

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

ЗАРІЦЬКИЙ ЮРІЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ

УДК 621.914

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ВЕНТИЛЯТОРА
МОЛОТИЛЬНОГО АПАРАТУ КОМБАЙНА З РОЗРОБКОЮ
ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Заріцький Ю.В.

Керівник роботи
Боровський В.М.
старший викладач

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Заріцький Юрій Валентинович. Удосконалення технології ремонту вентилятора молотильного апарату комбайна з розробкою пристосування для фрезерування. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В кваліфікаційній роботі викладено основні принципи підвищення продуктивності та економічної ефективності ремонтного виробництва. Обґрунтовано виробничу програму та річний обсяг робіт механічної дільниці, яка безпосередньо зазнала технічного переоснащення.

У результаті оновлення парку обладнання змінився технологічний процес вентилятора молотильного апарату. Перехід на використання сучасного обладнання забезпечив підвищену точність обробки окремих деталей під час відновлення.

Розроблене пристосування дає змогу здійснювати надійнішу фіксацію деталі під час фрезерування. Норма штучного часу на фрезерну операцію знизилася на 0,8 хвилини завдяки заміні пневмоприводу на механічний притиск. Відповідно, пристосування не споживає жодних енергоресурсів.

Розроблені в результаті аналізу стійкості небезпечних об'єктів заходи дають змогу значно збільшити стійкість об'єктів у надзвичайній ситуації.

Ключові слова: ремонт, фрезерування, механічна дільниця, пневмопривід, міцність.

ANNOTATION

Zaritsky Yuriy Valentynovich. Improving the technology of repairing the fan of the combine threshing apparatus with the development of a device for milling. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The qualification work outlines the basic principles of increasing the productivity and economic efficiency of the repair production. The production program and annual workload of the mechanical section, which was directly subjected to technical re-equipment, are substantiated.

As a result of the renewal of the equipment fleet, the technological process of the threshing machine fan has changed. The transition to modern equipment has ensured improved processing accuracy of individual parts during the restoration process.

The developed fixture allows for more reliable fixation of the part during milling. The milling time per unit operation was reduced by 0.8 minutes due to the replacement of the pneumatic drive with a mechanical clamp. Accordingly, the device does not consume any energy resources.

The measures developed as a result of the analysis of the resilience of hazardous facilities can significantly increase the resilience of facilities in an emergency.

Keywords: repair, milling, mechanical section, pneumatic drive, strength.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ТА ЗАВДАННЯ ПРОЄКТУ	7
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ТА РІЧНОГО ОБСЯГУ РОБІТ. КОМПОНУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ.....	10
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА РЕМОНТНОГО КРЕСЛЕННЯ.....	20
РОЗДІЛ 4. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ОСІ ВЕНТИЛЯТОРА МОЛОТИЛЬНОГО АПАРАТУ. ПРОЄКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ.....	23
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	31
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	32

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Ефективне використання машин і устаткування забезпечується високим рівнем їх технічного обслуговування та ремонту. Збалансоване забезпечення запасними частинами ремонтних підприємств і сфери експлуатації машин і устаткування, як показують техніко-економічні розрахунки, доцільно здійснювати з урахуванням періодичного відновлення працездатності деталей, відновлених сучасними способами.

Відновлення деталей машин забезпечує економію високоякісного металу, палива, енергетичних і трудових ресурсів, а також раціональне використання природних ресурсів і охорону навколишнього середовища. Для відновлення працездатності зношених деталей потрібно в 5...8 разів менше технологічних операцій порівняно з виготовленням нових деталей.

Основна мета цього проєкту – підвищити продуктивність ремонту вентиляторів молотильного апарату, забезпечити при цьому високий рівень якості, а також економічну ефективність ремонту після вдосконалення технології відновлення..

Тому, виходячи з поставленої мети, було сформульовано такі завдання досліджень:

- провести обґрунтування виробничої програми та річного обсягу робіт.;
- спроектувати технологічний процес відновлення осі вентилятора молотильного апарату;
- спроектувати пристосування для фрезерування.

Об'єкт дослідження є технологічний процес ремонту вентилятора молотильного апарату комбайна.

Предмет дослідження вплив конструктивних параметрів розробленого пристосування для фрезерування на техніко-економічні показники технологічного процесу ремонту вентилятора молотильного апарату комбайна

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Боровський В. М., **Заріцький Ю. В.**, Ковальчук М. В., Котенко М. О., Крилас М. С. Підвищення якості послуг ремонтної бази як інструмент зниження собівартості продукції. Сучасна концепція освітлення в птахівництві. Збірник тез Х-ї всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». м. Житомир, 20 квітня 2024 року. Житомир : ЖАТФК. С. 11-13.

2. Боровський В. М., **Заріцький Ю. В.**, Весельський В. І. Особливості технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів. Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 117-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, віцепрезидента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лют. 2024 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. 2024. С. 59-61

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для аграрних та сервісних підприємств представляє розроблене пристосування для фрезерування.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 15 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 33 сторінки комп'ютерного тексту, містить 4 таблиці.

РОЗДІЛ 1

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ТА ЗАВДАННЯ ПРОЄКТУ

1.2 Аналіз конструкції, умов роботи, несправностей і ремонтної технологічності

Основні критерії граничного стану коробки 1 [2]:

- граничний стан підшипників (потрібна заміна або ремонт);
- граничний стан валів або осей, що визначається граничним зносом або механічними ушкодженнями, які потребують їх заміни або відновлення;

Ремонтна технологічність – функція низки одиничних властивостей конструкції (або конструктивних чинників) [1].

Ремонтну технологічність вентилятора можна оцінити за такими конструктивними факторами: контролепридатність, доступність, взаємозамінність, регульованість, легкоз'ємність, відновлюваність.

Контролепридатність – цей фактор визначається під час діагностування, регулювання та випробування, під час пошуку й усунення відмов [9]. Так під час визначення технічного стану вентилятора зовнішнім оглядом виявляють наявність корозії, тріщин [6].

Взаємозамінність: однотипні деталі та складальні одиниці мають бути взаємозамінними за геометричними розмірами, проявляється цей фактор під час заміни відмовлених деталей і складальних одиниць новими або відремонтованими.

Легкоз'ємність – це раціональна розчленованість конструкції на блоки, раціональні способи кріплення і з'єднання елементів, проявляється під час зняття елемента, що відмовив, і повернення його на місце, а також під час розбирання та складання вузлів.[3] Розбирання та складання вентилятора проводять на спеціальних стендах. Підйом, транспортування і встановлення вентилятора на стенд здійснюють консольно-поворотним краном.

Збереження деталей у процесі розбирання забезпечується також правильним зберіганням, транспортуванням. Для укладання деталей використовують спеціальні стелажі, візки.

Відновлюваність – це пристосованість конструкції зношуваних деталей до відновлення прогресивними способами. Під час відновлення корпусних деталей застосуємо спосіб усунення заварюванням тріщин за допомогою дроту ПАНЧ-11 ДСТУ ISO 14171:2008, під час зношування валів – метод наплавлення в середовищі CO₂ тощо.

1.3 Стан організації технології відновлення

При ремонті на аграрних підприємстві виробництво організовується за змішаним типом (предметним і технологічним).

Вентилятор молотильного апарату обкатуються в окремих звукоізованих приміщеннях із застосуванням електронного устаткування для контролю параметрів, підтримання режиму обкатки. Ефективна індивідуальна вентиляція створює прийнятні умови роботи.

Організація виробничих процесів ремонту вентиляторів будується з урахуванням впливу зовнішніх і внутрішніх факторів. До них належить напруга робіт у літній період, неоднорідність ремонтного фонду, що надходить, за ступенем зношеності, відсутність стабільності в забезпеченні ремонтного виробництва запасними частинами, матеріалами та ін.

Тому під час організації ремонту вентиляторів прагнуть враховувати всі негативні явища з метою скорочення тривалості ремонту, дотримання ритмічності, впорядкування технологічних маршрутів, підвищення якості відремонтованих вентиляторів у напрямі досягнення 80% їхнього ресурсу порівняно з ресурсом нових.

Підвищення технічного рівня і якості продукції, вдосконалення технологій, поліпшення організаційного і технічного обслуговування виробництва

підтвержені стандартами підприємства. Основні стандарти дають змогу підвищити не тільки якість відновлення та виготовлення вентилятора, поліпшити й удосконалити систему управління виробничими процесами, а й підвищити якість роботи всіх підрозділів і служб райагросервісу.

Наразі намічено якісну зміну технологічної основи виробництва з відновлення деталей вентиляторів і організації їхнього ремонту завдяки передбачуваному широкому використанню прогресивних технологічних способів поверхневого зміцнення, електрошлакового та плазмового наплавлення, електрохімічного оброблення та ін.

1.4 Завдання проєкту

Основна мета цього проєкту – підвищити продуктивність ремонту вентиляторів молотильного апарату, забезпечити при цьому високий рівень якості, а також економічну ефективність ремонту після вдосконалення технології відновлення. Основні виробничі фонди потребують оновлення. Тому під час розгляду шляхів підвищення економічної ефективності ремонту поряд із технологічними змінами передбачається і деяка заміна обладнання на більш сучасне.

Для контролю технічного стану вентиляторів, а також контролю якості ремонту слід здійснювати діагностування як до, так і після ремонту. Це дасть змогу точніше аналізувати ефективність нововведень, а також знизити кількість рекламаций.

РОЗДІЛ 2

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ТА РІЧНОГО ОБСЯГУ РОБІТ. КОМПОНУВАННЯ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ

Виробничу програму визначимо в умовних ремонтах. Річний обсяг робіт становить 162450 годин. Отже:

$$N_{yp} = \frac{T}{300K_k}, \quad (2.1)$$

де T – річний обсяг робіт, год;

N_{yp} – кількість умовних ремонтів, шт;

K_k – поправочний коефіцієнт ($K_k = 0,98$) [4].

$$N_{yp} = \frac{162450}{300 \times 0,98} = 553 \text{ умовних ремонту}$$

Для розрахунку площ і кількості виробничих робітників річний обсяг робіт слід розподілити за технологічними видами. Для цього вводимо коефіцієнт коригування трудомісткості, що показує відсотковий вміст трудомісткості того чи іншого виду робіт у загальному річному обсязі робіт. Таким чином:

$$T = \frac{T_z \times K_T}{100}, \quad (2.2)$$

де T – річний обсяг робіт певного виду, год;

T_z – річний обсяг робіт, год;

K_T - коефіцієнт коригування трудомісткості.

Для очисного відділення:

$$T_z = \frac{162450 \times 2,7}{100} = 4386 \text{ год}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю.

Таблиця 2.1 – Розподіл річного обсягу робіт за технологічними видами

Види робіт	Коефіцієнт коригування трудомісткості	Величина трудомісткості, год
Розбірні	6,0	9747
Очисні	2,7	4386
Дефектувальні	2,3	3736
Комплектувальні	1,3	2112
Слюсарно-підгоночні	17,6	28591
Складальні	22,4	36389
Випробувальні	7,8	12671
Шпалерно-фарбувальні	0,6	975
Електроремонтні	2,9	4711
Ремонт паливної апаратури	3,6	5848
Верстатні	9,1	14783
Термічні	7,3	11859
Ремонт агрегатів і гідросистем	1,4	2274
Зварювально-наплавочні	4,9	7960
Медницько-бляhtarські	5,0	8123
Ковальські	5,1	8285
Шиноремонтні	2,0	3249
Усього:	100	162450

2.1 Характеристика об'єкта ремонту

Об'єктами ремонту виступають трактори, комбайни, їхні окремі вузли та агрегати, а також сільськогосподарські машини.

Основна частина річного обсягу робіт ремонтних майстерень припадає на ремонт найбільш навантажених складових тракторів і комбайнів – коробки

передач, мостів, трансмісії, вентиляторів та їх складових частин. Як правило, саме в цих агрегатах спостерігається найбільша кількість відмов, до виникнення яких призводять несприятливі умови експлуатації: різні види корозії, абразивне зношування окремих деталей, наслідки температурних впливів. Під час ремонту сільськогосподарських машин основна увага приділяється елементам, що перебувають у безпосередньому контакті з ґрунтом: сошникам сівалок, корпусам плугів, лапам культиваторів.

Характеристики найбільш великогабаритних об'єктів ремонту наведено нижче:

Трактор Беларус-1221	Зернозбиральний комбайн Claas
Загальна довжина – 4600 мм	Dominator
Ширина – 2250 мм	Довжина – 10030 мм
Висота по кабіні – 3000 мм	Ширина – 5340 мм
Маса з передніми вантажами і вантажами задніх коліс – 7600 кг	Висота – 4000 мм
	Маса – 10524 кг

2.2 Технологічний процес ремонту

До числа найважливіших елементів будь-якого виробництва належить його технологічний процес. Технологічний процес включає такі основні види робіт:

- Розбиральні
- Очисні
- Дефектувальні
- Комплектувальні
- Слюсарно-підготовчі
- Складальні
- Випробувальні
- Шпалерно-фарбувальні
- Електроремонтні

- Ремонт паливної апаратури
- Верстатні
- Термічні
- Мідницько-бляхтарські
- Ремонт агрегатів і гідросистем
- Зварювально-наплавочні
- Ковальсько-зварювальні
- Шиноремонтні

З урахуванням технічного діагностування обладнання або вузли транспортуються в ремонтні відділення. На універсальних постах проводять розбирання на агрегати та вузли.

2.3 Режим роботи та річні фонди робочого часу

Режим роботи ремонтного підприємства характеризується кількістю робочих днів у році, кількістю змін роботи і тривалістю робочої зміни.

Кількість робочих днів у році ($N_{p.d.}$) визначається таким чином:

$$N_{p.d.} = 365 - (N_{в.д.} + N_{н.д.}) \quad (2.1)$$

де $N_{в.д.}$ – кількість вихідних днів у році;

$N_{н.д.}$ - кількість святкових днів, що не збігаються з вихідними.

$$N_{p.d.} = 365 - 104 - 9 = 252 \text{ дні.}$$

Змінність роботи діляниць встановлюють з урахуванням необхідності забезпечення безперервності виробничого процесу, а також виходячи з економічної доцільності повного використання технологічного обладнання.

Річний фонд часу робітника показує, скільки годин може відпрацювати робітник протягом року. Річний фонд часу поділяють на номінальний і дійсний.

Номінальним фондом часу користуються при розрахунку явочної кількості робітників, які безпосередньо беруть участь у здійсненні виробничого процесу.

При п'ятиденному робочому тижні номінальний фонд часу за розрахунковий період розраховують за формулою:

$$\Phi_{н.р.} = (365 - N_{в.х.} - N_{н.д.}) \cdot t_{см} - n_{н.н.} \cdot t_{ск}, \quad (2.2)$$

де $t_{см}$ – тривалість робочої зміни, год;

$n_{н.н.}$ – кількість передсвяткових днів зі скороченими змінами;

$t_{ск}$ – час, на який скорочується робоча зміна в передсвяткові дні ($t_{ск} = 1$ год).

$$\Phi_{н.р.} = (365 - 104 - 9) - 8 - 9 - 1 = 2007 \text{ год.}$$

Дійсний фонд часу робітника враховує втрати у відпустках, через хворобу та на виконання громадських і державних обов'язків. Ним користуються при розрахунку кількості робітників, які значаться за списком. Величина його для п'ятиденного робочого тижня визначається за формулою:

$$\Phi_{д.р.} = [(365 - N_{в.х.} - N_{н.д.} - d_o) - t_{см} - n_{н.н.} - t_{ск}] - \eta_p, \quad (2.3)$$

де d_o – число днів відпустки;

η_p – коефіцієнт, що враховує втрати часу з поважних причин ($\eta_p = 0,96...0,97$).

$$\Phi_{д.р.} = [(365 - 104 - 9 - 21) - 8 - 9 - 1] - 0,96 = 1765 \text{ год.}$$

Номінальний річний фонд часу обладнання розраховуємо за формулою:

$$\Phi_{о.н.} = [(365 - N_{в.х.} - N_{н.д.}) - t_{см} - n_{н.н.} - t_{ск}] - C, \quad (2.4)$$

де C – число робочих змін.

$$\Phi_{о.н.} = [(365 - 104 - 9) - 8 - 9 - 1] - 1 = 4014 \text{ год.}$$

Для визначення облікової кількості обладнання користуємося річним дійсним фондом часу, що визначається за формулою:

$$\Phi_{о.д.} = [(365 - N_{в.х.} - N_{н.д.}) - t_{см} - n_{н.н.} - t_{ск}] - C - \eta_o, \quad (2.5)$$

де η_o – коефіцієнт, що характеризує використання обладнання за часом у зв'язку з втратами робочого часу на капітальний і середній ремонт обладнання.

$$\Phi_{о.д.} = [(365 - 104 - 9) - 8 - 9 - 1] - 1 - 0,98 = 1967 \text{ год.}$$

Календарний фонд часу виробництва ($\Phi_{к.р.н.}$) показує, скільки годин на рік функціонує виробництво:

$$\Phi_{к.р.н.} = [(365 - N_{в.х.} - N_{н.д.}) - t_{см} - n_{н.н.} - t_{ск}] - C. \quad (2.6)$$

$$\Phi_{к.р.н.} = [(365 - 104 - 9) - 8 - 9 - 1] - 1 = 2007 \text{ год.}$$

Таблиця 2.1 – Річні фонди часу робітника та обладнання

Показники	Коефіцієнт використання обладнання та втрати робочого часу	Номінальний фонд часу Φ_n , год	Дійсний фонд часу, Φ_d , год
Річний фонд часу робітника	0,96	2007	1765
Річний фонд часу обладнання	0,98	2007	1967

2.5 Розрахунок кількості робітників

Число виробничих робітників $n_{пр}$ розраховуємо за трудомісткістю програми і фондом часу робітника:

$$n_{р.я} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{нр}} \quad (2.7)$$

$$n_{р.сп} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{\partialр}}, \quad (2.8)$$

де T_{Σ} – сумарна трудомісткість за всією виробничою програмою, год;

$n_{р.я}$ і $n_{р.сп}$ – відповідно явочна і спискова кількість робітників.

Для розбирального відділення:

$$n_{р.я} = \frac{9747}{1765} = 5,5$$

$$n_{р.сп} = \frac{9747}{2007} = 4,8$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю.

Таблиця 2.2 – Зведена відомість з визначення кількості робітників

Види робіт	Трудомісткі робіт, год	Фонд часу, год		Кількість робітників			
		НОМІНАЛЬНИЙ	ДІЙСНИЙ	явочне		списковий	
				Розрах.	Прийн.	Розрах.	Прийн.
Розбірні	9747	2007	1765	5,5	6	4,9	5
Очисні	4386	2007	1765	2,5	3	2,2	3
Дефектувальні	3736	2007	1765	2,1	3	1,9	2
Комплектувальні	2112	2007	1765	1,2	2	1,1	2
Слюсарно- підгоночні	28591	2007	1765	16,2	17	14,2	15
Складальні	36389	2007	1765	20,6	21	18,1	19
Випробувальні	12671	2007	1765	7,2	8	6,3	7
Шпалерно- фарбувальні	975	2007	1765	0,6	1	0,5	1
Електроремонтні	4711	2007	1765	2,7	3	2,3	3
Ремонт паливної апаратури	5848	2007	1765	3,3	4	2,9	3
Термічні	14783	2007	1765	8,4	9	7,4	8
Верстатні	11859	2007	1765	6,7	7	5,9	6
Ремонт агрегатів і гідросистем	2274	2007	1765	1,3	2	1,1	2
Зварювально- наплавочні	7960	2007	1765	4,5	5	4,0	4
Мідницько- бляхтарські	8123	2007	1765	4,6	5	4,0	4
Ковальські	8285	2007	1765	4,7	5	4,1	5
Шиноремонтні	3249	2007	1765	1,8	2	1,6	2
Усього:	108600				103		91

2.6 Розрахунок кількості робочих місць

Число робочих місць $n_{р.м.}$ можна визначити за формулою:

$$n_{р.м.} = \frac{T_p}{\Phi_{р.м.}}, \quad (2.9)$$

де T_p – річна трудомісткість робіт, год; $\Phi_{р.м.}$ – річний фонд часу робочого місця, год.

Для розбирального відділення:

$$n_{р.м.} = \frac{9747}{2007} = 4,8$$

Для розбирального відділення кількість робочих місць приймаємо = 5.

Результати розрахунків зводимо в таблицю:

Таблиця 2.3 – Зведена відомість з визначення кількості робочих місць

Найменування відділення	Трудомісткість робіт, год	Фонд часу робочого місця, год	Кількість робочих місць	
			розрахункове	прийняте
Розбірний	9747	2007	4,9	5
Очисний	4386	2007	2,2	3
Дефектувальний	3736	2007	1,9	2
Комплектувальний	2112	2007	1,1	2
Слюсарно-підгоночний	28591	2007	14,2	15
Складальний	36389	2007	18,1	19
Випробувальний	12671	2007	6,3	7
Шпалерно-фарбувальний	975	2007	0,5	1
Електроремонтний	4711	2007	2,3	3
Ремонту паливної апаратури	5848	2007	2,9	3
Верстатний	14783	2007	7,4	8
Термічний	11859	2007	5,9	6
Ремонту агрегатів і гідросистем	2274	2007	1,1	2
Зварювально-наплавочний	7960	2007	4,0	4
Мідницько-жерстяницький	8123	2007	4,0	4
Ковальський	8285	2007	4,1	5
Шиноремонтний	3249	2007	1,6	2

2.7 Розрахунок виробничих площ

Площу будівлі цеху за призначенням поділяють на виробничу, допоміжну, складську, побутову та адміністративно-конторську.

Виробничу площу займають ділянки, безпосередньо призначені для здійснення технологічного процесу.

На виробничих площах розміщують: виробниче обладнання, верстати, установки, наземне транспортне обладнання - рольганги, склизи, конвеєри.

На допоміжних площах розташовані: енерговузли, заправні, інструментально-роздавальні комори, вентиляційні камери, проїзди.

На складських площах розміщують загальновиробничі склади запасних частин і матеріалів, палива, ремонтного фонду [2].

До побутових площ належать площі приміщень, призначені для обслуговування санітарно-гігієнічних і культурно-побутових потреб.

До адміністративно-конторських площ відносять площі, зайняті конторськими службами і кабінетами адміністративних осіб.

Площу, потрібну для виконання виробничої програми, $F_{ц}$ (m^2) розраховуємо за питомою площею на одного виробничого робітника:

$$F = n_{пр} \times f_{пр}, \quad (2.10)$$

де $n_{пр}$ – кількість виробничих робітників;

$f_{пр}$ – питома площа на одного виробничого робітника, m^2 [4].

Для розбирального відділення:

$$F = 5 \times 50 = 250 \text{ м}^2$$

Аналогічно розраховуємо інші відділення. Результати розрахунків зводимо в таблицю.

Таблиця 2.4 – Зведені дані з розрахунку площ

Найменування відділення	Кількість робочих місць	Питома площа, м ²	Площа, м ²	
			розрахункова	прийнята
Розбірне	5	50	250	250
Очисне	3	27	81	85
Дефектувальне	2	20	40	40
Комплектувальне	2	36	72	74
Слюсарно-підгоночне	15	6	90	90
Складальне	19	50	950	950
Випробувальне	7	30	210	210
Шпалерно-фарбувальне	1	45	45	50
Електроремонтне	3	18	54	55
Ремонту паливної апаратури	3	18	54	55
Верстатне	8	12	96	100
Термічне	6	45	270	270
Ремонту агрегатів і гідросистем	2	22	44	45
Зварювально-наплавочне	4	8	32	35
Мідницько-жерстяницьке	4	18	72	75
Ковальське	5	45	225	225
Шиноремонтне	2	18	36	36

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА РЕМОНТНОГО КРЕСЛЕННЯ

Ремонтне креслення є конструкторським документом. Воно призначається для організації ремонтного виробництва, відновлення і ремонту деталей, складання та контролю відремонтованих виробів, виготовлення додаткових ремонтних деталей.

Склад ремонтного креслення регламентовано стандартом ДСТУ 2.604:2005.

Ремонтне креслення оформляємо на форматі А1 графічної частини дипломного проекту. Воно містить: зображення відновлюваної деталі; таблицю дефектів; рекомендований маршрут відновлення; технічні вимоги на видачу з ремонту [5].

При оформленні зображення деталі, що відновлюється, креслимо тільки необхідні види і перерізи. На них вказуємо лише ті розміри, граничні відхилення, допустимі похибки взаємного розташування поверхонь, які мають бути забезпечені та перевірені в процесі відновлення деталі.

Поверхні, що підлягають відновленню, виконуємо основною суцільною товстою лінією. Решту поверхонь зображуємо суцільною тонкою лінією. Місця дефектів нумеруємо (деф.1, деф. 2 тощо). Габаритні розміри проставляємо у вигляді довідкових.

Таблиця дефектів містить: номер дефекту; найменування дефекту; коефіцієнт повторюваності дефекту; основний спосіб усунення дефекту; допустимий спосіб усунення дефекту[5].

Технічні вимоги оформляємо в такій послідовності:

- 1) технічні вимоги до матеріалу деталі;
- 2) вимоги до якості поверхонь деталі, покриття;
- 3) деякі розміри з їхніми допустимими граничними відхиленнями від номінальних;

- 4) відхилення форми і взаємного розташування поверхонь деталі;
- 5) посилення на інші документи, що містять технічні вимоги, які поширюються на цей виріб, але не наведені на кресленні;
- 6) на вільному полі креслення наводимо схеми базування деталі під час виконання основних операцій технологічного процесу;
- 7) умовні позначення опор і затискачів приймаємо відповідно до чинного стандарту.

Роботи з дефектації організовують на спеціальних дільницях або на робочих місцях з ремонту вузлів і агрегатів.

Під час дефектації з'єднань і деталей визначають зміну розмірів і форм робочих поверхонь, порушення взаємного розташування деталей, фізико-механічні властивості матеріалу (зміна твердості поверхні, втрата пружних або магнітних властивостей, корозійні та інші руйнування і багато іншого).

У процесі дефектації всі деталі поділяють на 5 груп і маркують їх фарбою певного кольору:

- зеленою - придатні, параметри яких перебувають у межах допустимих для використання, з деталями, що були в експлуатації або новими;
- жовті - придатні, параметри яких перебувають у межах, допустимих для використання тільки з новими деталями;
- білої - ті, що втратили працездатність, які можна відновити в умовах цього підприємства;
- синій - ті, що втратили працездатність, ремонт і відновлення яких можливе тільки на спеціалізованих підприємствах;
- червоною - деталі, які за своїм станом не можуть бути використані надалі [9].

До дефектів, за яких вісь бортового редуктора підлягає відновленню, належать:

- знос різьблення (зрив більше двох ниток);
- знос посадкової поверхні під підшипник;

- знос шліців за товщиною;
- знос отворів під болти.

Вибраковують вісь у разі тріщин і зламів.

Методи виявлення дефектів.

Огляд – це найпоширеніший метод дефектації. З його допомогою виявляють зовнішні ушкодження: деформації, тріщини, задирки, подряпини, обламування, прогар, викришування тощо. Проводиться неозброєним оком і за допомогою простих і бімолекулярних лінз, мікроскопів[8].

Перевірка на дотик - перевіряють наявність задирів, зазорів, плавність обертання, переміщення деталі, вільний хід, еластичність і місцевий знос.

Вимірювання розмірів – для визначення дефектів, пов'язаних зі зносом, викривленням, порушенням взаємного розташування геометричних осей і поверхонь. Дефектація ведеться за найбільшим вимірним значенням.

Простукування - використовується для визначення порушення цілісності деталей, засноване на зміні шуму звучання деталі під час нанесення по ній легкого удару молотком.

РОЗДІЛ 4

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ОСІ ВЕНТИЛЯТОРА МОЛОТИЛЬНОГО АПАРАТУ. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ ФРЕЗЕРУВАННЯ

4.1 Обґрунтування технологічного маршруту усунення дефектів осі вентилятора молотильного апарату

Маршрут відновлення деталі має забезпечувати оптимальну послідовність операцій, як з технологічної точки зору, так і з економічних позицій, тобто необхідно безпосередньо на відновлення (у вигляді витрат на електроенергію, пару, стиснене повітря тощо, заробітної плати, компенсації невинного зносу інструменту та обладнання), мінімізувати втрати часу, зменшити матеріальні витрати.

Під час розроблення маршруту слід керуватися такими правилами:

1. першими виконуються операції з відновлення або виготовлення технологічних баз;
2. послідовність механообробки залежить від системи постановки розмірів на кресленні. Насамперед обробляють поверхню, щодо якої на кресленні скоординовані інші поверхні деталі;
3. свердління дрібних отворів чистового оброблення;
4. чистову і чорнову обробку зі значними припусками треба виділяти в окремі операції;
5. кожна наступна операція повинна покращувати якість поверхні.

Відповідно до вищевикладених вимог приймаємо такий технологічний маршрут (за операціями):

Радіально-свердлильна (деф. 1)→Різьбонарізна (деф. 1)→Слісарна (деф. 1)
→ Токарна (деф. 2, 5) → Токарна (деф. 3) → Токарна (деф. 4) → Наплавочна
(деф. 2, 3, 4, 5) → Токарна (деф. 2, 3, 4, 5) → Токарна (деф. 2, 3, 4, 5) → Токарна

(деф. 2, 3, 4, 5) → Токарна (деф. 4) → Шліцефрезерна (деф. 2) → Круглошліфувальна (деф. 3, 5) → Шліцешліфувальна (деф. 2) → Наплавочна (деф. 6) → Свердлильна (деф. 6) → Контрольна (деф. 1, 2, 3, 4, 5, 6).

Контрольна операція передбачає вимірювання розмірів контрольованих і відновлюваних поверхонь, контроль відхилень форми і розташування поверхонь.

4.2 Обґрунтування технологічних режимів і розрахунок норм часу

005 Радіально-свердлильна

Зміст операції: розсвердлювання різьбового отвору;

Пристосування, обладнання: верстат радіально-свердлильний 2Н55;

Використовуваний інструмент: свердло 125 2301-0192 ДСТУ ISO 494:2018;
зенковка 120 2353-0142 ДСТУ 14953:2009;

Режими обробки: $S=0,1$ мм/об; $t=12,9$ мм; $V=17$ м/хв; $n=500$ хв-1;

Норма часу: $T_{шт} = 1,4$ хв.

010 Різьбонарізна

Зміст операції: нарізування різьби під спіральну вставку;

Пристосування, обладнання: верстат радіально-свердлильний 2Н55;

Використовуваний інструмент: мітчик 2620-1499 ДСТУ EN ISO 11148-3:2014;

Режими обробки: $S = 1,25$ мм/об; $t = 1,1$ мм; $v = 4,7$ м/хв; $n = 125$ хв-1;

Норма часу: $T_{шт} = 1,2$ хв.

015 Слюсарна

Зміст операції: встановлення різьбової вставки;

Інструмент, що використовується: ПІМ-5331-ДЕРЖСНІТІ;

Норма часу: $T_{шт} = 0,8$ хв.

020 Токарна

Зміст операції: точити поверхню для наплавлення;

Пристосування, обладнання: верстат токарно-гвинторізний 16К20, патрон повідковий ДСТУ ІЕС 60061-4:2009, центр 7107-0037;

Використовуваний інструмент: різець 2142-0357 Т15К6 ДСТУ 18877:2008;

Режими обробки: $S=0,5$ мм/об; $t=0,5$ мм; $V=70$ м/хв; $n=800$ хв⁻¹;

Норма часу: $T_{шт} = 1,4$ хв.

025 Токарна

Зміст операції: точити поверхню для наплавлення;

Пристосування, обладнання: верстат токарно-гвинторізний 16К20, патрон повідковий ДСТУ ІЕС 60061-4:2009, центр 7107-0037;

Використовуваний інструмент: різець 2142-0357 Т15К6 ДСТУ 18877:2008;

Режими обробки: $S=0,5$ мм/об; $t=0,5$ мм; $V=70$ м/хв; $n=800$ хв⁻¹;

Норма часу: $T_{шт} = 1,4$ хв.

030 Токарна

Зміст операції: точити поверхню для наплавлення;

Пристосування, обладнання: верстат токарно-гвинторізний 16К20, патрон повідковий ДСТУ ІЕС 60061-4:2009, центр 7107-0037;

Використовуваний інструмент: різець 2142-0357 Т15К6 ДСТУ 18877:2008;

Режими обробки: $S=0,5$ мм/об; $t=0,5$ мм; $V=70$ м/хв; $n=800$ хв⁻¹;

Норма часу: $T_{шт} = 1,4$ хв.

035 Наплавочна

Зміст операції: наплавляємо відновлювані поверхні;

Пристосування, обладнання: патрон повідковий 7108-0025

ДСТУ ІЕС 60061-4:2009, центр 7107-0037, верстат 1А61, наплавочна головка ОКС-1252М, джерело живлення ВС-200;

Матеріал, що використовується: дріт Св 08 Г2С;

Режими наплавлення: діаметр електрода 1,5 мм; $I=85-110$ А; $U=18-20$ В;

зміщення електрода 3-5 мм; крок наплавлення 2,8-3,2 мм; $V_{пр}=213$ м/год;

$T_0=25$ хв;

Середовище наплавлення: вуглекислий газ, витрата СО 6-8 л/хв.

040 Токарна

Зміст операції: чорнове точіння наплавленої поверхні;

Пристосування, обладнання: верстат токарно-гвинторізний 16К20, патрон повідковий ДСТУ ІЕС 60061-4:2009, центр 7107-0037;

Використовуваний інструмент: різець 2142-0357 Т15К6 ДСТУ 18877:2008;

Режими обробки: $S=0,5$ мм/об; $t=0,5$ мм; $V=70$ м/хв; $n=850$ хв⁻¹;

Норма часу: $T_{шт} = 1,4$ хв.

045 Токарна

Зміст операції: чистове точіння наплавленої поверхні;

Пристосування, обладнання: верстат токарно-гвинторізний 16К20, патрон повідковий ДСТУ ІЕС 60061-4:2009, центр 7107-0037;

Використовуваний інструмент: різець 2120-0257 ДСТУ 18877:2008, різець 2120-0054 Т5К10;

Режими обробки: $S=0,2$ мм/об; $t=0,8$ мм; $V=82$ м/хв; $n=160$ хв⁻¹;

Норма часу: $T_{шт} = 1,4$ хв.

050 Токарна

Зміст операції: точіння нової різьби;

Пристосування, обладнання: верстат токарно-гвинторізний 16К20, патрон повідковий ДСТУ ІЕС 60061-4:2009, центр 7107-0037;

Використовуваний інструмент: різець 2120-0257 ДСТУ 18877:2008, різець 2120-0054 Т5К10;

Режими обробки: $S=0,2$ мм/об; $t=0,8$ мм; $V=82$ м/хв; $n=160$ хв⁻¹;

Норма часу: $T_{шт} = 3,4$ хв.

055 Шліцефрезерна

Зміст операції: фрезерування шліців;

Пристосування, обладнання: вертикально-фрезерний консольний верстат 6Р80Г;

Використовуваний інструмент: фреза 2240-0406-Р9 ДСТУ ISO 240:2015;

Режими обробки: $S_z=0,4$ мм/об; $t=2,5$ мм;

Норма часу: $T_{шт} = 14,67$ хв.

060 Термічна

Зміст операції: загартування відновлених поверхонь;

Пристосування, обладнання: генератор машинний МГД-2520;

Норма часу: $T_{шт} = 1,6$ хв.

065 Круглошліфувальна

Зміст операції: шліфувати поверхні під підшипник;

Пристосування, обладнання: круглошліфувальний верстат 3А110В;

Використовуваний інструмент: круг ПП 320x50x50 12,5 м/с 1 кл. А 35м/с
ДСТУ ISO 603-4:2019;

Режими обробки: $S = 0,02$ мм/об; $t = 0,044$ мм; $n = 160$ хв⁻¹;

Норма часу: $T_{шт} = 3,67$ хв.

070 Шліцешліфувальна

Зміст операції: шліфування шліців;

Пристосування, обладнання: шліцешліфувальний верстат 3451В;

Використовуваний інструмент: круг ПП 200x10x51 15А 50 СМ2 10К ДСТУ
ISO 603-4:2019;

Режими обробки: $S = 0,1$ мм/об; $t = 0,025$ мм; $n = 265$ хв⁻¹;

Норма часу: $T_{шт} = 16,3$ хв.

075 Зварювальна

Зміст операції: заварити отвір під болт;

Пристосування, обладнання: зварювальний трансформатор ТД-306У2;

Використовуваний інструмент: електрод Е60 УОНИ-13/65 ДСТУ EN ISO
3580:2019;

Норма часу: $T_{шт} = 2,4$ хв.

080 Радіально-свердлильна

Зміст операції: розсвердлювання отвору;

Пристосування, обладнання: верстат радіально-свердлильний 2Н55;

Використовуваний інструмент: свердло 25,8 2301-0192 ДСТУ ISO 494:2018;

зенковка 120 2353-0142 ДСТУ ISO 15065:2009;

Режими обробки: $S=0,1$ мм/об; $t=12,9$ мм; $V=17$ м/хв; $n=500$ хв⁻¹;

Норма часу: $T_{шт} = 1,4$ хв.

085 Контрольна

Зміст операції: контроль якості відновлених поверхонь;

Пристосування, обладнання: стіл контролера ОРГ-1468-01-080А;

Використовуваний інструмент: штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ДСТУ 166:2009; профілометр мод. 296 ДСТУ ISO 13473-3:2020; мікрометр МК-125 ДСТУ 6507:2000; калібр Р9 шпонковий ГОСТ 11098-75; індикатор годинникового типу 1МИГ;

Норма часу :

$$T_n = T_o + T_e + T_{доп} + T_{пз}, \quad (4.1)$$

де T_o – основний час на встановлення вставки;

T_e - допоміжний час на правку;

$T_{доп}$ – додатковий час ($T_{доп} = T_{оп} \cdot k/100$; $T_{оп} = T_o + T_e$);

$T_{пз}$ – підготовчо-заключний час.

Додатковий час на слюсарні роботи становить 6% від оперативного.

Оперативний час:

$$T_{оп} = T_o + T_e, \quad (4.2)$$

Додатковий час:

$$T_{доп} = \frac{T_{оп} \times k}{100} \quad (4.3)$$

4.3 Опис будови та роботи пристосування

Розроблення конструкції верстатного пристосування має здійснюватися з урахуванням забезпечення необхідної точності обробки деталі, досягнення найбільшої продуктивності та економічності. Для цього конструкція повинна забезпечувати:

- необхідну точність установки і надійність кріплення оброблюваної деталі;
- швидкість дії;
- застосування незначних зусиль для приведення в дію затискачів, зручність і безпека роботи;
- невисоку вартість виготовлення пристосування і надійність його в експлуатації.

Під час розрахунку і конструювання пристосування слід ретельно вивчити креслення деталі і технічні вимоги до точності і шорсткості поверхні, оброблюваної на даній операції.

Опорні поверхні пристосування, а також вушка для кріплення його до столу верстата мають бути узгоджені з розмірами останнього.

Під час вибору конструкції пристосування необхідно приділити особливу увагу зручності встановлення оброблюваних деталей, очищенню пристосування від стружки і підведенню охолоджувальної рідини.

Пристосування являє собою нескладну конструкцію, основними частинами якої є спеціальний затискний пристрій, призматичні опори, установча плита і корпус. Деталь встановлюється на призматичні опори і затискається за допомогою затискного пристрою, який призначений для полегшення встановлення нової деталі. За допомогою двох упорних гвинтів деталь легко фіксується в горизонтальному положенні, забезпечуючи точність свердління. Для встановлення пристосування на стіл верстата передбачено 6 болтів і 6 настановних гвинтів.

4.4 Розрахунок пристосування

1. Розрахунок пристосування на точність

Визначимо похибку базування, втулки і закріплення під час встановлення деталі в призму.

Похибку базування визначаємо за формулою (с. 45 [4] ч. 1)

$$\Delta_6 = 0,5TD(1/\sin\alpha - 1),$$

де TD – допуск на діаметр деталі, мм.

$$\Delta_6 = 0,5 \cdot 0,03(1/\sin 45 - 1) = 0,0215 \text{ мм.}$$

Похибка закріплення в горизонтальній площині Δ_3 залежить від точності виконання кута призми α , тобто симетричності його щодо вертикалі, проведеної через вершину кута призми.

Якщо позначити через β різницю половин кутів $\alpha/2$ зміщення осі циліндра вправо або вліво буде

$$\Delta_3 = \frac{D}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \operatorname{tg} \beta,$$

$$\Delta_3 = \frac{40}{2 \sin \frac{90}{2}} \operatorname{tg} 0,085 = 0,042 \text{ мм,}$$

за рівності половин кутів $= 5' . \beta$

Похибка кондукторної втулки $\Delta_B = 0,009$ мм

Загальна похибка дорівнює

$$\Delta_{np} = (\Delta_6^2 + \Delta_3^2 + \Delta_B^2)^{1/2},$$

$$\Delta_{np} = 0,0432.$$

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі викладено основні принципи підвищення продуктивності та економічної ефективності ремонтного виробництва. Обґрунтовано виробничу програму та річний обсяг робіт механічної дільниці, яка безпосередньо зазнала технічного переоснащення.

У результаті оновлення парку обладнання змінився технологічний процес вентилятора молотильного апарату. Перехід на використання сучасного обладнання забезпечив підвищену точність обробки окремих деталей під час відновлення.

Розроблене пристосування дає змогу здійснювати надійнішу фіксацію деталі під час фрезерування. Норма штучного часу на фрезерну операцію знизилася на 0,8 хвилини завдяки заміні пневмоприводу на механічний притиск. Відповідно, пристосування не споживає жодних енергоресурсів.

Розроблені в результаті аналізу стійкості небезпечних об'єктів заходи дають змогу значно збільшити стійкість об'єктів у надзвичайній ситуації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Миколаєнко А. В. Трактори: ремонт і обслуговування. Київ: Техніка, 2022. 320 с.
2. Шевченко, І. О. Основи технічного обслуговування та ремонту тракторів. Львів: Світ, 2021. 256 с.
3. Yerigan N. How to Restore Tractor Magnetos. Octane Press, 2011. 765 p.
4. Іванченко П. І. Технічне обслуговування і ремонт тракторів та сільськогосподарських машин. Харків: НТУ "ХП", 2021. 280 с.
5. Семенченко, О. В. Трактори: ремонт і технічне обслуговування. Київ: Аграрна освіта. 2022. 320 с.
6. Білик, В. О. Ремонт тракторів і автомобілів: підручник. Київ: Кондор, 2021. 380 с.
7. Мартинюк, В. В. Технічне обслуговування і ремонт тракторів. Харків: Основа, 2020. 320 с.
8. Губенко, С. М. Сучасні методи діагностики та ремонту автотракторної техніки. Дніпро: Ліра, 2022. 360 с.
9. Коваль О. І. Технологія ремонту автотракторної техніки. Одеса: Астропринт, 2021. 340 с.
10. Миколаєнко, А. В. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів та тракторів. Київ: Техніка, 2022. 300 с.
11. Іванченко, П. І. Технічне обслуговування і ремонт сільськогосподарської техніки. Харків: НТУ "ХП", 2021. 280 с.
12. Ткачук, О. М. Системи технічного обслуговування та ремонту тракторів. Вінниця: ТОВ "Меркьюрі-Поділля", 2021. 300 с.
13. Петренко, В. С. Діагностика і ремонт автотракторної техніки. Львів: Світ, 2021. 290 с.
14. K. Borak Scientific basis for achieving the self-sharpening effect of the tillers implements. Agricultural machines. 2020. №44. P. 18-40.

15. Сідашенко О.І., Тіхонов О.В. (ред.) Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2. Харків: Пром-Арт, 2018. 491 с.