

Магістерська кваліфікаційна робота

01.12.МКР.463 с 28.03.23.012 ПЗ

Іщук Олександр Вікторович

2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну

УДК 62-253:621.6.052

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
надійності техніки

А.В.Новицький

2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

**Дослідження технічного стану та
розробка ТП відновлення
кришок вакуумних насосів**

Спеціальність: 133 – галузеве машинобудування

Магістерська програма – технічний сервіс машин та обладнання

сільськогосподарського виробництва

Програма підготовки - освітньо-професійна

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи

к.т.н., доц.

Ружило З.В.

Виконав:

Іщук О.В.

Київ-2023

Реферат

Іщук Олександр Вікторович

Магістерська робота на тему: «Дослідження технічного стану та розробка ТН відновлення кришок вакуумних насосів»

Магістерська робота включає:

розрахунково-пояснювальну записку 73 сторінки і ілюстративну частину 14 слайдів. Розрахунково-пояснювальна записка в собі містить 4 розділи, 2 малюнки, 19 таблиць і 28 джерел використаної літератури.

В магістерській роботі було проведено дослідження основних пошкоджень кришок вакуумних насосів, виконано аналіз існуючих методів відновлення і запропоновано технологічний процес ремонту. Розроблено технологічний процес відновлення кришок в умовах майстерні загального призначення. В результаті виконання магістерської роботи встановлено, що запропонована технологія відновлення має значний економічний ефект.

Ключові слова: кришка, вакуумний насос, технологія, механічний обробіток, відновлення, ремонт, ремонтно-обслуговуюча база.

РЕФЕРАТ	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	8

1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА КРИШКИ ВАКУУМНОГО НАСОСА

1.1. Функціональне призначення, конструкція, технологія виготовлення та технічні вимоги до робочих поверхонь кришки насоса	9
--	---

1.2. Аналіз умов експлуатації та види пошкоджень робочих

поверхонь деталей, які надходять у ремонт	11
---	----

1.3. Технологія та організація ремонту кришки вакуумного насоса

1.4. Можливі шляхи підвищення міжремонтного ресурсу кришок

вакуумних насосів	16
-------------------	----

1.5. Задачі магістерської роботи

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ КРИШОК НАСОСІВ

2.1. Стан питання та завдання дослідження

2.2. Методика проведення досліджень

2.2.1. Вивчення пошкоджень кришок насосів

2.2.2. Розкриття фізичної суті пошкоджень

2.2.3. Визначення статистик зносу робочих поверхонь кришок

2.2.4. Обґрунтування граничних та припустимих зносів

2.3. Результати досліджень і їх аналіз

2.3.1. Дослідження пошкоджень поверхонь кришок

2.3.2. Визначення фізичної суті пошкоджень

2.3.3. Дослідження зносів робочих поверхонь кришок

2.3.4. Обґрунтування граничних та припустимих зносів кришок

2.4. Підсумки розділу

	32
--	----

НУБІП України

3. ПРОЕКТУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ КРИШОК ВАКУУМНОГО НАСОСА

3.1. Конструкторська ремонтна підготовка _____ 33

3.1.1. Технічні вимоги на ремонт кришок _____ 33

3.1.2. Таблиці монтажних спряжень _____ 34

3.1.3. Ремонтне креслення кришки насоса _____ 35

3.2. Технологічна підготовка ремонтного виробництва _____ 38

3.2.1. Технологічний процес ремонту деталі _____ 38

3.2.1.1. Загальні питання _____ 38

3.2.1.2. Маршрутна карта ремонту кришки _____ 38

3.2.1.3. Операційна карта _____ 41

3.3. Організаційна підготовка виробництва _____ 45

3.3.1. Проект дільниці по ремонту кришок вакуумних насосів _____ 45

3.3.1.1. Загальна методика проектування спеціалізованої дільниці для ремонту кришок вакуумних насосів _____ 45

3.3.1.2. Річна програма і тип виробництва _____ 46

3.3.1.3. Трудомісткість ремонтних операцій _____ 46

3.3.1.4. Організаційний режим роботи дільниці по ремонту кришок _____ 48

3.3.1.5. Розрахунок необхідної кількості працюючих _____ 48

3.3.1.6. Вибір технологічного обладнання _____ 50

3.3.1.7. Розрахунок виробничих площ _____ 53

3.3.1.8. Технологічне планування дільниці _____ 54

НУБІП України

4. ОХОРОНА ПРАЦІ	
4.1. Загальні положення	56
4.2. Розрахунки засобів охорони праці на дільниці по ремонту кришок вакуумних насосів	57
4.2.1. Розрахунок повітрообміну	57
4.2.2. Розрахунок освітлення	59
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ	
5.1. Річна виробнича програма	61
5.2. Повна собівартість продукції	62
5.3. Прибуток ремонтного підприємства	65
5.4. Основні виробничі фонди	65
5.5. Рентабельність виробництва	66
5.6. Коефіцієнт фондівдачі	66
5.7. Продуктивність праці на одного працюючого	66
5.8. Випуск продукції на один квадратний метр площі	67
5.9. Очікуваний річний економічний ефект	67
5.10. Строк окупності додаткових капіталовкладень	67
ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	70
ПЕРЕЛІК ЛИСТІВ ІЛЮСТРАТИВНОЇ ЧАСТИНИ	73

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Вакуумні насоси типу УВБ 02.000 знайшли широке застосування в сільськогосподарському виробництві як джерело вакууму для доїльних установок а також в переробній та лісогосподарській промисловості для транспортування сирих продуктів по вакуумопроводах.

НУБІП України

Вихід з ладу вакуумного насоса приводить до значних втрат продуктивності тварин, захворювання худоби, що лікуються вкрай важко, чи є взагалі невиліковними.

НУБІП України

Існуючі методи ремонту вакуумних насосів, і зокрема кришок, на сьогоднішній день не відповідають сучасним вимогам по технологічності процесу. Так, наприклад, при існуючих методах ремонту кришок насосів не забезпечується потрібна геометрія відновлених поверхонь. Вибракування кришок приводить до значних витрат металу.

НУБІП України

Враховуючи, що наша Україна має добре розвинутий сільськогосподарський напрямок, проблема забезпечення надійності та роботоздатності насосів набуває державного значення.

НУБІП України

Дана магістерська робота присвячена вдосконаленню технологічного процесу ремонту кришок вакуумних насосів. Метою її є підвищення надійності насосів шляхом розробки організаційно-технологічних заходів покращення ремонту кришок та розробка технологічного оснащення для ремонту.

НУБІП України

НУБІП України

1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

КРИШКИ ВАКУУМНОГО НАСОСА.

1.1. Функціональне призначення, конструкція, технологія виготовлення та технічні вимоги до робочих поверхонь кришки насоса.

Основними деталями ротаційних (пластинчато-роторних) вакуумних насосів типу УВБ є корпус, ротор, пластини та кришки. Кришки разом з корпусом насоса утворюють так звану корпусну конструкцію насоса. Служать кришки для закривання торцевих поверхонь корпусу, і тим самим для утворення замкнутого циліндричного простору. В кришках розміщуються шарикопідшипники, у яких обертається ротор. Крім того у кришках встановлюють ущільнювальну шайбу та гумово-технічне ущільнення.

Конструкційно-технічна характеристика кришок наведена в таблиці 1.1. [10, 22, 28]

Кришка вакуумного насоса являє собою просторову форму з габаритами 240 x 190 x 44 мм, масою 4,6 кг. Для виготовлення кришок використовують матеріал сірий чавун СЧ – 20 твердість HB 171...241.

Згідно прийнятої технології чавунна заготовка для кришок виготовляється литвом. Торцеві поверхні заготовки піддають фрезеруванню. Внутрішня привалочна поверхня кришки шліфується з класом чистоти 5...6. отвори під шарикопідшипник, сальник та ущільнювальну шайбу обробляють шляхом розточки на токарно-гвинторізному верстаті.

НУБІП України

НУБІП України

Конструктивно-технологічна характеристика кришки пластинчасто-роторного вакуумного насоса

Таблиця 1.1

Показник	Деталь	Спряжена з
	Відновлювана	відновлюваною
Назва деталі і її позначення	Кришка УВБ 02.102	Шарикопідшипник 306 ГОСТ 8338-79
Габаритні розміри, мм	240 x 190 x 44	72 x 19
Кількість деталей у машинному вузлі, шт.	2	2
Маса деталі, кг	4,6	0,34
Марка матеріалу	СЧ 20	ШХ 15

НУБІП України

НУБІП України

До робочих поверхонь кришок висуваються достатньо високі вимоги (таблиця 1.2.).

Внутрішня привалочна поверхня кришки обробляється шліфуванням і повинна мати шорсткість $R_a 1,25$. З достатньо високою точністю обробляється посадочне місце під шарикопідшипник. Шорсткість поверхні під шарикопідшипник має бути не нижча за $R_a 1,25$. Необхідно, щоб неперпендикулярність привалочної поверхні кришки і отвору під шарикопідшипник не перевищувала 0,05 мм.

1.2. Аналіз умов експлуатації та види пошкоджень робочих поверхонь деталей, які надходять у ремонт.

В процесі експлуатації кришки вакуумних насосів піддаються дії різноманітних фізичних факторів, зокрема дії енергії навколишнього середовища. Так літом експлуатація насоса відбувається при значних плюсових температурах, наслідком чого є нагрівання кришки насоса в процесі роботи до температури 65...80°C. У зимовий період насоси експлуатують при мінусових температурах, оскільки насоси, через необхідність ізоляції для зменшення впливу шуму на худобу, розміщують за межами корівника. Забороняється експлуатація насосів при зниженні температури нижче -20°C через значне загусання мастильних матеріалів.

Окрім температурних факторів на зовнішній поверхні насоса в цілому і кришки зокрема негативно впливає підвищена концентрація агресивного середовища, що має місце в місцях достатньо великого скупчення великої рогатої худоби.

Таблиця 1.2.

НУБІП України

Конструктивно-технологічна характеристика робочих поверхонь з'єднання деталей.

Показник	Деталь	
	Відновлювана	Спряжена
Назва деталі і її позначення	Кришка УВБ 02.102	Шарикопідшипник 306
Найменування типового з'єднання	Отвір	Вал (зовнішнє кільце підшипника)
Вид посадки	Перехідна	Перехідна
Номинальний розмір, мм	$\varnothing 72$	$\varnothing 72$
Поле допуску	$+0,072$ $+0,010$ $0,030$	$-0,013$ $0,013$
Квалітет точності номінального розміру	G 7	K 7
Гранична неперпендикулярність, мм	0,05	0,05
Твердість поверхні	HB 171...241	HB 179...270
Шорсткість поверхні	R _a 1,25	R _a 1,25
Характер спрацювання поверхні	Нерівномірний	Нерівномірний

НУБІП України

Посадочні місця кришок піддаються навантаженню, обумовленим відцентровими силами ротора та силами натягу привідного паса.

Внаслідок зносу підшипника виникають осьові переміщення ротора з пластинами. При цьому посадочні місця під підшипник та торцева привалочна поверхня кришки піддаються інтенсивному спрацюванню.

В технічній документації на ремонт вакуумних насосів [25] наводяться види пошкоджень кришок насосів, які поступають у ремонт. Основні з них це:

- спрацювання торцевої поверхні кришки;
- спрацювання посадочного місця кришки під підшипник.

Крім названих спрацювань у кришках, що поступають на ремонтні підприємства виявлено наявність тріщин, обломи кріпильних лап, зрив різьби у отворах для кріплення кришки підшипника та ковпачка.

Аналогічні види пошкоджень зафіксовано на ремонтних кресленнях [25], на яких наведено ще й коефіцієнт повторності дефектів деталей, що поступають у ремонт (табл. 1.3.).

Слід відмітити, що в науково-популярній літературі відсутні дані досліджень, які б дозволили виявити фізичну суть дефектів та дати їм кількісну оцінку.

Відсутні також дані по, обґрунтуванню граничних та допустимих при ремонті зносів робочих поверхонь кришок.

Таблиця 1.3.

Види пошкоджень кришки вакуумного насоса.

Найменування дефекту	Коефіцієнт повторення дефекту	
	Від загальної кількості деталей, що надходять у ремонт	Від кількості ремонтпридатних деталей
Тріщини, що не виходять на поверхню посадочного місця	0,08	0,15
Знос торцевої поверхні кришки більше 0,2 мм	0,27	0,50
Знос поверхні під підшипник до діаметра більше 72,04 мм	0,14	0,20
Пошкодження різьби М6-7Н	0,05	0,10
Обломи кріпильних лап	0,09	0,15

1.4. Технологія та організація ремонту кришки вакуумного насоса.

Ремонтують кришки, як і насоси у переважній більшості на спеціалізованих ремонтних підприємствах. При цьому застосовується наступна технологія ремонту.

Спрацьовані торцеві привалочні поверхні кришок шліфують на плоскошліфувальних верстатах до виведення слідів зносу.

Зношені поверхні отворів під підшипники ремонтують методом постановки нової частини деталі (постановка втулки з гарантованим натягом або згортної втулки з наступним розкатуванням [25]).

Рекомендовано в технічній документації способи відновлення посадочних місць під підшипники остальюванням, а способи ремонту кришок з застосуванням полімерних матеріалів практичного використання не знайшли.

При наявності тріщин на поверхнях кришки їх рекомендують усувати зварюванням з використанням зварювального дроту ПАНЧ – 11, основним складовим елементом якого є нікель. Однак, через високу вартість зварювального дроту ПАНЧ – 11, цей спосіб ремонту практично не використовують. Тому кришки з тріщинами і обломами кріпильних лап найчастіше вибраковують.

Впроваджені у виробництво технологічні процеси відновлення кришок мають ряд недоліків, зокрема:

- шліфування торцевих поверхонь призводить до зміни їх геометричних розмірів;
- ремонт посадочних місць під підшипники шляхом їх розточування і послідовного шліфування торцевої поверхні не забезпечує необхідну перпендикулярність оброблених поверхонь.

1.5. Можливі шляхи підвищення міжремонтного ресурсу кришок вакуумних насосів доільних установок.

Підвищення міжремонтного ресурсу кришок пластинчато-роторних вакуумних насосів можливе, головним чином, завдяки впровадженню в ремонтне виробництво прогресивних методів ремонту та відновлення спрацьованих поверхонь деталей.

Замість традиційної технології відновлення поверхні під підшипник остальюванням і розточуванням пропонується застосувати спосіб пластинування (постановка розрізних пластин з сталі У8).

При офіційному способі відновлення торцевої поверхні шляхом шліфування до виведення слідів спрацювання не забезпечується необхідна

точність стосовно перпендикулярності поверхонь, оскільки торцювання посадочних місць під підшипник ведеться не з однієї установки оброблюваної деталі.

Необхідно розробити методи ремонту торцевих поверхонь кришок, які забезпечували би відновлення їх початкових розмірів.

На основі критичного аналізу прийнятої технології ремонту передбачається підвищити ресурс відремонтованих крипок за рахунок:

- розробки технологічного процесу ремонту посадочних місць під підшипники з застосуванням пластинування сучасним більш зносостійким матеріалом;
- розробкою технологічного оснащення для проведення обробки посадочного місця під підшипники і торцевої поверхні кришки з однієї установки деталі.

1.6. Задачі магістерської роботи.

Для вирішення поставленої у магістерській роботі мети необхідно розв'язати наступні задачі:

- розкрити фізичну суть та дати кількісну характеристику пошкоджень;
- на основі проведених досліджень розробити перспективний технологічний процес ремонту кришок вакуумних насосів, який забезпечував би її міжремонтний ресурс не нижче ресурсу нових деталей;
- розробити технологічне планування дільниці для ремонту кришок;
- розробити заходи по охороні праці на дільниці ремонту кришок насосів, які б забезпечували безпечну роботу ремонтних працівників при відновленні кришок;
- обґрунтувати економічну доцільність розробки технологічного процесу ремонту кришок за новою технологією.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОШКОДЖЕНЬ КРИШОК НАСОСА.

2.1. Стан питання та завдання дослідження.

Данні стосовно пошкоджень кришок вакуумних насосів УВБ 02. 01 наводяться у технічній документації на їх ремонт [21, 25, 26].

У кришок пластинчато-роторних вакуумних насосів, які поступають на ремонтні підприємства України у ремонт мають місце наступні пошкодження:

- тріщини, які виходять чи не виходять на посадочні місця отворів під підшипники;
- спрацювання торцевих поверхонь кришок;
- спрацювання посадочних поверхонь під підшипники;
- спрацювання або зрив різьби в отворах кріплення кришки підшипника та ковпачка;
- обломи лап.

При цьому встановлюються допустимі зноси робочих поверхонь:

- торцевої поверхні – не більше 0,2 мм;
- посадочних місць під підшипники до розміру – 72,04 мм.

У ремонтних кресленнях наводяться також коефіцієнти повторності цих дефектів. Коефіцієнти повторності відповідно становлять:

- по тріщинах – 0,08;
- по зносу торцевої поверхні – 0,27;
- по зносу поверхні під підшипник – 0,14;
- по пошкодженнях різьби – 0,05;
- по обломах лап – 0,09

Дані про граничні та припустимі при ремонті зносів робочих поверхонь кришок з обґрунтуванням їх граничних та припустимих при ремонті значень в періодичній літературі та технічній документації не наводяться.

Виходячи з вище сказаного в дипломному проекті передбачається проведення спеціальних досліджень присвячених:

- вивченню пошкоджень кришок насосів, що надходять у ремонт в умовах України;
- розкриттю фізичної суті пошкоджень;
- визначенню статистик зносів робочих поверхонь кришок;
- обґрунтуванню припустимих при ремонті та граничних зносів кришок насосів.

2.2. Методика проведення досліджень.

2.2.1. Вивчення пошкоджень кришок насосів.

Вивчення пошкоджень поверхонь кришок вакуумних насосів, що надходять у ремонт здійснювали за методикою, розробленою працівниками кафедри надійності і ремонту Національного аграрного університету [13, 14].

Дослідженню піддавали 50 кришок 25 насосів, що надходили у ремонт на Кагарлицьке спеціалізоване ремонтне підприємство Райагротехсервіс по ремонту вакуумних насосів.

На основі досліджень визначали коефіцієнти повторності дефектів.

2.2.2. Розкриття фізичної суті пошкоджень.

Фізичну сутність пошкоджень розкривали на основі Державного стандарту щодо класифікацій пошкоджень деталей сільськогосподарських машин та Державного стандарту по забезпеченню зносостійкості виробів [1, 2]. Також було використано методичні вказівки кафедри НІРМ [14].

2.2.3. Визначення статистик зносу робочих поверхонь кришок насосів.

Величина зносу робочих поверхонь кришок розгадали як стохастичну величину. Знос визначали шляхом проведення мікрометражу, а обробіток експериментальних даних здійснюється методами математичної статистики [15].

При цьому визначали наступні статистики зношування:

- середня величина зносу робочих поверхонь;
- середньоквадратичне відхилення розмірів;
- коефіцієнт варіації дослідних результатів.

На основі розрахунків визначали теоретичний закон розподілу.

2.2.4. Обґрунтування граничних та допустимих при ремонті зносів поверхонь кришок.

Обґрунтування граничних та допустимих при ремонті зносів поверхонь кришки вакуумного насоса здійснювали за методикою Держ НДТІ [16]. Граничні і допустимі зноси визначали згідно кореляційних залежностей, в яких враховували розміри деталей та точність їх виготовлення.

2.3. Результати досліджень і їх аналіз.

2.3.1. Дослідження пошкодження поверхонь кришок насосів, що надходять у ремонт.

Розрахунок параметрів зносу торцевих поверхонь кришок вакуумного насоса.

Інтервал, мм	Середина інтервала, мм	Частота	$K_1 = 58$	$K_2 = 18$
0,04...0,16	0,10	18	18	18
0,16...0,32	0,24	12	40	-
0,32...0,48	0,40	6	-	-
0,48...0,64	0,56	4	14	-
0,64...0,80	0,72	4	10	22
0,80...0,96	0,88	2	6	12
0,96...1,12	1,04	2	4	6
1,12...1,38	1,20	2	2	2
$A = 0,16$	$\delta_c = 0,40$	$\Sigma = 50$	$L_1 = 36$	$L_2 = 42$

$$\bar{x} = 0,33,$$

$$\sigma = 0,32;$$

$$V = 0,97$$

$$TЗР = ЗРВ$$

$$M_1 = K_1 - L_1 = 58 - 36 = 22$$

$$M_2 = K_1 + L_1 + 2K_2 + 2L_2 = 58 + 36 + 36 + 84 = 214$$

$$\bar{x} = \delta_c - AM_1 / N = 0,33$$

$$\sigma = A \sqrt{\frac{M_2 - M_1^2}{N}} = 0,32$$

$$V = \sigma / \bar{x} = 0,97$$

Розрахунок параметрів зносу посадочних місць під підшипники кришок вакуумного насоса.

НУБІП УКРАЇНИ

Інтервал, мм	Середина інтервала, мм	Частота	$K_1 = 44$	$K_2 = 29$
0,08...0,12	0,10	2	2	2
0,12...0,16	0,14	4	6	8
0,16...0,20	0,18	5	11	19
0,20...0,24	0,22	7	25	-
0,24...0,28	0,26	16	-	-
0,28...0,32	0,30	8	16	-
0,32...0,36	0,34	7	8	9
0,36...0,40	0,38	1	1	1
$A = 0,04$	$\delta_c = 0,26$	$\Sigma = 50$	$L_1 = 25$	$L_2 = 10$

$$\bar{x} = 0,24;$$

$$\sigma = 0,067;$$

$$V = 0,28$$

$$T3P = 3HP$$

$$M_1 = K_1 - L_1 = 44 - 25 = 19$$

$$M_2 = K_1 + L_1 + 2K_2 + 2L_2 = 44 + 25 + 58 + 20 = 147$$

$$\bar{x} = \delta_c - AM_1 / N = 0,24$$

$$\sigma = A \sqrt{\frac{M_2 - \frac{M_1^2}{N}}{N}} = 0,067$$

$$V = \sigma / \bar{x} = 0,28$$

Дані про пошкодження поверхонь кришок насосів, що надходять у ремонт наведено в таблиці 2.1. та графічно зображені на листі графічної частини.

Встановлено, що в ремонт надходять кришки вакуумного насоса, які мають наступні пошкодження:

1. злами лап;
2. знос торцевої поверхні;
3. знос отвору під підшипник;
4. знос, або зрив різьби;
5. тріщини, що виходять чи не виходять на посадочні місця.

Коефіцієнти повторності цих дефектів відповідно становлять: 0,10; 0,95; 0,90; 0,11; 0,10.

Таблиця 2.1.

Пошкодження поверхонь кришок вакуумних насосів УВБ 02.01

№ п.п.	Вид пошкодження поверхні	Кількість дефектів	Коефіцієнт повторності дефекту
1	Знос торцевої поверхні кришки	48	0,95
2	Знос отворів під підшипник	45	0,90
3	Тріщини, що не виходять на посадочні місця під підшипник	5	0,10
4	Знос або зрив різьби	6	0,11
5	Злами лап	5	0,10

2.3.2. Визначення фізичної суті пошкоджень поверхонь кришки.

Дані про фізичну суть пошкоджень кришок насосів наведено в таблиці

2.2.

Встановлено, що торцева поверхня кришки піддається в процесі експлуатації корозійно-механічному зносу, контактуючи при цьому з торцевою поверхнею пластини та торцевою поверхнею ротора.

Механічне зношування характеризується утворенням та руйнуванням захисних окисних плівок на торцевій поверхні кришки.

Знос посадочних місць під підшипник відбувається в наслідок фретинг-кородування, обумовленим мікропереміщеннями обойми підшипника в присутності повітря. Характерними ознаками проявлення названого процесу є зміна геометричних розмірів отвору під підшипник.

Тріщини виникають у зв'язку з знакоперемінними навантаженнями, які обумовлюють їх втомлюючий характер. Ознаками прояву даного виду пошкоджень поверхонь кришки є порушення цілісності деталі.

Зрив різьби, як правило, обумовлюється порушенням технічних вимог при розбиранні і збиранні насосів при ремонті. Така ж фізична суть і зламів лап насосів.

2.3.3. Дослідження зносів робочих поверхонь кришок

Данні про зноси робочих поверхонь кришок наведено в таблиці 2.3. та таблиці 2.4. Крім цього результати досліджень зображені на листі графічної частини.

Таблиця 2.2.

Дослідження пошкоджень робочих поверхонь кришки насоса.

Вид пошкодження 1	Вид зношування та руйнування 2	Причина пошкодження 3	Механізм пошкодження 4	Характер прояву 5
Знос торцевої поверхні	Корозійно-механічний (окислювальний)	Взаємодія поверхні кришки з пластинами і ротором внаслідок осьових переміщень ротора	Утворення та руйнування окислювальних плівок на поверхні кришки	Зміна геометричних параметрів (порушення площинності торцевих поверхонь)
Знос торцевої поверхні отвору під підшипник	Фретинг-кородування	Мікропереміщення внутрішніх обойм підшипника відносно шийки вала	Утворення і руйнування окислювальних плівок в зоні контакту поверхонь	Зміна діаметру посадочних місць під підшипники
Тріщини	Втомлюючий знос	Прикладання знокоперемінних навантажень внаслідок зносу підшипників та дисбалансу ротора	Утворення мікротріщин та їх зростання до макророзмірів	Порушення цілісності поверхонь

1	2	3	4	5
Знос або зрив різьби	Деформування та руйнування при розбирально-складальних роботах	Недотримання вимог технології ремонту при проведенні розбирально-складальних робіт		Порушення цілісності і суцільності різьби
Здам лап	Аварійний	Недотримання вимог технології ремонту, монтажу та демонтажу вакуумних насосів		Порушення цілісності

В результаті проведених досліджень встановлено, що знос торцевих поверхонь кришок, які надходять у ремонт змінюється в межах від 0,04 мм до 1,38 мм. При цьому середнє значення зносу становить 0,33 мм, а середньо-квадратичне – 0,32 мм. Коефіцієнт варіації по названому параметру становить 0,97. Це дає підставу твердити, що знос торцевих поверхонь кришок підлягає теоретичному закону розподілу Вейбула.

Проведено розрахунок параметрів a і b теоретичного закону розподілу Вейбула [8]:

$$a = 1,11(x_{cp} - t_{3M}) = 1,11(0,33 - 0,16) = 0,18 \text{ мм};$$

$$b = \frac{1}{\sqrt[1,05]{0,97^{1,05}}} = 0,97 \text{ мм}.$$

НУБІП України

Таблиця 2.3

Знос торцевих поверхонь кришок.

Найменування параметра	Позначення	Величина
Середнє значення зносу, мм	\bar{x}	0,33
Середньоквадратичне відхилення, мм	σ	0,32
Коефіцієнт варіації	v	0,97
Теоретичний закон розподілу	ГЗР	ЗРВ

НУБІП України

Таблиця 2.4

Знос посадочних місць кришки під підшипник.

Найменування параметра	Позначення	Величина
Середнє значення зносу, мм	\bar{x}	0,24
Середньоквадратичне відхилення, мм	σ	0,067
Коефіцієнт варіації	v	0,28
Теоретичний закон розподілу	ГЗР	ЗНР

НУБІП України

Рівняння розподілу буде мати вигляд:

$$f(t) = \frac{6}{a} \left(\frac{t}{a}\right)^{6-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{a}\right)^6\right]; \quad (2.1.)$$

Підставляючи значення a і в отримаємо

$$f(t) = \frac{0,97}{0,18} \left(\frac{t}{0,18}\right)^{0,97-1} \exp\left[-\left(\frac{t}{0,18}\right)^{0,97}\right]; \quad (2.2.)$$

Після відповідних перетворень отримаємо:

$$f(t) = 5,39 \left(\frac{0,18}{t}\right)^{0,03} \exp\left[-\left(\frac{t}{0,18}\right)^{0,97}\right]. \quad (2.4.)$$

Дослідження показали, що торцеві поверхні кришок зношуються, в основному, внаслідок тертя з торцевими поверхнями ротора. В місцях, де поверхня кришки контактує з пластинами (де вони під дією відцентрових сил виходять з пазів ротора) величина зносу у 5...8 разів менша ніж в місцях контакту з ротором.

Величина зносу посадочних місць під підшипник становить 0,02...0,40 мм. При цьому середнє значення зносу становить 0,24мм, середньоквадратичне відхилення становить 0,067 мм, а коефіцієнт варіації 0,28. Знос посадочних місць під підшипник розподіляється згідно ЗНР.

Рівняння ЗНР має вигляд:

НУБІП України

$$f(t) = \frac{1}{G\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(-\frac{(t-t_0)^2}{2G^2}\right) \quad (2.4)$$

НУБІП України

Результати досліджень зносів робочих поверхонь кришок використовуються для розробки перспективних технологічних процесів ремонту кришок.

2.3.4. Обґрунтування граничних і допустимих зносів робочих поверхонь кришок.

НУБІП України

Розрахунок граничних та допустимих при ремонті зносів, розмірів, зазорів у з'єднанні поверхня посадочного місця під підшипник - зовнішня обойма підшипника ведемо у наступній послідовності.

НУБІП України

$$d = 72_{-0,013}^{+0,013}$$
$$D = 72_{+0,010}^{+0,040}$$

НУБІП України

$$E_s = 0,040$$
$$E_l = 0,010$$
$$e_s = 0$$
$$e_l = 0,013$$

$$D_{\min} = 72,010$$
$$D_{\max} = 72,040$$
$$d_{\min} = 71,978$$
$$d_{\max} = 72,000$$

НУБІП України

Номинальні зазори і натяги у з'єднанні:

$$N_{\max} = 72,010 - 72,000 = 0,010$$

$$S_{\max} = 72,040 - 71,978 = 0,053$$

НУБІП України

Допуск на розміри гнізда і обойми підшипника:

НУБІП України

$$T_p = 0,040 - 0,010 = 0,030$$
$$T_d = 0,013 - 0 = 0,013$$
$$T_{sk} = 0,013 + 0,030 = 0,043$$

Граничні та допустимі зноси:

НУБІП України

$$I_{s\text{ гр}} = 60 + 0,1D + 2,4 T_{sk} = 60 + 7,2 + 2,4 \cdot 43 = 0,170 \text{ мм}$$
$$I_{s\text{ доп}} = 10 + 0,1D + 1,5 T_{sk} = 10 + 7,2 + 1,5 \cdot 43 = 0,087 \text{ мм}$$

НУБІП України

Результати теоретичних досліджень граничних і припустимих зносів поверхонь кришки наведені в таблиці 2.5.

НУБІП України

На основі розрахунків встановлено, що допустима і гранична величина зносу кришок у з'єднанні з ротором і лопатками становить відповідно 0,285мм і 0,545мм. При цьому граничний і припустимий знос кришок становить 0,273мм і 0,143мм, а ротора відповідно 0,273мм і 0,143мм. Величина припустимого і граничного зазору у з'єднанні повинна становити 0,443мм і 0,706мм.

НУБІП України

Величина припустимого і граничного зносу посадочних місць під підшипники становить 0,082мм і 0,176мм відповідно. При цьому величина допустимого зносу кришки повинна становити 0,057мм, а граничного – 0,119мм.

НУБІП України

Допустимий та граничний знос зовнішньої обойми шарикопідшипника 306 повинні становити відповідно 0,025мм та 0,051мм.

НУБІП України

Обґрунтовано допустимі та граничні при ремонті розміри отворів під підшипник, які становлять відповідно 72,067мм та 72,129мм. Відповідні розміри зовнішньої обойми підшипника становлять 72,975мм та 72,949мм.

НУБІП України

Таблиця 2.5.

Розрахунок граничних та допустимих при ремонті зносів, розмірів, натягів і зазорів у з'єднанні

№ з'єднання	Найменування і позначення деталі	Найменування і розмір робочих поверхонь з полем допуску, мм	Посадка за кресленням, натяг (-), зазор (+)	Допуск, мм		Допустимий і граничний знос, мм	Коеф. перерозподілу зносів	Допустимі і граничні		
				розміру	посадки			зноси деталей, мм	розміри деталей, мм	Зазори в з'єднанні, мм
1	Кришка насоса УВБ 02.102	Поверхня посадочного місця під підшипник $D=72^{+0,040}_{+0,010}$	+0,010	0,030	0,043	$\frac{0,082}{0,176}$	1	$\frac{0,057}{0,119}$	$\frac{72,067}{72,129}$	$\frac{0,09}{0,18}$
	Підшипник 306	Обойма підшипника $D=72_{-0,013}$	+0,053	0,013				$\frac{0,025}{0,051}$	$\frac{71,975}{71,949}$	
2	Кришка насоса УВБ 02.102	Розмір між кришками $D=215^{-0,046}$	+ 0,10	0,046	0,106	$\frac{0,285}{0,545}$	1	$\frac{0,143}{0,273}$	$\frac{215,140}{215,273}$	$\frac{0,443}{0,706}$
	Ротор насоса УВБ 01.010	Торцеві поверхні ротора $D=215^{-0,10}_{-0,16}$	+0,21	0,06				$\frac{0,143}{0,273}$	$\frac{214,647}{214,868}$	

Величина допустимого та граничного зазору в з'єднанні становить відповідно 0,09мм та 0,18мм.

Результати досліджень передбачається використати для уточнення карт дефектації кришок та розробки таблиць монтажних спряжень у з'єднанні кришка-шарикопідшипник.

2.4. Підсумки розділу.

Провівши розрахунок допустимих при ремонті та граничних зносів поверхонь кришок вакуумних насосів, дослідження зносів та причин їх виникнення можна зробити такі висновки:

- кришки насосів, що надходять у ремонт переважно мають зношену торцеву поверхню, знос посадочних місць під підшипники, тріщини різноманітних розмірів, спрацьовану чи частіше пошкоджену різьбу та облупи кріпильних лап. При ремонті фактично всі торцеві поверхні кришки та посадочні місця під підшипник необхідно відновлювати;

- домінуючим видом спрацювання є корозійно-механічний знос. Посадочні місця під підшипники піддаються фретинг-кородуванню;

величина зносу торцевих поверхонь кришок, що надходять у ремонт, коливається у межах 0,04...1,38мм, а посадочних місць під підшипники

- у межах 0,08...0,04мм. Середнє значення їх зносу відповідно становить 0,33мм та 0,24мм. Результати досліджень використовуються при розробці

технологічних процесів ремонту;

- обгрунтовано граничні та припустимі зноси посадочних місць під підшипник та торцевих поверхонь кришки. Результати досліджень використовуються при уточненні карт дефектування кришок.

3. ПРОЕКТУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ КРИШОК ВАКУУМНОГО НАСОСА.

3.1. Конструкторська ремонтна підготовка.

3.1.1. Технічні вимоги на ремонт кришок.

Всесоюзним науково-дослідним технологічним інститутом монтажу, експлуатації і ремонту машин та обладнання тваринницьких ферм розроблено технологічний процес ремонту прастинчато-роторних вакуумних насосів, що використовуються у сільськогосподарському виробництві як джерело вакууму для доїльних установок. [25].

Карти дефектації наведено в таблиці 3.1.

В існуючих технічних вимогах на капітальний ремонт, зокрема на дефектацію, допускається, без необхідності ремонту, спрацювання торцевої поверхні кришки більше 0,20мм. Згідно теоретичних досліджень і проведених у дипломній роботі розрахунків спрацювання торцевої поверхні не повинно перебільшувати 0,14мм. Допустима величина діаметра поверхні під підшипник у кришках повинна становити не більше 72,06мм. Згідно проведених досліджень допустимий без ремонту розмір не повинен перевищувати 72,07мм.

З врахуванням розрахункових даних до технічних вимог на дефектування кришок насосів вносяться виправлення та доповнення (таблиця 3.1.)

Таблиця 3-1.

Карта дефектації кришок вакуумного насоса/УВБ 02.01

НУБІП УКРАЇНИ

Назва дефекту	Розміри		Контрольно-вимірювальні прилади чи способи виявлення дефекту	Висновок
	За кресленням	Допустимі без ремонту		
Тріщини, що виходять на посадочні місця	-	-	Зовнішній огляд	Бракувати
Тріщини, що не виходять на посадочні місця	-	-	Зовнішній огляд	Ремонтувати
Спрацювання торцевої поверхні кришки	0,05	Менше $0,20$ $0,14^*$	Нитангенліби-номір ШГО-160 ГОСТ162-80	Ремонтувати
Знос поверхні під підшипник	$72^{+0,042}_{-0,012}$	Більше $72,06$ $72,07^*$	Нутромір індикаторний 50-100 ГОСТ 868-82	Ремонтувати
Знос чи зрив різьби в отворах кріплення кришки	M6-7H	M6-7H	Пробка 8221-3030 7H ГОСТ17758-82	Ремонтувати
Обломи лап однієї			Огляд	Бракувати
Обломи лап більше однієї			Огляд	Ремонтувати

* значення згідно теоретичних розрахунків.

НУБІП УКРАЇНИ

3.1.2. Таблиці монтажних спряжень.

В існуючій технічній документації на ремонт вакуумних насосів таблиці монтажних спряжень не розробляються. Розроблені в процесі досліджень таблиці монтажних спряжень наводяться в таблиці 3.2.

Як видно з наведених даних допустимий при ремонті зазор в спряженні корпус кришки-зовнішня обойма підшипника повинен не перевищувати 0,09мм. Його гранична величина має становити не більше 0,18мм. Для нових деталей зазор між посадочним місцем кришки під підшипник та зовнішньою поверхнею обойми підшипника згідно креслення має бути в межах 0,01...0,05мм.

Величина допустимого при ремонті зазору між кришками і торцевими поверхнями ротора повинна становити не більше 0,44мм. Величина граничного зазору між цими поверхнями має бути не більшою 0,71 мм. Для нових деталей зазор між кришками і ротором згідно креслень має бути в межах 0,10...0,21мм.

Розроблені таблиці монтажних спряжень рекомендується використовувати при ремонті вакуумних насосів.

3.1.3. Ремонтний кресленик кришки насоса.

Ремонтний кресленик кришки насоса УВБ 02.01., уточнений за результатами досліджень, наведено на листі графічної частини. Основні пошкодження кришок насосів, що надходять у ремонт, наведено у таблиці 3.3.

В таблиці наводяться коефіцієнти повторюваності дефектів кришок насосів, які встановлено при дослідженні ремонтного фонду кришок, що надходять у ремонт в зоні обслуговування Кагарлицького спеціалізованого ремонтного підприємства по ремонту вакуумних насосів.

НУБІП України

Таблиця 3.2.

Таблиця монтажних спряжень.

Спряжені деталі	Розмір за кресленням, мм	Натяг (-), зазор (+), мм			
		Допустимий без ремонту	Граничний		
Найменування	Позначення	За кресленням	Допустимий без ремонту	Граничний	
Корпус кришки насоса УВБ 01.02.	УВБ 01.102.	72 ^{+0,042} _{-0,012}	$\frac{+0,01}{+0,05}$	+0,09	+0,18
Шарикопідшипник	302	72 ^{-0,015}			
Кришка (монтажний розмір між кришками насоса)	УВБ 02.102.	215 ^{+0,046}	$\frac{0,10}{0,21}$	+0,44	+0,71
Ротор вакуумного насоса	УВБ 01.010.	215 ^{+0,01} _{-0,16}			

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 3.3.

Пошкодження кришок насосів, що надходять у ремонт.

Коефіцієнт повторності
дефекту

Найменування дефекту	Від загальної кількості деталей, що надійшли у ремонт	Від загальної кількості ремонтно- придатних деталей	Спосіб усунення дефекту
Тріщини, що не виходять на посадочні поверхні отворів	0,08 0,10	0,15 0,15	Заварити дротом ПАНЧ 11 ТУ48-21-593-85
Знос торцевої поверхні більше 0,2мм	0,27 0,95	0,50 0,90	Шліфувати до виведення зносу
Знос поверхні під підшипник до діаметра більше 72,04мм	0,14 0,90	0,20 0,90	Розточити. Виготовити втулку. Запресувати втулку. Розточити.
Пошкодження Різьби М6-7Н	0,05 0,10	0,10 0,15	Ветановити різьбові вставки Фрезерувати.
Злам кріпильних лап	0,09 0,10	0,15 0,15	Приварити лапу дротом ПАНЧ-11 ТУ48-21-593-85

У знаменнику наводяться коефіцієнти повторності дефектів, отримані в процесі теоретичних та експериментальних досліджень.

У технологічному процесі ремонту кришок передбачається з однієї установки здійснювати обробку привалочної (торцевої) поверхні кришки та отвору кришки під підшипник.

3.2. Технологічна підготовка ремонтного виробництва.

3.2.1. Технологічний процес ремонту деталі.

3.2.1.1. Загальні питання.

В дипломному проекті розроблено технологічний процес ремонту відновлення кришки пластинчато-роторного вакуумного насоса УВБ 02.01. технологічний процес розроблено згідно вимог ГОСТ 14.301 – 73 [4]. До технологічного процесу включено наступні документи:

- карта ескізів (ремонтне креслення кришки (лист графічної частини));
- маршрутна карта;
- операційна карта механічного обробітку кришки.

3.2.1.2. Маршрутна карта ремонту кришки.

Вибір заготовки.

Заготовками служать пошкоджені кришки вакуумних насосів, що надходять на ремонтне підприємство у ремонт.

Вибір технологічних баз.

В якості технологічної бази при ремонті кришок вибирається непошкоджена частина кришки під підшипник.

Визначення послідовності і змісту технологічних операцій.

Дане питання вирішується згідно технологічного маршруту, встановленого у ремонтному кресленні. Приймається наступний технологічний маршрут:

- мити кришки;
- контролювати за видами дефектів:
- розробити тріщини і обломи лап (деф. 1, 5);
- заварити тріщини, приварити лапу (деф. 1, 5);
- обробити зварювальні шви (деф. 1, 5);
- розробити отвори під різьбу, встановити спіральні вставки (деф. 4);
- розточити поверхню під ремонтну втулку (деф. 3);
- запресувати втулку (деф. 3);
- точити отвір під підшипник, точити торцеву поверхню кришки (деф. 2, 3);
- контролювати.

Вибір засобів технологічного оснащення.

Для очищення кришок використовуємо мийну машину ОМ-12139. Для розробки тріщин застосовуємо машину електрично-свердлильну ІЗ-102А і машину електрошліфувальну ІЗ-2007. Розточування посадочного місця під ремонтну втулку здійснюється на токарно-гвинторізному верстаті 1к62 з використанням спеціального технологічного оснащення. Втулка в розточений отвір запресовується при допомозі гідравлічного преса ОКС-1671М. Свердління різьбових отворів під установку різьбових вставок здійснюється на вертикально-свердлильному верстаті 2Н135.

Одночасна обробка втулки і торцевої поверхні кришки здійснюється на токарно-гвинторізному верстаті 1к62 з застосуванням спеціальної оправки. Для контролю якості відновлення робочих поверхонь використовується індикаторний нутромір 50-100 ГОСТ868-82 та штангенглибиномір ШТО-160 ГОСТ 162-80.

Призначення режимів обробітку, нормування процесів здійснюється згідно виконаних розрахунків.

Оформлення робочої документації здійснювати згідно методики Держ ИДТІ [4, 18].

Маршрутна карта на ремонт кришок вакуумних насосів наводиться у пояснювальній записці проекту.

Маршрутний процес ремонту кришок включає в себе такі операції:

- мийна;
- контрольно-сортувальна;
- слюсарна;
- зварювальна;
- слюсарна;
- слюсарна;
- токарна;
- слюсарна;
- токарна;
- контрольна.

Мийна операція виконується слюсарем третього розряду, загальна трудомісткість становить 5,7 хв. Контрольно-сортувальна операція виконується слюсарем четвертого розряду. Тривалість операції 1,21 хв. Слюсарна операція виконується слюсарем третього розряду за 7,04 хв. Зварювання проводить

працівник третього розряду. Час виконання операції 8,5 хв. Слюсарна операція виконується слюсарем другого та третього розряду відповідно за 2,09 хв. та 7,7 хв. токарна операція виконується токарем не нижче четвертого розряду. Час виконання токарної операції 21,36 хв. Слюсарна операція виконується слюсарем третього розряду за 4 хв. На токарну операцію токар четвертого розряду витрачає 9,6 хв. Контрольну операцію здійснює слюсар четвертого розряду на протязі 1,21 хв. Перелік операцій наведено згідно маршрутного процесу.

3.2.1.3. Операційна карта.

Операційна карта на механічний обробіток передбачає обробіток посадочного місця під підшипник та торцевої поверхні кришки з однієї установки. Обробіток кришок здійснюється на токарно-гвинторізному верстаті з використанням цехової оправки. Ця робота виконується токарем четвертого розряду. Основний час виконання операції становить 3,13 хв., допоміжний – 1,13 хв. Розроблену технологічну документацію об'єднуємо в розроблений технологічний процес ремонту кришки пластинчато-роторного вакуумного насоса, який наводимо в пояснювальній записці дипломного проекту.

З А Т В Е Р Д Ж У Ю
Головний технолог

підпис, прізвище
2033 р.

НУБІП України

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

НУБІП України

Позначення
УВБ 02.102.
Виріб
УВБ 02.102.

НУБІП України

Позначення технологічного документу
01.102.00001-5P

НУБІП України

Розробив:
Студент
Перевірив:
Доц.

Ішук О.В.
Ружило З.В.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3.3. Організаційна підготовка виробництва.

3.3.1. Проект дільниці по ремонту кришок вакуумних насосів.

3.3.1.1. Загальна методика проектування спеціалізованої дільниці для ремонту кришок вакуумних насосів.

Розробку дільниці для ремонту кришок вакуумних насосів ведемо у такій послідовності:

- визначаємо річну виробничу програму ремонту кришок;
- обґрунтовуємо основні положення по організації виробничого процесу ремонту кришок;
- розраховуємо чисельність працюючих, необхідну кількість ремонтно-технологічного оснащення та виробничу площу дільниці.

Виробничу програму ремонту кришок насосів визначаємо за методикою професора В.С.Крамарова [5]. За оптимальну приймаємо програму ремонту насосів (кришок), при якій ремонтно-технологічне обладнання завантажене на 0,7...0,75 від доилиці. Річна програма визначається у натуральному обчисленні (штук) та річній трудомісткості (людиногодин).

При обґрунтуванні основних положень по організації виробничого процесу ремонту кришок визначаємо:

- фонд робочого часу дільниці;
- фонд робочого часу робітників;
- фонд робочого часу технологічного обладнання.

Встановлюємо кількість робчих змін.

Розрахунок чисельності працюючих, необхідної кількості ремонтно-технологічного обладнання та виробничих площ проводимо за загальновідомими методиками [17, 26].

3.3.1.2. Річна програма і тип виробництва.

Згідно досліджень, проведених на кафедрі НІРМ оптимальна програма ремонтного виробництва становить 5000 штук насосів, а відповідно 10000 штук кришок.

Згідно розрахованої програми тип ремонтного виробництва – дрібно-серійне виробництво.

3.3.1.3. Трудомісткість ремонтних операцій.

Дані про трудомісткість ремонту кришок насосів наведено в таблиці 3.4. Встановлено, що сумарна трудомісткість ремонтних робіт по відновленню кришок насосів у розрахунку на річну програму 10000 штук становить близько 11400 людино-годин. В тому числі:

950 люд.год. – мийні;

202 люд.год. – контрольно-сортувальні;

3471 люд.год. – слюсарні;

1416 люд.год – зварювальні;

5160 люд.год. – токарні;

201 люд.год. – контрольні.

Таблиця 3.4.

НУБІП України

Трудомісткість ремонту кришок вакуумного насоса.

Найменування операції	Трудомісткість у розрахунку	
	На ремонт однієї кришки, хв	На річну програму (10000 шт.), хв.
Мийна	5,7	57000
Контрольно-сортувальна	1,21	12100
Слюсарна	7,04	70400
Зварювальна	8,5	85000
Слюсарна	2,09	20900
Слюсарна	7,7	77000
Токарна	21,36	213600
Слюсарна	4	40000
Токарна	9,6	96000
Контрольна	1,21	12100
РАЗОМ	68,41	684100 = 11400 люд. год.

3.3.1.4. Організаційний режим роботи дільниці по ремонту кришок.

Режим роботи і фонди часу дільниці по ремонту кришок наведено в таблиці 3.5. Як видно з наведених даних дільниця працює в одну зміну. Номінальний фонд часу роботи дільниці становить 2070 год., а дійсний фонд часу – 2010 год.

Номінальний фонд часу роботи працівників становить 2070 год., а дійсний – 1840 год.

Такт ремонтного виробництва розраховуємо за формулою

НУБІП України (3.1.)

де, $\Phi_{н.д.}$ – номінальний фонд часу роботи дільниці;

P – річна програма ремонту.

НУБІП України

3.3.1.5. Розрахунок необхідної кількості працюючих.

Необхідну кількість працівників визначимо розрахунковим методом. Розраховуємо списочну і явочну кількість працівників.

Списочний склад працівників використовуємо для розрахунку загального складу працюючих на підприємстві. Його розраховуємо за величиною дійсного фонду часу.

НУБІП України

Таблиця 3.5.

Режим роботи підприємства і фонди часу.

Найменування показника	Умовне позначення	значення
Кількість змін	n	1
Фонд робочого часу:		
Дільниці (номінальний), год.	$\Phi_{н.д.}$	2070
Обладнання (номінальний), год.	$\Phi_{н.о.}$	2010
Робітників (номінальний), год.	$\Phi_{н.}$	2070
Робітників (дійсний), год.	$\Phi_{д.}$	1840
Такт виробництва	τ	0,21

$P_{\text{оп}} = T_p / \Phi_n$ (3.2.)

де, T_p – річний обсяг робіт у розрізі операцій.

Явочний склад робітників визначаємо за номінальним фондом часу роботи працівників:

$P_{\text{яв}} = T_p / \Phi_n$ (3.3.)

За явочним складом виробничих працівників часто підраховуємо число робочих місяць на дільниці.

Результати розрахунків зведено в таблиці 3.6. та таблиці 3.7.

В результаті розрахунків встановлено, що для ремонту кришок потрібно 7 працівників, в тому числі:

- зварювальні роботи – 1 чоловік;
- слюсарні роботи – 2 чоловіки;
- токарні роботи – 3 чоловіки.

Серед них 4 працівники мають кваліфікацію четвертого розряду, 2 – третього, 1 робітник другого розряду.

3.3.1.6. Вибір технологічного обладнання.

Як свідчать розрахунки, для ремонту кришок потрібна одна мийна машина ОМ-

12139, одна шафа дефектувальника, одна машина електросвердлильна ІЕ-1022А,

перетворювач струму ПСО-500, три токарно-гвинторізні верстати 1к62,

вертикально-свердлильний верстат 2Н135 і прес гідравлічний ОКС-1671М.

Результати розрахунків зведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.6.

НУБІП України

Необхідна кількість працівників на дільниці ремонту кришок

Найменування робіт	Річна трудо- місткість, люод. год.	Ф _{дз} год.	Ф _{ис} год.	Кількість працівників		Приняте число праців- ників
				Сни- сочна	Явоч- на	
Мийні	950	1840	2070	0,5	0,5	1
Контрольно- сортувальні	403	1840	2070	0,2	0,2	
Слюсарні	3472	1840	2070	1,9	1,7	2
Зварювальні	1417	1840	2070	0,8	0,7	1
Токарні	5160	1840	2070	2,8	2,5	3

Таблиця 3.7.

НУБІП України

Кваліфікація ремонтних робітників.

Найменування професії	Розряд				
	1	2	3	4	5
Дефектувальник				1	
Слюсар		1	1		
Зварювальник			1		
Токар					3
РАЗОМ		1	2	4	

НУБІП України

Таблиця 3.8.

НУБІП України

Необхідна кількість технологічного обладнання на дільниці по ремонту кришок вакуумних насосів.

Назва технологічного обладнання	Тр. люд.год.	Ф.п.о. год.	Кількість обладнання	
			Розрахункова	Прийнята
Мийна машина ОМ-12139	950	2010	0,5	1*
Шафа дефектувальника	403	2010	0,2	1*
Машина електросвердлильна ИЭ-1022А	1173	2010	0,6	1*
Прес гідравлічний ОКС-1671М	4016	2010	0,5	1*
Вертикально-свердильний верстат 2Н135	1283	2010	0,6	1*
Перетворювач струму ПСО-500	1417	2010	0,7	1*
Токарно-гвинторізний верстат 1к62	5160	2010	2,6	3*

* - використання обладнання планується для подібних операцій по інших деталях.

НУБІП України

3.3.1.7. Розрахунок виробничих площ.

Площу дільниці визначаємо різноманітними способами:

- за числом робочих місць

$F_{ц} = Fm$ (3.4.)

де, F – питома площа на одне робоче місце, м² [11];

m – число робочих місць.

- за числом виробничих працівників

$F_{ц} = \sum P_c F_p$ (3.5.)

де, P_c – списочна кількість виробничих працівників;

F_p – питома площа на одного виробничого працівника, м² [11].

- за площею, зайнятою технологічним обладнанням та ремфондом з врахуванням перехідного коефіцієнта

$F_{ц} = \sum F_0 / k$ (3.6.)

де, F_0 – площа, яку займають обладнання та ремфонд;

k – перехідний коефіцієнт.

Розраховуємо виробничу площу за числом робочих місць:

$F_{ц} = 1 \cdot 25 + 2 \cdot 15 + 1 \cdot 10 + 3 \cdot 10 = 105 \text{ м}^2$.

Перевіримо розрахунок, провівши визначення виробничої площі за площею, що займає обладнання з врахуванням перехідного коефіцієнта. Отримали

$$F_{ц} = 135 \text{ м}^2.$$

Приймаємо середнє значення розрахованої площі

$$F_{ц} = 120 \text{ м}^2.$$

3.3.1.8. Технологічне планування дільниці.

Технологічне планування дільниці наведено на листі графічної частини.

Планування дільниці розроблено з врахуванням поточності ремонтного виробництва.

Технологічний процес починається з миття деталей. Далі дефектування, елюсарні та зварювальні роботи, токарні та контроль якості проведених робіт.

Розміщення дільниці на загальному плані майстерні наведено на листі графічної частини одного з дипломних проектів колег по комплексному диплому.

Площа дільниці становить $F_{ц} = 120 \text{ м}^2$.
На дільницю розміщено все технологічне обладнання згідно розрахунків, проведених у попередніх підрозділах.

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 3.9. Відомість оснащення дільниці по ремонту кришок насосів

Позиція	Найменування	Марка	Кількість
1	Станок хонінгувальний	8Г833	1
2	Станок розточувальний	2А78	1
3	Стелаж для деталей	ОРГ-1468-05-770	1
4	Шкаф для інструменту	ОРГ-5126	1
5	Станок кругло-шліфувальний	ЗБ12	1
6	Контейнер для вибрактованих деталей	Цеховий	1
7	Стенд для розбирання	8731-00.00.000	1
8	Стенд для розбирання	8731-00.00.000	1
9	Верстак	ОРГ-15364	1
10	Трансформатор зварювальний	ТС-500 ГОСТ 95-77	1
11	Кран підвісний	ГОСТ 7890-73	1
12	Станок наплавлювальний	У-653	1
13	Випрямлювач	ВАК Г-12/3-600	1
14	Верстак слюсарний	ОРГ-5365	1
15	Станок свердлильний	2Н135	1
16	Станок токарно-гвинторізний	1Н63	1
17	Станок свердлильний	2Н135	1
18	Верстак	Цеховий	1
19	Верстак	ОРГ-1468	1
20	Верстак	ОРГ-1468	1
21	Станок токарно-гвинторізний	1К62	1
22	Шкаф інструментальний	ОРГ-1603	1
23	Шкаф інструментальний	ОРГ-1603	1
24	Станок токарно-гвинторізний	1К62	1
25	Стелаж для зберігання насосів	ОРГ-1468-05-770	1
26	Стелаж для зберігання насосів	ОРГ-1468-05-770	1
27	Стелаж для зберігання насосів	ОРГ-1468-05-770	1

4. ОХОРОНА ПРАЦІ.

4.1. Загальні положення.

Заходи з охорони праці, техніки безпеки та виробничої санітарії на дільниці по відновленню кришок пластинчато-ротних вакуумних насосів, що передбачені в дипломному проєкті, базуються на основі чинних законів та державних стандартів. У відповідності до загальних вимог щодо виробничих об'єктів на дільниці повинні виконуватись такі правила по охороні праці:

- робота на дільниці по відновленню кришок відповідає четвертому розряду зорової роботи (середня тонкість), що потребує достатньої освітленості робочих місць. Тому у виробничому приміщенні рекомендовано мати загальне та місцеве освітлення. Загальне освітлення має бути 200 лк [20];
- наявність шліфувальних робіт збільшує вміст у повітрі шкідливих газів, продуктів згорання. Враховуючи це на дільниці необхідно встановити припливно-витяжну вентиляційну систему очищення повітря від пилу та шкідливих газів;
- припливно-витяжна вентиляційна система повинна крім очищення повітря забезпечувати на дільниці також постійну температуру повітря та підтримувати необхідну вологість;
- верстати та обладнання дільниці повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003 – 74 та ГОСТ 12.2.009 – 80;
- при виконанні окремих операцій, зокрема миття деталей, працівник повинен мати індивідуальні засоби захисту (гумові чоботи, брезентовий фартух, рукавиці, захисні окуляри, тощо).

До роботи повинні допускатись лише особи, які пройшли навчання та інструктаж з техніки безпеки та оволоділи практичними навиками безпечного виконання робіт.

4.2. Розрахунки засобів охорони праці на дільниці по ремонту кришок вакуумних насосів.

4.2.1. Розрахунок повітрообміну.

Дільниця по ремонту кришок вакуумних насосів займає виробничу площу, що складає 120 м². Висота приміщення майстерні 6 м. Загальний об'єм дільниці визначаємо за формулою:

$$V = S h \quad (4.1)$$

де, V – загальний об'єм дільниці, м³.

$$V = 120 \cdot 6 = 720 \text{ м}^3.$$

На одного працівника припадає об'єм повітря, що розраховується за формулою:

$$V_{\text{пр}} = V / N \quad (4.2.)$$

де, N – кількість працівників на дільниці, чол.

$$V_{\text{пр}} = 720 / 7 = 103 \text{ м}^3 / \text{чол.},$$

що цілком відповідає існуючим нормативам.

На дільниці використовується шліфувальна машина ІЗ – 2007, яка є основним джерелом пилу. Тому на дільниці над шліфувальною машиною необхідне спорудження місцевої вентиляційної системи.

Площа робочого місця S_p 10 м². Об'єм повітря відповідно буде 72 м³.

Кількість повітря, яке необхідно для видалення з робочого місця пилу, розраховуємо за формулою [21]:

$$L_p = 10^3 A D \quad (4.3.)$$

де, L_p – кількість повітря, що необхідна для видалення пилу з робочого місця, м³ / год;

A – коефіцієнт пропорційності, $A = 2$;

D – діаметр шліфувального круга, $d = 0,2$ м.

Підставляючи значення складових у рівняння (5.3.), отримаємо:

$$L_p = 10^3 \cdot 2 \cdot 0,2 = 400 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

Знаючи кількість повітря, необхідну для видалення з робочого місця пилу, визначаємо потужність електродвигуна приводу вентилятора

$$N = \frac{k L_p}{3600 \cdot 1000 \cdot \eta_B \cdot \eta_n} \quad (4.4.)$$

де, L – подача вентилятора ($L = L_p$);

p – тиск, що створюється вентилятором, ($p = 4800$ Па);

k – коефіцієнт запасу ($k = 1,05 \dots 1,5$);

η_B – коефіцієнт корисної дії вентилятора, ($\eta_B = 0,5 \dots 0,55$);

η_n – коефіцієнт корисної дії приводу вентилятора ($\eta_n = 0,9 \dots 1,0$).

$$N = \frac{1,5 \cdot 400 \cdot 4800}{3600 \cdot 1000 \cdot 0,5 \cdot 0,9} = 2 \text{ кВт.}$$

5.2.2. Розрахунок освітлення.

Розрахунок штучного освітлення проводимо за формулою:

$$D = \frac{k \cdot E \cdot S}{\eta \cdot z} \quad (4.5.)$$

де, D – сумарний світловий потік, що необхідний для досягнення нормативної освітленості по всій площі ділянки, Лк;

k – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості при запыленні і старінні світильника. Для газорозрядних ламп

$$k = 1,5 \dots 2 \text{ [22];}$$

S – площа приміщення, $S = 120 \text{ м}^2$;

η – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, $\eta = 0,4 \dots 0,6$;

E – нормативне освітлення, $E = 200 \text{ Лк}$;

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $z = 0,8 \dots 0,9$.

$$D = \frac{2 \cdot 200 \cdot 120}{0,6 \cdot 0,9} = 88888 \text{ Лк.}$$

Необхідну кількість освітлювальних ламп визначаємо з нормативного світлового потоку однієї лампи:

$$n = D / f \quad (4.6.)$$

де, n – кількість ламп, шт;

f – світловий потік для однієї лампи, Лк.

Для ламп ОД $f = 3050 \text{ Лк}$.

$$n = 88888 / 3050 = 30 \text{ шт.}$$

Природне освітлення дільниці розраховуємо за формулою:

$$F = \frac{e \cdot S \cdot j \cdot k}{100 \cdot T \cdot \eta} \quad (4.7.)$$

де, e – коефіцієнт природного освітлення, $e = 1,2$;

S – площа підлоги, $S = 120 \text{ м}^2$;

j – коефіцієнт, що враховує світлову характеристику приміщення,

$$j = 7;$$

k – коефіцієнт, що враховує затемнення сусідніми будівлями,

$$k = 1,0;$$

T – коефіцієнт світлопропускання вікон, $T = 0,5$;

η – коефіцієнт підсилення освітлення від відбиття його від інших

будівель, $\eta = 1,0$.

$$F = \frac{1,2 \cdot 120 \cdot 7 \cdot 1}{100 \cdot 0,5 \cdot 1} = 20,16 \text{ м}^2.$$

Кількість вікон визначаємо:

$$n = F / f \quad (4.8.)$$

де, f – площа одного вікна, $f = 2,4 \text{ м}^2$.

$$n = 20,16 / 2,4 = 9 \text{ шт.}$$

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ.

Економічна доцільність впровадження у виробництво технологічних процесів характеризується абсолютними та питомими показниками. До абсолютних показників відносяться:

- річна програма;
- собівартість продукції;
- загальна площа майстерні чи дільниці;
- вартість основних фондів.

До питомих техніко-економічних показників відносяться:

- заробіток на одного працюючого;
- випуск продукції на одну гривну основних капіталовкладень;
- випуск продукції на один квадратний метр виробничої площі.

Крім цього визначаємо такі техніко-економічні показники як очікуваний річний економічний ефект і окупність додаткових капіталовкладень. Розрахунки ведемо за загальноприйнятими методиками [11].

5.1. Річна виробнича програма.

Річну виробничу програму визначаємо у натуральному та грошовому обчисленні. Згідно розрахунків, проведених в технологічній частині дипломного проекту, річна виробнича програма ремонту вакуумних насосів становить 500 штук. Враховуючи, що до складу насоса входить дві кришки то виробнича програма ремонту кришок буде становити 1000 штук.

У грошовому обчисленні програму ремонтного підприємства визначаємо за формулою:

$$C_{\text{опт}} = C_{\text{вп}} \cdot N \quad (5.1)$$

де, $C_{\text{опт}}$ – програма ремонтного виробництва, грн.
 $C_{\text{вп}}$ – відпускна вартість відновленої кришки, грн.

З врахуванням відрахувань $C_{\text{вп}} = 84$ грн.;

N – кількість кришок, що підлягають відновленню, шт.

$$C_{\text{опт}} = 84 \cdot 1000 = 84000 \text{ грн.}$$

5.2. Повна собівартість продукції.

Собівартість ремонту кришки насоса визначаємо за формулою:

$$C_B = C_3 + C_M + C_H \quad (5.2.)$$

де, C_3 – заробітна плата ремонтних працівників, грн.;

C_M – вартість матеріалів, грн.;

C_H – накладні витрати ремонтного виробництва, грн.

Структура заробітної плати має вигляд:

$$C_3 = C_{O3} + C_{D3} + C_{B3} \quad (5.3.)$$

де, C_{O3} – основна заробітна плата, грн.;

C_{D3} – додаткова заробітна плата, грн.;

C_{B3} – відрахування на соціальні потреби, грн.

Основну заробітну плату розраховуємо:

$$C_{O3} = C_{год} T_H / 100 \quad (5.4.)$$

де, $C_{год}$ – середня тарифна ставка, грн./ $C_{год} = 4$ грн.

T_H – норма часу на відновлення однієї кришки, год.

Згідно маршрутної карти $T_H = 1,09$ год.

$$C_{O3} = 4 \cdot 1,09 = 4,4 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата визначається за формулою:

$$C_{\text{дз}} = (0,05 \dots 0,08)C_{\text{оз}} \quad (5.5.)$$
$$C_{\text{дз}} = 0,08 \cdot 4,4 = 0,35 \text{ грн.}$$

Нарахування на соціальні потреби знаходимо:

$$C_{\text{вз}} = 0,44(C_{\text{оз}} + C_{\text{дз}}) \quad (5.6.)$$
$$C_{\text{вз}} = 4,4(4,4 + 0,35) = 2,1 \text{ грн.}$$

Підставляючи значення складових у вираз (6.3.) отримаємо значення

заробітної плати ремонтних працівників

$$C_3 = 4,4 + 0,35 + 0,21 = 5 \text{ грн.}$$

Вартість матеріалів знаходимо:

$$C_{\text{м}} = 0,2C_{\text{кр}} \quad (5.7.)$$

де, $C_{\text{кр}}$ – собівартість нової кришки.

$$C_{\text{м}} = 2 \cdot 21,33 = 42 \text{ грн.}$$

Прямі витрати на відновлення кришки будуть становити:

$$P_{\text{в}} = C_3 + C_{\text{м}} = 5 + 42 = 47 \text{ грн.}$$

Накладні витрати складаються з цехових та заводських витрат і визначаються:

НУБІП України

$$H_B = C_3(k_{ц1} + k_3) \quad (5.8.)$$

де, $k_{ц1}$ і k_3 – коефіцієнти для визначення цехових та заводських

накладних витрат.

НУБІП України

$$k_{ц1} = (0,4 \dots 0,6), \quad k_3 = (0,7 \dots 1,0)$$

Отже

$$H_B = 5(0,6 + 1) = 8 \text{ грн.}$$

Вартість відновленої кришки буде становити:

НУБІП України

$$C_B = П_3 + H_B \quad (5.9.)$$

$$C_B = 47 + 08 = 55 \text{ грн.}$$

Сумарна річна собівартість відновлення кришок становить:

НУБІП України

$$\Sigma C_B = C_B N = 55 \cdot 1000 = 55000 \text{ грн.}$$

5.3. Прибуток ремонтного підприємства.

НУБІП України

Прибуток підприємства визначаємо за формулою.

$$C_{пр} = C_{опт} - C_B N \quad (5.10.)$$

$$C_{пр} = 84000 - 55 \cdot 1000 = 29000 \text{ грн.}$$

НУБІП України

5.4. Основні виробничі фонди.

Вартість основних виробничих фондів визначаємо за формулою:

НУБІП України

$$C_{оф} = C_{буд} + C_{обл} + C_{пш} \quad (5.11.)$$

де, $C_{\text{буд}}$ – вартість будівель;
 $C_{\text{обл}}$ – вартість обладнання;
 $C_{\text{пр}}$ – вартість пристосувань і інструменту.

НУБІП України

Вартість будівель становить:

$C_{\text{буд}} = c_6 \cdot S$ (5.12.)

НУБІП України

де, c_6 – вартість одного метра квадратного будівлі, грн.

$$c_6 = 300 \text{ грн. / м}^2.$$

$C_{\text{буд}} = 300 \cdot 120 = 36000 \text{ грн.}$

НУБІП України

Вартість обладнання становить 67% від вартості будівель:

$$C_{\text{обл}} = 0,67 \cdot 36000 = 24120 \text{ грн.}$$

НУБІП України

Вартість інструменту і пристосувань становить 17,5% від вартості будівель:

$C_{\text{пр}} = 0,175 \cdot 36000 = 6300 \text{ грн.}$

НУБІП України

$$C_{\text{оф}} = 36000 + 24120 + 6300 = 66420 \text{ грн.}$$

НУБІП України

5.5. Рентабельність виробництва.

Рентабельність виробництва визначаємо за формулою:

$P_{\text{н}} = (C_{\text{пр}} / C_{\text{оф}}) 100\%$ (5.13.)

НУБІП України

$$P_{\text{н}} = (29000 / 66420) 100\% = 44\%$$

НУБІП України

5.6. Коефіцієнт фондівдачі.

Для визначення коефіцієнта фондівдачі скористаємось формулою:

$$K_{\phi} = C_{\text{опт}}^p / C_{\text{оф}} \quad (5.14.)$$
$$K_{\phi} = 84000 / 66420 = 1,26$$

НУБІП України

5.7. Продуктивність праці на одного працюючого.

Продуктивність праці у розрахунку на одного працюючого визначаємо:

$$B_{\text{пр}} = C_{\text{опт}}^p / k \quad (5.15.)$$
$$B_{\text{пр}} = 84000 / 7 = 12000 \text{ грн.}$$

5.8. Витрати продукції на один квадратний метр площі.

Для визначення випуску продукції на один квадратний метр виробничої площі скористаємось формулою:

$$S_{\text{п}} = C_{\text{опт}}^p / S \quad (5.16.)$$
$$S_{\text{п}} = 84000 / 120 = 700 \text{ грн.}$$

НУБІП України

6.9. Очікуваний річний економічний ефект.

Річний економічний ефект від впровадження технологічного процесу відновлення кришок пластинчато-роторних вакуумних насосів визначаємо за формулою.

$$P_e = C_{пр} - C_{оф} E_H \quad (5.17.)$$
 де, E_H – коефіцієнт ефективності капіталовкладень.

$$E_H = 0,15 \dots 0,20.$$

$$P_e = 29000 - 66420 \cdot 0,15 = 19037 \text{ грн.}$$

5.10. Строк окупності додаткових капіталовкладень.

Строк окупності додаткових капіталовкладень визначаємо як відношення вартості основних виробничих фондів до прибутку підприємства:

$$T = 66420 / 29000 = 2,3 \text{ роки.}$$

Основні техніко-економічні показники зводимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1.

Техніко-економічні показники проекту.

Найменування показника	Значення показника
Річний випуск продукції в натуральному обчисленні, шт.	1000
Річний випуск продукції в оптових цінах, грн.	84000
Собівартість продукції, грн.	55000
Основні фонди	66420
Загальна площа майстерні, м ²	120
Загальна кількість працюючих, чол.	7
Прибуток, грн.	29000

Рентабельність, %	44
Коефіцієнт фондівдачі	1,26
Продуктивність праці у розрахунку на одного працюючого, грн.	12000
Випуск продукції на 1 м ² площі, грн.	700
Річний економічний ефект, грн.	19037
Окупність додаткових капіталовкладень, років	2,3

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ.

НУБІП України

1. Дана конструкторсько-технологічна характеристика кришок вакуумних насосів. Сформульовано задачі роботи.

2. При конструкторсько-технологічній підготовці ремонтного виробництва розроблено карти дефектації та карти монтажних спряжень.

3. Розроблено ремонтний кресленик кришки.

4. Спроектовано маршрутний процес ремонту кришок та операційний процес механічного обробітку поверхонь кришки.

5. Встановлено, що для ефективного ведення ремонтного підприємства програма підприємства має складати 1000 кришок. При цьому на дільниці має працювати 7 працівників. Виробнича площа дільниці має становити 120 м².

На дільниці передбачається використання наступного технологічного обладнання: мийна машина ОМ-12139, стенд дефектувальний, зварювальний трансформатор ПСО-500, вертикально-свердильний верстат 2Н135, прес ОКС-1671М, токарно-гвинторізні верстати 1к62.

6. Обґрунтовано економічну доцільність впровадження проекту у виробництво. Річний економічний ефект при цьому становить 19037 грн, а строк окупності додаткових капіталовкладень 2,3 роки.

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / С.Д. Лехман, В. І. Рубльов, Б. І. Рябцев та інші. - К. : Урожай, 1993.-272 с.

2. Малахов В. С., Ружи́ло З. В. Оцінка пошкоджень деталей вакуумних насосів типу УВБ і РВН // Праці ювілейної наукової конференції викладачів, наукових співробітників та аспірантів, присвяченої 65-річчю факультету МСГ - К. : НАУ. - 1994. - С. 51.

3. Ремонт сільськогосподарської техніки. Довідник. / за ред. О. І.

Сідашенка, О. А. Науменка. - К. : Урожай, 1992. - 304 с.

4. Ружи́ло З. В. Види пошкоджень деталей вакуумних пластинчато-роторних насосів та їх кількісна оцінка // Механізація сільськогосподарського виробництва. - Том III. : К. - НАУ, 1997. - С. 74 -76.

5. Ружи́ло З. В. Дисертація к.т.н. на тему: «Удосконалення технології та технічних засобів ремонту вакуумних насосів додільних установок».

6. Надійність сільськогосподарської техніки/ В.В. Аулін, С.Г.Гранкін, М.І.Черновол, В.Ю.Черкун; За ред. М.І.Черновол. – К.: Урожай, 2010. – 242 с.

7. Сідашенко О.І. Ремонт машин і обладнання: підручник / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло та ін., за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Аграр Медіа Груп, 2018. – 632 с.

8. Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Мельник В. І., Новицький А. В., Ружи́ло З. В. Кваліметрія: навчальний посібник. Київ : Прінтеко, 2022. 201 с.

9. Надійність сільськогосподарської техніки/ С.Г.Гранкін, В.С. Малахов, М.І.Черновол, В.Ю.Черкун; За ред. В.Ю.Черкуна. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.

10. Надійність техніки. Системи технологічні Терміни та визначення. ДСТУ 2470-94. - [Чинний від 01.01.95] – К.: Держспоживстандарт України. 1994.

11. Дзюба Л., Зима Ю., Лютий Є. Основи надійності машин. – Львів, Логос. 2003. 203 с.

12. Ремонт машин /О.І.Сідашенко, О.А.Науменко, А.Я. Поліський та ін.; За ред. О.І.Сідашенка – К.. Урожай, 1994.- 400 с.

13. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1: Навчальний посібник / [Сідашенко О. І., Тіхонов О. В., Скобло Т. С., Мартиненко О. Д., Гончаренко О. О., Сайчук О. В., Аветісян В. К., Автухов А. К., Рибалко І. М., Сиромятніков П. С., Бантковський В. А., Маніло В. Л.] / За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова. Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. 416с.

14. Практикум по ремонту машин / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко.; За ред. О.І. Сідашенка - Харків.: Прапор, 1992. – 380с.

15. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБІНУ, 2017. 221 с.

16. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБІНУ, 2017. 221 с.

17. Надійність сільськогосподарської техніки: Підручник. / М.І. Черновол, В.Ю. Черкун, В.В. Аулін та ін.; За заг. ред. М.І. Червола. Кіровоград: ТОВ «КОД», 2010. 320 с.

18. Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Мельник В. І., Новицький А. В., Ружило З. В. Кваліметрія: навчальний посібник. Київ : Принтеко, 2022. 201 с.

19. Стандартизація та сертифікація обладнання лісового комплексу: Новицький А.В., Дев'ятко О.С., Адамчук О.В., Онищенко В.Б., Ревенко Ю.І., Денисенко М.І., Мельник В.І. навчальний посібник. Київ: НУБІП, 300 с.

20. Технічний сервіс в АПК: навчально-методичний посібник для самостійної роботи студентів / Ю. Г. Сорваніди, Д. П. Журавель, А. М. Бондар, О. Ю. Новік. Мелітополь: Видавничополіграфічний центр «Люкс», 2021. 157 с.

21. Сукач М.К. Технічний сервіс машин : навч. посібник. Київ : Вид.-во Ліра. К., 2017. 290 с.

22. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств. За ред. І.І.Ревенка - К.: Урожай, 1999 - 192 с.

23. Курсове та дипломне проектування по механізації тваринницьких ферм (За ред. О.В.Нанки) Х.:ХДТУСГ, 2003

24. Проектування механізованих технологічних процесів у тваринництві. За ред. Бендери М.І. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011. – 564с.

25. Ружилю З.В. Визначення зусилля притискування пластини до корпусу вакуумного насоса та його вплив на спрацювання поверхонь контактуючих деталей

// Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. - Львів, 2008. – 312 (2) - с385-388.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ПЕРЕЛІК ЛІСТІВ ІЛЮСТРАТИВНОГО МАТЕРІАЛУ

НУБІП України

1. Дослідження пошкоджень кришок

2. Зноси поверхонь кришок

3. Ремонтне креслення кришки.

НУБІП України

4. Маршрутна карта на ремонт кришки.

5. Операційна карта ключової операції

6. Технологічне планування дільниці по ремонту кришок насосів

7. Пристосування для обробки поверхонь кришки насосів сімейства УВБ.

НУБІП України

Оригінальні вироби пристосування.

8. Пристосування для обробки поверхонь кришки насосів сімейства РВН.

Оригінальні вироби пристосування.

9. Аналіз небезпек при ремонті кришок

10. Техніко-економічні показники

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України