часу на відновлення корпусу насоса

Операції	Час виконання операції				Норма часу, хв
	Основний час, хв.	Допоміжний час, хв.	Операційний час, хв.	Додатковий час, хв.	
005 Фрезерувальна	0,5	0,7	1,2	0,084	1,3
010 Фрезерувальна	1,54	0,7	2,24	0,16	2,4
015 Фрезерувальна	0,4	0,7	1,1	0,08	2,36
020 Свердлильна	0,14	1,3	1,44	0,1	1,54
025 Розточувальна	0,3	0,5	0,8	0,064	0,9
030 Розточувальна	0,144	0,5	0,644	0,052	0,7
035 Розточувальна	0,12	1,1	1,22	0,1	1,32
040 Розточувальна	0,86	1,1	1,96	0,16	2,12
045 Свердлильна	1,92	0,75	2,67	0,05	2,72
050 Свердлильна	0,25	0,5	0,75	0,05	1,6
055 Різбонарізна	1,136	2,0	3,14	0,25	3,4
060 Різбонарізна	0,52	1,2	1,72	0,14	3,72
065 Контрольна	5,25	0,8	6,05	0,4	6,45
<b>Разом</b>					30,5

Розрахунок параметрів дільниці ремонту насосів передбачає:

- розрахунок завантаження дільниці з визначенням обсягу ремонтів насосів різного типу (НШ-32, НШ-46),
- норм часу та річної працемісткості робіт, розподіл робіт за видами (слюсарні; токарні; фрезерувальні; термічні; свердлувальні; шліфувальні);
- розрахунок річних фондів часу роботи підприємства;
- розрахунок кількості робітників дільниці;
- розрахунок та підбір обладнання дільниці;
- розрахунок виробничих площ дільниці.

Результати розрахунку параметрів дільниці ремонту насосів подано в додатку Д2.

### 3. КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ КОРПУСА

#### 3.1. Обґрунтування запропонованих конструкторських рішень

Згідно до розробленої технології ремонту шестеренних насосів типу НШ-У (зокрема НШ32-У2) відновлення основних деталей – корпусу та шестерень проводиться шляхом виконання металообробних операцій, а саме:

- відновлення шестерень здійснюється за трьома робочими поверхнями до видалення слідів зношення - поверхонь цапф за зовнішнім діаметром, зовнішнього діаметру вершин зубців та торців. Видалення зношеного шару металу з вище перелічених поверхонь під певні ремонтні розміри проводиться на круглошліфувальному універсальному верстаті підвищеної та особливо високої точності (041311) 3У10А із дотриманням режимів обробки наведених в таблиці 4.1. на універсально-шліфувальному верстаті 3У10А;

- відновлення корпусу полягає в розточуванні його колодязів в зонах розташування передніх втулок та зоні шестерень до видалення слідів зношення в певних напрямках на величини, обумовлені необхідністю видалення зношеного шару металу, діаметру перешліфованих шестерень та надійного ущільнення втрат робочої рідини . через радіальний зазор. Розточування проводимо на вертикально-розточувальному одностійковому верстаті з координатним столом підвищеної точності (041241) 2У430 при дотриманні режимів наведених в таблиці 4.1. При цьому величина і напрямок зміщення інструменту задається координатами, а за базу приймаються колодязі корпусу в зоні встановлення нижніх нерухомих втулок;

- відновлення зазорів у sprzęженні втулок з шестернями та корпусом відбувається за рахунок виготовлення нових втулок із розмірами робочих поверхонь, які дозволяють компенсувати зміну розмірів шестерень на ремонтні та розточування колодязів корпусу в певних напрямках. Всі інші технологічні розміри приводяться до розмірів нових втулок із застосуванням

стандартної технології виготовлення.

Таблиця 3.1. - Режими, ріжучий інструмент та пристосування для відновлення робочих поверхонь шестерень та корпусу

Деталь	Поверхня	Обладнання та пристосування	Режими обробки		
			<i>S</i>	<i>n</i>	<i>V</i>
Шестірня	Діаметр цапф	Верстат кругло-шліфувальний 3У10А	0,2	1600	282
	Діаметр вінця		0,2	1600	282
	Ширина вінця		0,1	1600	146
Корпус	Колодязь	Верстат горизонтально-розточний 2У430 Різець 2142-4010	0,215	800	129

Після цього відновлення деталей насосу проводиться комплектування насоса деталями, відновленими під певний ремонтний розмір, із наступним його складанням та заміною гумово-технічних виробів й обов'язковим обкатуванням. При обкатуванні застосовується стандартна методика. Разом з тим, якщо закріплення шестерень під час обробки не викликає ускладнень, то із базуванням корпусу на столі верстату 2У430 вони виникають. В першу чергу це пов'язано із необхідністю закріплення корпусу насосу на столі верстату – від жорсткості системи “робочий стіл - корпус” при механічній обробці поверхонь колодязів різцем залежить точність обробки та якість відновлення. З іншої сторони, збільшення часу на закріплення корпусів впливає на собівартість відновлювальних й ремонтних операцій, що може не враховуватися лише при штучному або дрібносерійному виробництві. За умов дрібносерійного або масового виробництва, при значній витраті часу на закріплення та перезакріплення корпусів, підприємство може втратити багато виробничого часу та відповідно збільшити собівартість ремонтних операцій при погіршенні якості.

Продуктивність процесу відновлення корпусів можна значно підвищити застосуванням механізованих затискних пристроїв, які дозволяють з високим ступенем точності у найкоротші терміни провести базування корпусу на столі



розточувального верстату. Тому в конструкторському розділі запропоновано конструкцію оригінального затискного пристосування із пневматичним приводом для закріплення корпусів насосів НШ32-У2.

### 3.2 Конструкція та послідовність виконання робіт на пристрої для закріплення корпусів насосів

Нами розроблено пристосування для закріплення корпусів насосів НШ32, схему якого показано на рис. 3.1. Пристосування встановлюється на столі координатно-розточувального верстату 2У430.3 допомогою цього пристосування закріплюється корпус насоса під час розточування його колодязів до видалення слідів спрацювання у визначених зонах. Це пристосування рекомендується для використання в ТП ремонту корпусів шестеренчастих насосів.

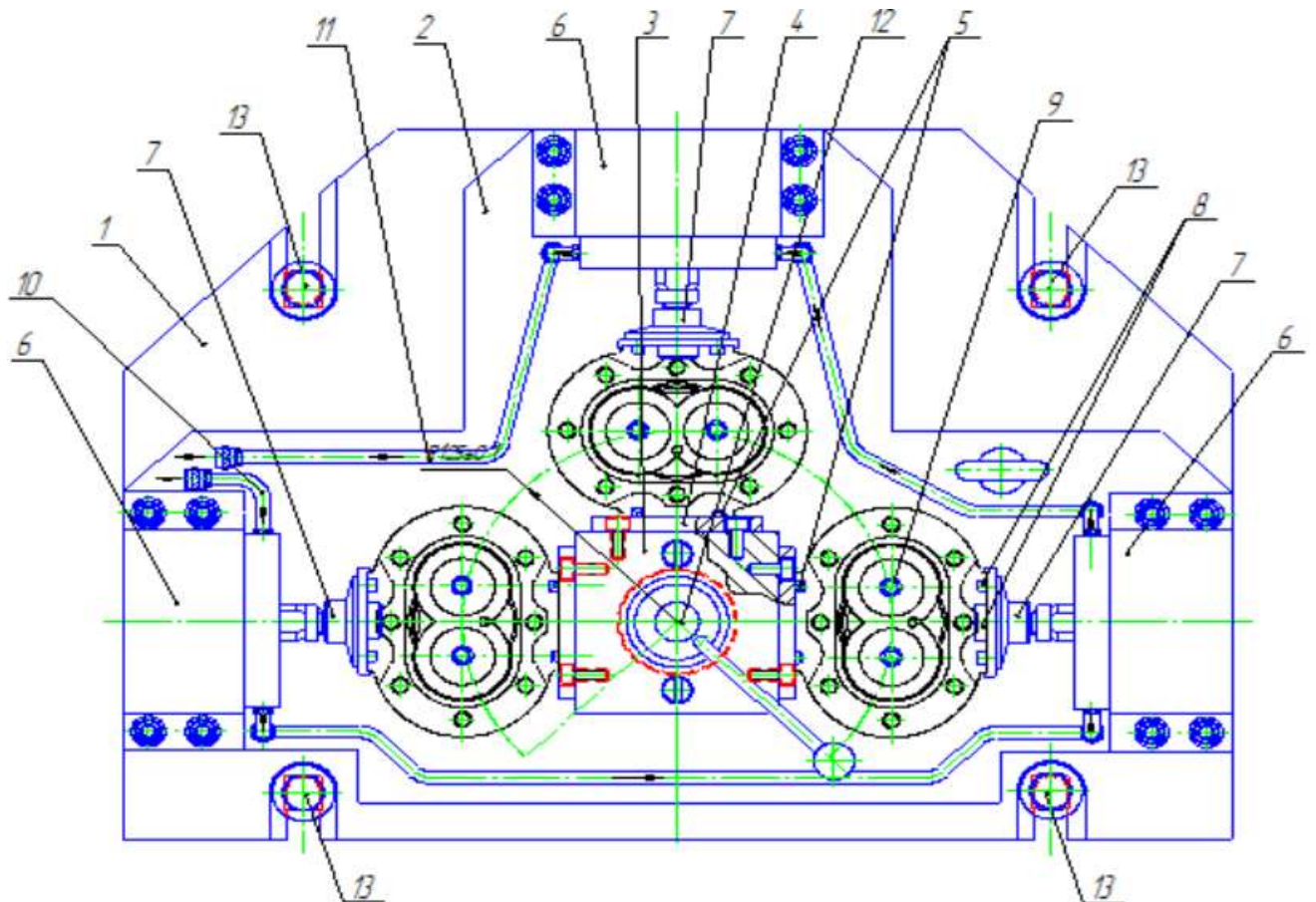




Рисунок 3.1 - Конструктивна схема оригінального пристосування для закріплення корпусів насосів НШ32-У2 на столі координатно-розточувального верстату:

1 — плита; 2 — поворотна платформа; 3 — установочна бобишка; 4 — упорні пластини; 5 — напрямні пальці упорних пластин; 6 — пневмоциліндри; 7 — притискні фланці; 8 — напрямні пальці фланців; 9 — упорні пальці; 10 — пневмотрубопровід подачі; 11 — відвідний пневмотрубопровід; 12 — механізм фіксації поворотної платформи; 13 — фіксатори для кріплення пристосування на столі розточувального верстату.

З допомогою такого пристосування можна одночасно базувати три корпуси насосів НШ32-У2. І заодно змінювати їх положення в просторі для точнішого і швидкого налаштування відповідного корпусу під робочий інструмент розточувальної головки.

Робота на пристосуванні проходить таким чином. Три корпуси насосів розміщують на поворотній платформі 2 (див. рис. 3,1). Корпуси базують за допомогою напрямних пальців 8 притискних фланців 7, які закріплені на установочній бобишці 3. Бобишка кріпиться болтами до поворотної платформи 2, яка фіксується з допомогою механізму фіксації 12. Механізму фіксації у разі зміни черговості обробки одного з корпусів приводиться в дію оператором

Корпуси для закріплення розміщуються на поворотній платформі, до всіх пневмоциліндрів 6 по пневмопроводу подачі 10. подається стиснуте повітря із цехової мережі. При цьому переміщуються силові штоки циліндрів, на кінці яких влаштовані притискні фланці 7. Цим фланцями корпуси насосів притискають до упорних пластин 5 установлювальної бобишки 3. При цьому базування корпусів відбувається співпадінням установочних пальців притискних фланців 7 та пальців упорних пластин 8 з відповідними нарізевими отворами корпусів, що розташованих на фланцях кріплення трубопроводів подачі та всмоктування оливи.

Для зміни порядку розточування інших корпусів послаблюють фіксування поворотної платформи 2 відносно плити 1, оператор вмикає механізм фіксування поворотної платформи 12, при цьому немає потреби

вивільнювати корпуси – вони у закріпленому положенні змінюють свої розташування разом із платформою та силовими пневмоциліндрами.

Демонтаж оброблених корпусів та встановлення інших на пристосування відбувається після зняття тиску повітря в мережі.

Цей пристрій можна використовувати не тільки для обробки внутрішніх колодязів корпусів насосів НШ32-У2, але, змінивши розміщення базованих деталей на поворотній платформі, розміщення упорних бобишок та притискних фланців пневмоциліндрів, його можна пристосувати до виконання інших технологічних операцій, зокрема для фрезерування площини кріплення кришки, фрезерування фланців та днища тощо на столах різних верстатів.

Це пристосування можна використати також для закріплення корпусів насосів інших типів з іншими близькими розмірами основних несучих та базуючих деталей, при відновленні їх різних поверхонь, тобто пристосування стає універсальним для корпусів шестеренних насосів.

### 3.3. Розрахунок конструктивних та силових параметрів пристосування

Розрахунок пневматичних циліндрів. Розрахунок проводимо, враховуючи конструктивну подібність всіх 3-х силових пневмоциліндрів. Початкові дані для розрахунку

1. Максимальна швидкість прямого і зворотного ходу поршня  $V_n = 0,05 \text{ м/с}$
2. Час розгону при прямому ході -  $f = 0,02 \text{ с}$ .
3. Тиск у напірній лінії системи -  $P = 5,0 \text{ МПа}$ .
4. ККД циліндра -  $\eta = 0,95$ .

Сила інерції поршня циліндру під час розгону:

$$P_{in} = \frac{P_{cm}}{g \cdot f} \cdot V, \quad (3.1)$$

де  $P_{cm}$  тиск в циліндрі, Н.

Приймаємо статичний тиск з технологічних міркувань  
 $P_{cm} = 30,0 \text{ кН}$ .

Тоді:

$$P_{in} = \frac{30000}{9,81 \cdot 0,02} 0,05 = 7645,3 \text{ Н}.$$

Сумарна сила:

$$P_{\phi} = P_{cm} + P_{in}, \quad (3.2)$$

де  $P_{cm}$  - статична сила;

$P_{in}$  - сила інерції під час розгону.

$$P_{\phi} = 30000,0 + 7645,3 = 37645,3 \text{ Н}$$

Кінцеве зусилля з урахування ККД:

$$P_p = \frac{P_{\phi}}{\eta} = \frac{37645,3}{0,95} = 39626,6 \text{ Н}$$

Внутрішній діаметр циліндра [ 18]:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P_p}{P \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 39626,6}{5 \cdot 3,14}} = 100,5 \text{ мм}.$$

Приймаємо стандартне значення  $D_{ц} = 100,0 \text{ мм}$ .

Діаметр штока циліндра:

$$d_{шт} = D \cdot (0,2 \dots 0,7);$$

$$d_{шт} = 100,0 \cdot 0,25 = 25,0 \text{ мм}.$$

Товщина стінки циліндра [18 ]:

$$\delta_{cm} = \frac{D}{2} \sqrt{\frac{[\sigma]_p + 1,2P}{[\sigma]_p - 1,2P}} - 1, (4.3)$$

де  $[\sigma]_p$  - допустиме напруження розтягу,  $[\sigma]_p = 180 \text{ МПа}$ .

$P$  - тиск у напірних трубопроводах,  $P = 5,0 \text{ МПа}$ .

$$\delta_{cm} = \frac{100}{2} \sqrt{\frac{180 + 1,2 \cdot 5,0}{180 - 1,2 \cdot 5,0}} - 1 = 8,1 \text{ мм.}$$

Округляємо  $\delta_{cm} = 8,0 \text{ мм}$ .

Потрібна потужність двигуна:

$$N = P_{cm} \cdot V = 30000 \cdot 0,05 = 1500 \text{ Вт} = 1,5 \text{ кВт}.$$

Розрахунок гвинтів кріплення установлювальної бобишки до столу  
платформи

Установлювальна бобишка 3 кріпиться з допомогою 4-х гвинтів  
M8×40.

Напруження зрізу в нарізі гвинта [18]:

$$\tau_{zp} = \frac{Q_3}{\pi \cdot d_1 \cdot K \cdot H \cdot K_m} \leq [\tau_{zp}] \text{ МПа}, \quad (3.4)$$

де  $Q_3$  – зусилля зтягування від моменту зтяжки;

$d_1$  – внутрішній діаметр нарізі ( $d_1 = 6,918 \text{ мм}$ );

$K$  – коефіцієнт повноти нарізі ( $K = 0,87$ );

$H$  – висота головки гвинта ( $H = 13 \text{ мм}$ );

$K_m$  – коефіцієнт нерівномірності навантаження по витках нарізі, ( $K_m = 0,75$ ).

Зусилля зтягування від моменту зтяжки:

$$Q_3 = \frac{M_{зат}}{\frac{d_c}{2} \text{tg}(\psi + \rho') + \frac{1}{3} f \frac{D_{кл}^3 - d_c^3}{D_{кл}^2 - d_c^2}} H, \quad (3.5)$$

де  $M_{зат}$  – момент зтягування, ( $M_{зат} = 8000 \text{ Н}$ );

$d_c$  – середній діаметр нарізі;

$D_{кл}$  – діаметр ключа ( $D_{кл} = 7,2 \text{ мм}$ ).

$\psi$  – кут підйому нарізі ( $\psi = 2^\circ 30'$ );

$\rho'$  – кут тертя нарізі:

$$\rho' = \frac{\rho}{\cos \frac{\alpha}{2}}, \quad (3.6)$$

де  $\rho$  - кут тертя,  $\operatorname{tg}\rho=f=0,15$ , тобто  $\rho=8^{\circ}32'$ ;

$\alpha$  - кут профілю нарізі ( $\alpha=60^{\circ}$ ).

Таким чином:

$$\rho' = \frac{8^{\circ}32'}{\cos 30^{\circ}} = \frac{8^{\circ}32'}{0,866} = 9^{\circ}51'.$$

Зусилля затягування від моменту затяжки:

$$Q_3 = \frac{8000}{\frac{7,42}{2} \operatorname{tg}(2^{\circ}30' + 9^{\circ}51') + \frac{1}{3} \cdot 0,15 \frac{7,42^3 - 7,2^3}{7,42^2 - 7,2^2}} = 27304,5 \text{ Н}$$

Таким чином, після підстановки значень , напруження зрізу в нарізі гвинта :

$$\tau_{зр} = \frac{27304,5}{3,14 \cdot 6,918 \cdot 13 \cdot 0,87 \cdot 0,75} = 148,2 \text{ МПа}.$$

Для перевірки умови міцності за умовою  $\tau_{зр} \leq [\tau_{зр}]$  , визначаємо граничне значення напружень зрізу з умови  $[\tau]=0,3\sigma_T$ . Межа текучості (матеріал гвинта ст. 40Х)  $\sigma_T=900$  МПа, тоді  $[\tau_{зр}]=0,3 \cdot 900=270$  МПа.

Міцність гвинтів забезпечується, оскільки

$$\tau_{зр} < [\tau_{зр}] - 148,2 \text{ МПа} < 270 \text{ МПа}.$$

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Характеристика дільниці по ремонту шестеренчастих насосів

Технологічний процес на дільниці ремонту шестеренчастих насосів типу НШ-У полягає в проведенні розбирально-складальних, мийних робіт, робіт по холодній обробці металів, температура яких не перевищує  $85^{\circ}\text{C}$ , а також мастил з температурою спалаху не менше  $300^{\circ}\text{C}$ у зв'язку з чим не створюється можливості пожежо- і вибухобезпечного оточення і таким чином у відповідності з СНП-П-90-81 дане виробництво відноситься до категорії “Д” - вибухобезпечне.

На дільниці проводяться роботи з негорючими матеріалами (деталі насосів виготовлені із алюмінієвих сплавів типу АЛ-4, Ал-9, сталей конструкційних типу сталь 45, 40Х, 18ХГТ, бронз типу ОЦС тощо, мастил і мийних розчинів з високою температурою спалаху - порядку  $250\dots 300^{\circ}\text{C}$ .

При проектуванні території підприємства і цехів витримані норми проектування промислових підприємств, протипожежні і санітарні згідно норми СНП-П-90-81 і ДНАОП.01-1.33-75.

На ремонтній дільниці використовується різне технологічне обладнання, експлуатація і виконання робіт на якому може супроводжуватися наступними шкідливостями:

- *розбиральне обладнання* – прес гідравлічний ОКС-1671М. При експлуатації розбирального обладнання і виконання технологічних процесів розбирання створюються наступні небезпечності і шкідливості: падіння деталей насосів (самих насосів) зі столу пресу при неправильному закріпленні, застосування нестандартних пристроїв і несправних інструментів, ураження електричним струмом при використанні електроінструментів, підвищений шум і вібрація при використанні електро-пневмоінструментів, які приводять до ураження органів руху й слуху, а також центральної нервової системи, попадання й тривалий контакт шкіри з нафто-мастильними продуктами приводять до подразнення шкіри і появи екзем.

- *мийне обладнання* - машина для мийки ГМ-1344 миття в керосині та гарячій воді. При експлуатації мийного обладнання і виконання технологічних процесів мийки деталей масляних насосів створюються наступні небезпечності і шкідливості - небезпечність розсіювання уваги і пошкоджень через підвищених температур, небезпечність ураження електричним струмом, падіння вантажів при мийці деталей, попадання і тривалий контакт шкіри з нафто-мастильними продуктами, які приводять до подразнення шкіри та екземам, тривале вдихання шкідливих парів мийних розчинів, які приводять до отруєння, опіків органів дихання професійних захворювань.

- *підйомно-транспортне обладнання* - кран консольно-поворотній ОПТ-1754, візки для міжопераційного транспортування деталей, підйомно-поворотні стільці, приймально-пересувні столи тощо. При експлуатації підйомно-транспортного обладнання й виконанні вантажно-розвантажувальних робіт утворюються наступні шкідливості і небезпечності: небезпечність пошкоджень, які пов'язані з падінням і перекиданням вантажів (паків з корпусами насосів та шестернями), застосуванням нестандартних, випадкових пристроїв для кріплення, порив канатів і тросів, порушення правил експлуатації, огляд і випробування вантажопідіймальних механізмів, ураження електричним струмом.

*Використання обладнання для механічної обробки* - верстату координатно-розточувального 2У430, верстату токарно-гвинторізного 16Б16А, верстату вертикально-свердлувального 2Р135Ф2-1, плоскошліфувального верстату 3Д740А, верстату різьбонарізного моделі 5991П тощо, може викликати ряд небезпек, до яких можна віднести наступні: невірне закріплення деталей і інструментів під час обробки може привести до травм верстатників; ураження електричним струмом при експлуатації устаткування для механічної обробки; розрив шліфувальних кругів, різців та поломка фрез може привести до травм верстатників; дотик до обертових інструментів приводить до травм; поломка інструментів їх виривання й можливість ураження верстатників осколками, а також ряд шкідливостей, до

яких можна віднести наступні: підвищений рівень шуму може привести до погіршення слуху, підвищений рівень вібрації, що приводить до професійних захворювань, висока запиленість повітря абразивними частками впливає на організм людини, часте зіткнення зі змазуючо-охолодними рідинами приводить до шкірних захворювань.

Отримання пошкоджень при роботі на дільниці можливе також при порушенні норм проектування і розташування обладнання дільниці, перетин вантажопотоків, порушення норм безпеки і ергономіки робочих місць.

#### 4.2. Заходи по створенню безпечних умов праці на дільниці

Електробезпека на дільниці відповідає нормативам. Для боротьби з електротравматизмом виконано наступні заходи: забезпечена недоступність струмопровідних частин шляхом надійної ізоляції, обгороджування струмопровідних частин або їх розміщення на безпечній відстані від місць роботи, для захисту від небезпеки переходу напруги на обладнання використано захисне заземлювання, яке вмикається в контур і має електричний опір не більше 4 Ом.[11].

Стан робочого інструменту відповідає ГОСТ 12.2.009-80. Безпека праці виробничих процесів забезпечується застосуванням вимог безпеки: виробничого і ремонтно-технічного обладнання (ГОСТ 12.2.003-74 ССБТ, ГОСТ 12.2.009-80 ССБТ, ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ, ГОСТ 12.2.012-75 ССБТ), пристроїв (ГОСТ 12.2.012-74), прийомів і режимів робіт, вибором виробничих приміщень відповідно СНП-П-90-81, розміщення обладнання, машин, матеріалів, заготовок, деталей і відходів виробництва, ергономічних вимог до робочих місць (ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 12.2.033-78), застосуванням обгороджувань захисних (ГОСТ 12.2.062-81).

При виконанні робіт на дільниці застосовується спецодяг (ГОСТ 12.4.029-76), взуття (ГОСТ 12.4.015-76) і спецокуляри (ГОСТ 12.4.035-78).

Рівень проведення транспортних робіт на дільниці відповідає вимогам ГОСТ 12.3.006-75 “Роботи при транспортуванні вантажів”.



Обладнання дільниці розміщено у відповідності з прийнятим технологічним процесом і забезпечує мінімум перетину вантажопотоків, ширина проїзду на дільниці відповідає вимогам СНП-П-90-81 і складає 3 м .

Підйомно-транспортне обладнання, вантажні троси і канати проходять періодичні техобслуговування ремонти, огляди у відповідності з вимогами ГОСТ 12.3.009-75, а габарити і маса вантажів, які транспортуються, відповідають вантажопідйомності підйомно-транспортних засобів.

Обладнання дільниці забезпечено спеціальними пристроями для кріплення вузлів і деталей у відповідності до ГОСТ 12.2.003-91.

Обладнання для розбирання вузлів з деталями, які володіють пружними властивостями і можливістю раптових відривань і вильотів, мають блокувальну систему і захисні екрани з органічного скла у відповідності з ГОСТ 12.2.017-93.

Роботи з пневматичним обладнанням і інструментом виконуються за ГОСТ 12.3.001-76 з застосуванням засобів індивідуального захисту за ГОСТ 12.1.009-76.

#### 4.3. Заходи по створенню нешкідливих умов праці на дільниці

Технологічний процес проведення робіт на дільниці проходить з дотриманням належних умов гігієни праці, тобто з необхідними розробками санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів згідно ГОСТ 12.2.003-84 ССБТ.

Параметри вібрації при виконанні робіт на дільниці відповідають ГОСТ 12.1.012-90. Рівень звукового тиску на робочих місцях відповідають нормам за ГОСТ 12.1.003-83.

Концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони відповідає ДНАОП 0.03-3.15-86 та ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ і досягається роботою припливно-витяжної вентиляції, герметизацією мийних ванн і місцевими відсмоктуваннями .

На робочих місцях з підвищеним виділенням шкідливих речовин використовується місцева витяжна вентиляція із розрахунку 1700...2500 м<sup>3</sup>/год повітря, яке видаляється.

Припливно-витяжна вентиляція дільниці виконана за ГОСТ 12.4.021-75 та у зв'язку з підвищеною небезпекою наявності шкідливих речовин у повітрі вмикається за 15 хвилин до початку зміни і вимикається через 15 хвилин після її закінчення.

Температура у приміщенні в теплий період року знаходиться в межах 22...28 °С, в холодний період року 17...22 °С за ГОСТ 12.1.005-88 та забезпечується центральним опаленням, в теплий період року 23...25 °С і забезпечується припливно-витяжною вентиляцією.

Відносна вологість повітря підтримується у межах 40...75%.

Застосовані основні колективні й індивідуальні засоби боротьби з підвищеним рівнем шуму, його рівень знаходиться у межах ≤80...95 децибел згідно з ГОСТ 12.1.003-83.

Освітлення робочих місць на дільниці і розряд робіт відноситься до п'ятого класу - роботи малої точності. Середній коефіцієнт освітлення робочих місць дорівнює 3%, що відповідають вимогам СНП II-4-79.

Освітлення робочих місць створюється штучним освітленням на складальних постах, освітлення складає 300 лк.

Робочі дільниці забезпечені спецодягом по ГОСТ 12.4.103-83 і засобами індивідуального захисту згідно ГОСТ 12.4.034-85.

Аналіз виробничої діяльності дільниці, що проектується дозволяє зробити висновок, що рівень проведення робіт відповідає ДНАОП 0.03-3.01-71 та ДНАОП 0.03-1.03-85.

#### 4.4. Заходи по протипожежній профілактиці

Рівень протипожежної безпеки дільниці відповідає ДНАОП 0.01-1.33-75.

На дільниці, що проектується, пожежі у більшості випадків можуть виникати через несправності електричної частини обладнання і мережі, від розрядів статичної електрики, необережного поводження з

електрообладнанням і попадання блискавок під час грозовиць, недотримання правил техніки безпеки при веденні розбірно-мийних та механічних робіт.

На ділянці проводяться організовані засоби по пожежній безпеці у відповідності з ГОСТ 12.4.007-91 та ДНАОП 0.01-1.34-79.

Для захисту цеху від блискавок застосовується блискавковідвід за РДЗУ-21.122-87, який складається з трьох елементів: блискавкоприймача, струмопровода, заземлювачів.

Для запобігання несправностей електропроводки мереж і обладнання, на ділянці є графік профілактичних оглядів, доглядів і ремонтів електрообладнання. Для сигналізації про пожежу в цеху є оповіщувачі, за допомогою яких може бути поданий сигнал пожежі.

На підприємстві діє добровільна пожежна дружина і проводяться засоби за ГОСТ 12.4.009-85. Ділянка обладнана основними видами пожежної техніки у відповідності з ГОСТ 12.4.009-83, пожежним щитком з обладнанням (відра, багор, сокира) згідно ДНАОП 0.01-1.33-75 і вогнегасниками, пожежними кранами і гідрантами, які обслуговуються по ГОСТ 12.4.009-83.

Пожежна водопровідна мережа забезпечує необхідну кількість води і тиск для своєчасного гасіння пожежі по ГОСТ 12.1.007-91.

## 5. Захист навколишнього середовища

### 5.1 Запобігання забрудненню навколишнього середовища

Навколишнє середовище забруднюється не лише токсичними сполуками відпрацьованих газів, але й водою та нафтопродуктами, що надходять у ґрунт і водні джерела після миття машин, промивання систем під час технічного обслуговування та заправлення машин паливом і оливою. Отже, всі пости діагностування і технічного обслуговування мають бути устатковані грязевідстійниками та оливо-бензиновловлювачами. Тільки після ретельного відстоювання та очищення таку воду можна зливати в каналізаційну мережу. Очисні споруди потрібно періодично очищати.

Відпрацьовану оливу треба зливати в спеціальні ємності і в міру її накопичення відправляти на регенерацію. Виливати оливу в ґрунт категорично забороняється навіть в умовах будівельного майданчика.

Під час перевезення, зберігання та видачі нафтопродуктів слід вживати заходів щодо запобігання їх витокам і втратам. Забруднені ганчірки та інші експлуатаційні матеріали, що відходять після технічного обслуговування (фільтри, прокладки), потрібно ретельно збирати й складувати в спеціально відведених місцях, а потім прибирати.

Підраховано, що під час експлуатації одного автомобіля протягом року утворюється в середньому 700...1200 л забрудненої води, яка містить 800...3000 мг/л завислих речовин, 50...90 мг/л тетраетилсвинцю. Недопустимою є концентрація тетраетилсвинцю у воді 1 мг/л, оскільки така вода вбиває все живе. За санітарними нормами, максимально допустима концентрація в стічній воді завислих речовин – 0,25...0,75, нафтопродуктів – 0,05...0,3 мг/л.

### 5.2. Очищення стічних вод

Щоб вибрати метод хімічної обробки води та конструкцію водоочисних споруд, спочатку визначають забрудненість води тетраетилсвинцем, її кислотність і лужність, а потім спосіб нейтралізації складу води і концентрацію в ній домішок.

Нині відомо до 20 методів очищення забрудненої води від тетраетилсвинцю, та інших домішок[9] . Розглянемо деякі з них.

Тривале зберігання забрудненої води у відкритих водоймах (впродовж 20...30 діб) – найпростіший метод, який дає 100-відсоткову ефективність очищення води та руйнування тетраетилсвинцю. При цьому максимальна глибина шару очищеної води повинна дорівнювати 3 м. На дні водойми влаштовують антифільтраційне покриття.

Флотаційний метод ґрунтується на коагулюванні забруднених рідин з барботажем повітрям та додаванням хімічних препаратів – коагулянтів (залізного купоросу, сірчаноокислого амонію, хлористого заліза тощо), які прискорюють осадження домішок. Для збільшення вмісту лугів додають вапно.

Метод озонування – один з найпоширеніших. Для цього серійно випускають озонатори (ПО-2, ПО-3, ПО-5 та ін.) продуктивністю 250...1000 т озону за годину. Такі пристрої можуть очищати протягом доби 100...1000 м<sup>3</sup> забрудненої води, що повністю відповідає потребі господарств.

Під час реконструкції старих і проектуванні нових ремонтних підрозділів слід передбачати механізоване миття машин з улаштуванням очисних споруд для повторного використання води.

Забруднена вода після миття машин надходить у приймальну камеру (пісколовку), де відбувається випадання великих частинок забруднень і змішування їх з коагулянтом. Далі вода йде до грязевідстійника, де осаджуються дрібні частинки забруднень і починається збирання нафтопродуктів саморегулювальними лотками оливобензиновловлювачів. Закінчується вилучення нафтопродуктів у камері оливобензиновловлювача за допомогою пластичних конвеєрів.

Вода, що відстоялась і очистилась, надходить у камеру об'ємом 26...28 м<sup>3</sup>, звідки насосами подається на мийку для повторного використання. Витрати свіжої води при цьому становлять лише 10 %. Пульпу з пісколовок і грязевідстійників виводять елеваторами й подають до гідро циклонів, де вона зневоднюється до 30...60 % вологості. Такі споруди дають змогу в 10...15 разів

знизити витрати свіжої води та значною мірою запобігти забрудненню навколишнього середовища.

Останнім часом традиційні багатокомпонентні препарати замінюють однокомпонентним коагулянтом  $Al_2O_3$ , отриманим з відходів промисловості. Вартість цього коагулянту в 2–3 рази нижча від вартості традиційних. Оптимальна доза  $Al_2O_3$  – 10...50 мг на  $1m^3$  стічної води. Тривалість осадження домішок у статичних умовах – 20...30 хв; ступінь очищення – 95...99,5 %.

Пристрій “Кристал” з безнапірними гідроциклонами забезпечує якісне очищення стічної води від нафтопродуктів і трохи гірше від завислих частинок. Проте, якщо встановити додатковий пристрій для очищення грязевідстійників і застосувати замість віброфільтра досконаліший фільтр, у якому використовується поліпропілен, ефективність очищення стічної води цілком відповідатиме існуючим вимогам. Відстій з резервуарів за допомогою стисненого повітря ( $p = 0,3...0,4$  МПа) потрапляє в завантажувальний бункер, з якого надходить у кузов самоскида. Герметизація бункера під час подавання стисненого повітря здійснюється тарілчастим клапаном.

В очисних спорудах, забруднена вода після миття надходить в забетоновану канаву з приямком. У приямку встановлено знімний металевий бункер для збирання крупного сміття (щебеню, скла, металевих предметів), який періодично виймають і вивозять автотранспортом. Забруднена вода через ґрати самопливом надходить у резервуар, потім насосом 3 подається у вертикальний відстійник-гасник, а в міру його наповнення – переливними трубами у відстійник 1-го та 2-го ступенів. Потім вода самопливом через касетний фільтр (вторинне очищення від завислих речовин) потрапляє в резервуар очищеної води, а з нього, в міру потреби, йде на повторне використання. Взимку вода в резервуарі підігривається парою або іншим теплоносієм до температури 18 °С. Осад з резервуарів стікає в спеціальні баки, звідки за допомогою стисненого повітря трубами подається в бункер, з якого вивантажується в самоскиди.

Вміст завислих частинок після очищення на цій установці знижується з 3000 до 15...40 мг/л, а нафтопродуктів – з 900 до 3...10 мг/л. Нафтопродукти з відстійника виводяться через перегородку в накопичувальний бак.

На особливу увагу заслуговують малогабаритні й автоматизовані очисні установки, які виконані у вигляді одного блоку. Очищення стічної води ґрунтується на фізико-хімічному (реагентному) методі з застосуванням коагуляторів.

Стічну воду подають у камеру попереднього очищення, оснащену двома фільтрами грубого очищення з розміром чарунок 0,7 мм, де відбувається частковий розподіл домішок і нафтопродуктів. Олива збирається у нафтозбірнику. Частина нафтопродуктів у вигляді завислих частинок разом зі стічними водами потрапляє в реактор, де переміщується з певною дозою коагулянту, який надходить з електролізера під дією стисненого повітря. Електролізер завжди містить потрібний об'єм коагулянтів. Після відділення шлам, що осів на дні, надходить у шламовий збірник, а очищена вода – на повторне використання.

Якщо стічні води містять додаткові домішки, які потребують оброблення дезінфектантами, за матеріал однієї з пластин електролізера, яка приєднується до позитивної клеми випрямляча, використовують графіт. Газоподібний хлор, що виділяється під час роботи коагулянту з герметично закупореного електролізера, пропускається крізь стічні води, що перебувають у реакторі. Потім гіпохлор, або коагулянт, подається в камеру реакції. Відділення брудних домішок від чистих фракцій відбувається негайно, і домішки піднімаються у верхню частину реактора. Простота конструкції такої установки дає змогу виготовляти її безпосередньо в умовах виробництва.

## 6. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

### 6.1. Розробка кошторису витрат на проектування і виготовлення пристосування оригінальної конструкції

Визначення собівартості розробки конструкції та виготовлення оригінального пристосування проводимо за формулою:

$$C_{уст} = B_n + B_m + B_{м} + B_{не} + \sum B_{се} + \sum B_{те} + \sum Z_{од} + \sum B_{соц} + \sum P_{уст} + Ц_e, \quad (6.1)$$

де  $B_n$  - витрати на проектування нової конструкції пристосування;

$B_m$  - витрати на розробку технології виготовлення пристосування;

$B_{не}$  - вартість покупних виробів для укомплектування пристосування;

$B_{м}$  - вартість основних та допоміжних матеріалів пристосування;

$\sum B_{те}$  - сумарні витрати на електроенергію технологічну;

$\sum B_{се}$  - сумарні витрати на енергію силову;

$\sum Z_{од}$  - сумарна основна і додаткова заробітна плата;

$\sum B_{соц}$  - сумарні витрати на соціальні заходи;

$\sum P_{уст}$  - сумарні витрати на утримання і експлуатацію устаткування;

$Ц_e$  - загально-цехові витрати.

6.2.1. Визначення витрат на проектування конструкції пристосування. Розраховуємо витрати на проектування деталей пристосування за формулою:

$$B_n = T_{кон} \cdot Z_{сг} \cdot (1 + 0,01K_{соц}) (1 + 0,01П_{св}), \quad (6.2)$$

де  $T_{кон} = H_{ор} T_{кон.дет}$  - сумарна трудомісткість проектно-конструкторських робіт, год.;



$H_{op} = 21$  - кількість оригінальних деталей, які проектується (у відповідності до специфікації на пристосування наведеної в додатках);

$T_{кон.дет} = 0,8$  год - усереднена кількість годин на розробку конструкторської документації по кожній деталі;

$Z_{ср} = 118$  грн/год - середньогодинна заробітна плата конструктора;

$K_{соц} = 36,82\%$  - відрахування на соціальне страхування;

$P_{св} = 75\%$  - відсоток посередніх витрат.

$$B_n = 21 \cdot 0,8 \cdot 118 \cdot (1 + 0,01 \cdot 36,82)(1 + 0,01 \cdot 75) = 4740 \text{ грн.}$$

6.2.2. Витрати на розробку технології виготовлення деталей пристосування.

$$B_m = T_m \cdot Z_{ср} \cdot (1 + 0,01 K_{соц}) (1 + 0,01 P_{св}), \quad (6.3)$$

де  $T_m$  - сумарна трудомісткість проектно-конструкторських робіт, год.;

приймаємо  $T_m = 15$  год - кількість годин на розробку конструкторської документації;

$Z_{ср} = 95$  грн/год - середньогодинна заробітна плата технолога

$K_{соц} = 36,82\%$  - відрахування на соціальне страхування;

$P_{св} = 75\%$  - відсоток посередніх витрат.

$$B_T = 15 \cdot 95 \cdot (1 + 0,01 \cdot 36,82)(1 + 0,01 \cdot 75) = 3400 \text{ грн}$$

6.2.3. Витрати на основні та допоміжні матеріали.

Витрати на основні та допоміжні матеріали визначаємо за формулою:

$$B_m = \sum MЦ_m \alpha_m, \quad (6.4)$$

де  $Ц_m = 30$  грн - ціна 1 кг матеріалу згідно таблиці 74 [19];

$M = 16,4$  кг - сумарна маса матеріалу деталей (з креслень);

$\alpha_m = 1,05$  - коефіцієнт який враховує транспортно-заготівельні

витрати.

$$B_M = 30 * 16,4 * 1,05 = 516,6 \text{ грн}$$

6.2.4. Вартість покупних виробів, які використовуються під час виготовлення пристосування.

До витрат на інші матеріали відносимо вартість складових елементів пристосування:

- вартість болтів для кріплення елементів пристосування –  
 $B_{\text{болтів}} = 10,5 \text{ грн.};$
- вартість ущільнюючих кілець пневмоциліндрів -  $B_{\text{кілець}} = 20,4 \text{ грн.}$   
 ; вартість трубопроводів -  $B_{\text{труб}} = 27,0 \text{ грн.}$

Отже сума витрат на інші деталі та стандартні вироби при виготовленні пристосування складе:

$$B_{\text{не}} = 10,5 + 20,4 + 27,0 = 57,9 \text{ грн.}$$

6.2.5. Сумарні витрати на енергію технологічну. Сумарні витрати на технологічну енергію, яка буде споживана при виготовленні деталей пристосування визначаємо за формулою:

$$\sum B_{\text{те}} = N_{\text{вст}} K_N K_b \frac{t_{\text{ум}}}{60} C_e, \quad (6.5)$$

де  $N_{\text{вст}}$  - потужність електродвигуна силової гідравлічної установки, кВт;

$K_N = 0,7$  - коефіцієнт завантаження установки за потужністю;

$K_b = 0,9$  - коефіцієнт завантаження установки за часом;

$t_{\text{ум}}$  - час нагріву деталі, хв.;

$C_e = 0,36 \text{ грн}$   $C_{\text{в}} = 4,5 \text{ грн}$  - вартість електроенергії для підприємств.

Так як при виготовленні деталей пристосування не проводиться нагрів їх заготовок у печі то витрати на технологічну енергію відсутні.  
 Отже:

$$\sum B_{\text{те}} = 0,0 \text{ грн.}$$

6.2.6. Сумарні витрати на енергію силову.

Сумарні витрати на силову енергію визначаємо за формулою:

$$B_{ce} = \frac{N_y K_o K_N K_z t_{um}}{\eta_m \eta_c} \frac{Ц_e}{60}, \quad (6.6)$$

де  $N_y = 4,5 \text{ кВт}$  - усереднена потужність двигунів металорізальних верстатів;

$K_o = 0,7$  - коефіцієнт одночасної роботи двигунів;

$K_N = 0,6$  - усереднений коефіцієнт завантаження обладнання за потужністю;

$K_z = 0,5$  - коефіцієнт, який враховує завантаження електродвигунів за часом;

$t_{um} = 1,6 \text{ год}$  - штучний (калькуляційний час) на виготовлення деталей пристосування на верстатах

$\eta_m = 0,9$  - ККД електродвигунів;

$\eta_c = 0,96$  - коефіцієнт, який враховує втрати електроенергії в мережі ділянки по виготовленню деталей.

$$B_{ce} = \frac{4,5 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,5}{0,9 \cdot 0,96} \cdot 1,6 \cdot 4,5 = 7,44 \text{ грн.}$$

6.2.7. Сумарна основна та додаткова заробітна плата. Сумарну основну та додаткову заробітну плату визначаємо за формулою:

$$З_{од} = \sum_{i=1}^m l_{год} \frac{t_{um}}{60} (1 + 0,01\alpha)(1 + 0,01\beta), \quad (6.7)$$

де  $m = 21$  - число операцій технологічного процесу виготовлення деталей;

$l_{год}$  - годинна тарифна ставка, грн/год.; приймаємо для верстатників 5-го розряду (згідно рекомендацій [14,15,19])  $l_{год} = 75 \text{ грн/год.}$ ;

$t_{um}$  - усереднений калькуляційний час на виконання операції виготовлення однієї деталі;  $t_{um} = 0,18 \text{ год.}$ ;

$\alpha = 20\%$ ;  $\beta = 12\%$  - відсотки додаткової заробітної плати за відпрацьований й невідпрацьований час.

$$Z_{од} = 21 \cdot 75 \cdot 0,18 \cdot (1 + 0,01 \cdot 20)(1 + 0,01 \cdot 12) = 390 \text{ грн.}$$

6.2.8. Сумарні відрахування на соціальні заходи. Визначення відрахувань на соціальні заходи проводимо за формулою:

$$B_{соц} = \frac{K_{соц} Z_{од}}{100}, \quad (6.8)$$

де  $K_{соц} = 36,82\%$  - процент відрахувань на соціальні заходи згідно нормативних актів.

$$B_{соц} = \frac{36,82 \cdot 390}{100} = 143.6 \text{ грн.}$$

6.2.9. Сумарні витрати на утримання та експлуатацію обладнання. Сумарні витрати на утримання та експлуатацію верстатного обладнання залежать від калькуляційного часу виконання операції виготовлення деталей та цехової собівартості проведення однієї години роботи на верстатному обладнанні:

$$P_{уст} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{умі} C_{гi}}{100 \cdot 60}, \quad (6.9)$$

де  $C_{гi} = 125$  грн/год - цехова собівартість проведення металорізальних робіт у механічній дільниці підприємства (за результатами практики).

$$P_{уст} = \frac{21 \cdot 0,18 \cdot 125}{100} = 4.7 \text{ грн.}$$

6.2.10. Цехові витрати. Цехові витрати за матеріалами наукової практики складають 37,5% від суми заробітних плат виробничих робітників при виробництві деталей пристосування:

$$Ц_е = \frac{K_{цех} Z_{од}}{100}; Ц_в = \frac{37,5 \cdot 390}{100} = 146,25 \text{ грн.}$$

Тоді собівартість оригінального пневматичного пристосування для закріплення корпусів насосів НШЗ2У-2 при розточуванні їх колодязів становитиме:

$$C_{пр} = 4740 + 3400 + 516 + 58 + 0,0 + 7,44 + \\ + 390 + 143,6 + 4,7 + 146,25 = 9406 \text{ грн.}$$

Отже, собівартість пристосування для закріплення корпусів насосів НШЗ2У-2 при розточуванні їх колодязів складає при його проектуванні, виготовленні й складанні 9406 грн. Балансова вартість пристосування для підприємства буде така сама в зв'язку із відсутністю необхідності його монтажу та налагодження.

## ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Стан працездатності шестеренчастих насосів впливає на ефективність роботи всієї машини. Найбільшого поширення в гідросистемах тракторів та с.-г. машин здобули шестеренні насоси типу НШ.

2. Існуючі технології ремонту насосів типу НШ та відновлення їх деталей не в повній мірі відповідають актуальним вимогам сьогодення. Найбільш простим і недорогим методом ремонту гідронасосів є метод ремонтних розмірів. Ресурс відремонтованих насосів за цією технологією складає 45...51% від ресурсу нового насоса.

3. Визначено перелік технологічних операцій, обґрунтовано і підібрано сучасне технологічне обладнання, ріжучий, вимірювальний інструмент, проведені розрахунки норм часу по переходах і операціях та визначено загальний час, потрібний на відновлення корпусу.

4. Розраховано параметри і розроблено планування ділянки з ремонту шестеренних насосів типу НШ на основі прийнятих річних обсягів

5. В конструкторському розділі запропоновано конструкцію оригінального затискного пристосування із пневматичним приводом для закріплення корпусів насосів НШ32-У2 і проведено розрахунок конструктивних та силових параметрів пристосування.

6. В розділах охорони праці та захисту навколишнього середовища проведено аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути під час виконання технологічного процесу на ділянці, визначено та обґрунтовано заходи з пожежної безпеки та захисту довкілля.

7. В економічному розділі проведено розрахунки собівартості проектування, виготовлення і складання пристосування для закріплення корпусів насосів НШ32У-2 при розточуванні їх колодязів, яка складає 9406 грн.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. ДСТУ 2404-94. Передачі гідродинамічні. К.: Держстандарт України, 1994
2. ДСТУ 3455.1-96. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Ч.1. Загальні поняття. К.: Держстандарт України, 1997, 54с.
3. ДСТУ 3455.2-96. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Ч.2. Об'ємні гідромашини та пневмомашини. К.: Держстандарт України, 1997, 61с.
4. ДСТУ 3455.3-96. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Ч.3. Гідроапарати та пневмоапарати. К.: Держстандарт України, 1997, 37с.
5. ДСТУ 3455.4-96. Гідроприводи об'ємні та пневмоприводи. Ч.4. Кондиціонери робочого середовища, гідропосудини та пневмопосудини, гідроприводи та пневмоприводи. К.: Держстандарт України, 1997, 30с.
6. Булей І.А. Проектування підприємств з виробництва і ремонту сільськогосподарських машин: Навч. посібник. К.: Вища шк., 1993. 287 с.
7. Забелін В.В., Черкун В.Ю. Ремонт гідросистем тракторів. Видання друге, доповнене і перероблене. К.: Урожай, 1994, 80с.
8. Надійність сільськогосподарської техніки / С.Г. Гранкін, В.С. Малахов, М.І. Черновол, В.Ю. Черкун; За ред. В.Ю. Черкуна. К.: Урожай, 1998. 208 с.
9. Грицик В., Канарський Ю., Бедрій Я. Екологія довкілля. Охорона природи. К.: Конодр, 2009. 292с.
10. Обладнання ремонтних підприємств / М.І. Черновол, М.В. Власенко, В.М. Наливайко, В.С. Кухаренко. К.: Урожай, 1996. 272 с.
11. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Охорона праці на автомобільному транспорті (будівництво, ремонт, утримання автомобільних доріг). Навчальний посібник. Суми: Університетська книга, 2023. 480с.
12. Погорілець О.М., Погорілець М.О. Основи проектування і розрахунку об'ємного гідропривода. Методичні вказівки. К.: НАУ, 2000. 47с.
13. Погорілець О.М. та ін. Гідропривод сільськогосподарської техніки: Навчальне видання К.: Вища освіта, 2004. 368с.

14. Практикум з ремонту машин / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, А.Я. Поліський та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. К.: Урожай, 1995. 224 с.

15. Ремонт машин / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, А.Я. Поліський та ін.; За ред. О.І. Сідашенка, А.Я. Поліського. К.: Урожай, 1994. 400 с.

16. Федорець В.О. та ін. Технічна гідромеханіка. Гідравліка та гідропривод: Підручник. Житомир: ЖІТІ, 1998. 412 с.

17. Черкун В. Ю. Гранкіна Н. С. Конструктивно-технологічна характеристика корпусних деталей і золотники клапанно-розподільних пристроїв і гідравлічних систем керування тракторів. Праці Таврійської державної агротехнічної академії / ТДАТА. Мелітополь, 2007. Вип. 7, т. 1. С. 70-75.

18. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. Львів: Афіша, 2003. 452с.

19. Ремонт машин. Методичні поради до курсового і дипломного проектування: у 2-х частинах/ За заг. ред.. академіка О.Д. Семковича. – Частина 1 та 2. Львів: Львів. держ. агр. ун-т, 1997. 179 с.