

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Яремчук Роман Васильович

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Обґрунтування модернізації електроприводів в майстерні по ремонту
тракторів та автомобілів експлуатації**
(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва спеціальності)

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

Яремчук Р. В.
(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Соколовський Олег Феліксович
(прізвище, ім'я, по батькові)
к.т.н., доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології
(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2025

АНОТАЦІЯ

Яремчук Р. В. Обґрунтування модернізації електроприводів в майстерні по ремонту тракторів та автомобілів. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

Метою даної роботи є підвищення ефективності, безпеки та економічної доцільності роботи ремонтних майстерень шляхом модернізації електроприводів.

Основна ціль роботи - підвищення надійності, енергоефективності, безпеки праці та економічної вигідності експлуатації ремонтних майстерень сільськогосподарської техніки.

Ключові слова: електропривід, асинхронний двигун, коефіцієнт корисної дії.

ABSTRACT

Yaremchuk R.V. Justification of the modernization of electric drives in a tractor and automobile repair shop. Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

The purpose of this work is to increase the efficiency, safety and economic feasibility of repair shops by modernizing electric drives.

The main goal of the work is to increase the reliability, energy efficiency, occupational safety and economic profitability of the operation of repair shops for agricultural machinery.

Keywords: electric drive, asynchronous motor, efficiency.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ В СТАРИХ МАЙСТЕРНЯХ	7
1.1 Перелік обладнання та склад електроприводів існуючої майстерні.	7
1.2 Недоліки електроприводів старої майстерні.	9
1.3 Розрахунок коефіцієнтів корисної дії електроприводів існуючої майстерні	11
Висновки по розділу 1	15
РОЗДІЛ 2 ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ МАЙСТЕРНІ	16
2.1 Обґрунтування необхідності модернізації електроприводів з точки зору ефективності.	16
2.2 Обґрунтування необхідності модернізації електроприводів з точки зору безпеки.	18
2.3 Обґрунтування необхідності модернізації електроприводів з економічної точки зору	20
Висновки по розділу 2	23
РОЗДІЛ 3 ВИБІР НОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ДЛЯ ОНОВЛЕНОЇ МАЙСТЕРНІ ПО РЕМОНТУ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНИКИ	24
3.1 Вибір сучасних електроприводів при модернізації майстерні.	24
3.2 Переваги сучасних електроприводів з точки зору ефективності.	26
3.3 Переваги сучасних електроприводів з точки зору безпеки.	27
3.4 Переваги сучасних електроприводів з економічної точки зору.	29
3.5 Розрахунок коефіцієнта корисної дії запропонованого обладнання майстерні	29
Висновки по розділу 3	32
ВИСНОВКИ	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу та транспортної галузі питання технічного обслуговування й ремонту тракторів і автомобілів набуває особливої актуальності. Техніка, що експлуатується у сільському господарстві та на підприємствах, постійно піддається інтенсивним навантаженням, працює в умовах складного середовища, що призводить до її зношування, поломок та необхідності регулярного технічного обслуговування. Надійність та ефективність функціонування машинно-тракторного парку безпосередньо залежать від якості та оперативності виконання ремонтних робіт, які здійснюються у відповідних майстернях.

Ефективність роботи таких майстерень багато в чому визначається рівнем їх технічного оснащення. Важливу роль у цьому процесі відіграють електроприводи, які забезпечують привід різноманітного технологічного обладнання — підйомників, верстатів, компресорів, вентиляторів, насосів тощо. Саме електропривод є основним елементом, який перетворює електричну енергію у механічну, забезпечуючи виконання широкого спектра ремонтно-виробничих операцій. Проте багато таких електроприводів, особливо на невеликих або застарілих підприємствах, не відповідають сучасним вимогам щодо енергоефективності, надійності, автоматизації та безпеки.

У зв'язку з цим модернізація систем електроприводу в майстернях з ремонту техніки є надзвичайно важливою та своєчасною задачею. Під модернізацією слід розуміти оновлення, заміну або вдосконалення наявних приводних систем із використанням сучасних електротехнічних рішень — енергоощадних електродвигунів, перетворювачів частоти, систем автоматизованого керування та діагностики. Така модернізація дозволяє значно підвищити продуктивність праці, зменшити витрати на електроенергію, знизити рівень аварійності та забезпечити більш точне керування робочими процесами.

Метою даної класифікаційної роботи є обґрунтування доцільності модернізації електроприводів у майстерні по ремонту тракторів та автомобілів, вибір оптимальних технічних рішень та розробка практичних рекомендацій щодо їх впровадження.

Для досягнення цієї мети передбачається вирішення таких завдань:

- аналіз існуючого стану електроприводного обладнання в типових ремонтних майстернях;
- виявлення основних недоліків та проблем експлуатації застарілих систем електроприводу;
- дослідження сучасних технологічних рішень у сфері електроприводу та автоматизації;
- техніко-економічне обґрунтування доцільності модернізації;
- розробка проекту оновлення конкретного електроприводного механізму з урахуванням технічних і економічних факторів.

Об'єктом дослідження виступають електроприводні установки, що використовуються у процесі ремонту техніки в умовах ремонтної майстерні. Предметом дослідження є методи і засоби модернізації електроприводів з метою підвищення їх ефективності та відповідності сучасним технічним вимогам.

Актуальність теми обумовлена не лише потребою в технічному оновленні виробничих потужностей, але й глобальними викликами, пов'язаними з енергозбереженням, цифровізацією виробництва та підвищенням конкурентоспроможності підприємств у ринкових умовах. Ефективне використання електроенергії, зниження витрат на обслуговування, зменшення негативного впливу на довкілля — усе це стає можливим завдяки впровадженню сучасних рішень у галузі електроприводу.

При виконанні роботи були **використані методи** математичного аналізу, моделювання, теорії електроприводів та надійності.

У результаті проведеного дослідження буде запропоновано практичні рішення, які можуть бути впроваджені в діяльність ремонтних підприємств, сприяючи технічному прогресу та сталому розвитку галузі.

Перелік публікацій автора за темою дослідження

Яремчук Р.В., ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ІСНУЮЧИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ З ТОЧКИ ЗОРУ ЕФЕКТИВНОСТІ.

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та здобувачів вищої освіти факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2025» 31 жовтня 2024 року. Житомир: Поліський національний університет, 2024.- С 148-151.

Яремчук Р.В. ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ З ЕКОНОМІЧНОЇ ТОЧКИ ЗОРУ.

Наукові читання – 2025: збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 23 квітня 2025 р. Житомир: Поліський національний університет, 2025. – С 136-139.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СТАНУ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ В СТАРИХ МАЙСТЕРНЯХ

1.1 Перелік обладнання та склад електроприводів існуючої майстерні.

Стара ремонтна майстерня, яка обслуговує трактори та автомобілі за допомогою популярних радянських та класичних електроприводів.

Основне обладнання майстерні та електроприводи:

1. Верстат для шліфування колінвалів. В електропривід входить - асинхронний трифазний електродвигун АИР80А2У3:

Потужність: 2,2 кВт

Напруга: 380 В

Частота обертання: ~3000 об/хв

Кількість полюсів: 2

Ступінь захисту: IP54

Охолодження: Примусове (вентиляторне)

Призначення: Постійна робота при високих обертах.

2. Підйомник для тракторів. В електропривід входить - редукторний електродвигун РД-09:

Потужність: 0,75 кВт,

Напруга: 380 В,

Тип: Асинхронний з вбудованим редуктором

Передаточне число: 1:30–1:50 (залежно від версії),

Частота обертання на виході: 40–60 об/хв,

Момент на валу: Високий (до 300 Нм),

Призначення: Підйом важких конструкцій.

3. Свердлильний верстат. В електропривід входить - асинхронний однофазний двигун АИР71В4У2:

Потужність: 0,55 кВт,

Напруга: 220 В,

Частота обертання: ~1500 об/хв,

Конструктив: Компактний корпус, невелика вага,

Призначення: Легкі та середні свердлильні операції.

4. Шиномонтажний верстат. В компановку входить спеціалізований електропривід на базі асинхронного двигуна 4AMH80S4Y2:

Потужність: 1,1 кВт,

Напруга: 380 В,

Частота обертання: ~1400 об/хв,

Особливості роботи електроприводу: підвищена стійкість до навантажень, часті запуски та зупинки.

Призначення: Монтаж, демонтаж шин легкових і вантажних авто.

5. Токарний металорізальний верстат. До складу електроприводу входить асинхронний трифазний електродвигун 4A112M2Y3:

Потужність: 4 кВт,

Напруга: 380 В,

Частота обертання: ~3000 об/хв,

Ступінь захисту: IP54,

Призначення: Робота з металом під навантаженням, стійкий до перегріву.

6. Пиłosос промисловий для майстерні. До складу електроприводу входить колекторний електродвигун ДПТ-220-750:

Потужність: 0,75 кВт,

Напруга: 220 В,

Частота обертання: ~15000 об/хв,

Тип: Колекторний (з вугільними щітками),

Особливість роботи: Висока швидкість обертання, швидкий знос щіток.

7. Вентиляційна система майстерні. До складу електроприводу входить асинхронний двигун для вентиляторів АИР63А2У2:

Потужність: 0,18 кВт,

Напруга: 220/380 В,

Частота обертання: ~2800 об/хв,

Призначення: обертання крильчаток вентиляторів середнього тиску.

8. Компресор для фарбування інструменту. До складу електроприводу входить асинхронний двигун компресора АИР90L2У3:

Потужність: 2,2 кВт,

Напруга: 380 В,

Частота обертання: ~2900 об/хв,

Особливість роботи : Стійкий до тривалого навантаження,

Призначення: Стабільна робота на високому тиску для фарбування та пневмоінструменту.

1.2 Недоліки електроприводів старої майстерні.

З точки зору ефективності, дана майстерня має ряд суттєвих недоліків, які заважають повноцінній і стабільній роботі. Насамперед це пов'язано з низькою продуктивністю праці: старе обладнання працює повільніше, частіше виходить з ладу, вимагає довгого часу на підготовку до роботи, що знижує загальну швидкість обслуговування клієнтів. Крім того, в таких майстернях, як правило, не автоматизовані процеси, тому значна частина операцій виконується вручну, що призводить до втомлюваності працівників, зростання ймовірності помилок і втрати часу.

Іншим важливим фактором є неефективне використання простору — старе планування, відсутність зонування та погане розміщення обладнання спричиняють затримки, втрату часу на пересування та зниження загального ритму роботи. В таких умовах майже неможливо досягти чіткого потоку обробки замовлень, що впливає на логістику і координацію між працівниками. Також застарілі системи освітлення, вентиляції та енергопостачання часто не забезпечують належних умов для стабільної та безпечної роботи, що позначається на ефективності персоналу.

Крім цього, у таких майстернях рідко застосовуються сучасні методи контролю якості, діагностики чи планування технічного обслуговування, що призводить до зниження точності та якості ремонту. У підсумку, застаріла майстерня не здатна оперативно адаптуватися до нових вимог ринку, працює

повільніше, витрачає більше ресурсів та часу, що суттєво знижує її загальну ефективність.

З економічної точки зору, майстерня має низку економічних недоліків, які суттєво впливають на їх ефективність та прибутковість. По-перше, основним мінусом є низька енергоефективність обладнання. Старі електродвигуни, редуктори та верстати споживають значно більше електроенергії порівняно з сучасними аналогами, що веде до збільшення витрат на електропостачання. По-друге, така майстерня часто страждає від високих витрат на обслуговування та ремонт — через зношеність техніки потрібно регулярно проводити технічне обслуговування, шукати застарілі запчастини, які стають дедалі рідкіснішими та дорожчими.

Також варто зазначити знижену продуктивність праці, адже стара техніка не забезпечує потрібної точності, швидкості та безпеки робіт, через що зростає час обслуговування одного замовлення. Це, в свою чергу, зменшує кількість оброблених клієнтів і прибуток. Застаріле обладнання не завжди відповідає сучасним вимогам техніки безпеки, що підвищує ризик нещасних випадків, а отже — потенційних штрафів і втрат репутації. Ще одним важливим фактором є екологічна неефективність: застаріла техніка часто забруднює повітря (через мастила, пари бензину, старі системи вентиляції), що може стати причиною екологічних перевірок та додаткових витрат на модернізацію.

Нарешті, низька цифровізація таких майстерень унеможливорює ефективне планування, облік замовлень і аналітику витрат, що також знижує їхню конкурентоспроможність на сучасному ринку послуг.

Застарілі майстерні також мають значні недоліки з точки зору безпеки, які можуть створювати реальні загрози для працівників і обладнання. Перш за все, основну небезпеку становить старе обладнання, яке часто не відповідає сучасним нормам охорони праці. У багатьох випадках на таких верстатах відсутні захисні екрани, автоматичні вимикачі, системи аварійної зупинки, а

також засоби захисту від перегріву чи короткого замикання, що збільшує ризик травм і нещасних випадків.

Додатково, зношені електромережі, контакти і розетки часто не відповідають сучасним стандартам, що створює ризик виникнення пожеж або ураження електричним струмом. У старих майстернях також рідко встановлено ефективну вентиляцію, тому працівники змушені дихати шкідливими випарами від мастил, фарб, згорілих матеріалів, що в довгостроковій перспективі негативно впливає на здоров'я. Недостатнє або неякісне освітлення створює умови, за яких працівники не помічають потенційних небезпек і роблять помилки при роботі з інструментами.

Ще одним критичним аспектом є слабка пожежна безпека — часто відсутні справні вогнегасники, протипожежні сигналізації або ж вони морально застарілі й не обслуговуються. Також у таких майстернях зазвичай не проводяться регулярні інструктажі з техніки безпеки, а самі працівники можуть нехтувати захисними засобами через брак контролю. У підсумку, поєднання старої техніки, зношених систем і відсутності сучасних стандартів створює серйозні ризики для життя та здоров'я персоналу.

1.3 Розрахунок коефіцієнтів корисної дії електроприводів існуючої майстерні

Для розрахунку коефіцієнта корисної дії η (ККД) використаємо формулу [2]:

$$\eta = P_{\text{кор}} / P_{\text{спож}} \quad (1.1)$$

де $P_{\text{кор}}$ - корисна механічна потужність на валу двигуна (кВт);
 $P_{\text{спож}}$ - електрична потужність, споживана двигуном (кВт).

Відповідно

$$P_{\text{спож}} = P_{\text{кор}} / \eta. \quad (1.2)$$

Величина втрат потужності $\Delta P_{\text{втр}}$ буде визначатися як:

$$\Delta P_{\text{втр}} = P_{\text{спож}} - P_{\text{кор}}. \quad (1.3)$$

Проведемо розрахунки ККД для існуючих електроприводів.

1. Верстат для шліфування колінвалів - АИР80А2У3

Номінальна потужність $P_{ном} = 1.5$ кВт.

Номінальна швидкість: 3000 (синхронна 3000, фактична ~2850)

Номінальна напруга: 220/380 В

Прийнята ефективність $\eta = 78.5 \%$

Припущення для виконання розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 1.5$ кВт

Розрахунок втрат та ККД:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 1.5 / 0.785 = 1.9108 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 1.9108 - 1.5 = 0.4108 \text{ кВт.}$$

$$\eta = P_{кор} / P_{спож} = 78.5\%$$

2. Підйомник для тракторів. Електропривід РД-09 (редукторний електродвигун)

Номінальна потужність двигуна $P_{ном} = 0.01$ кВт

Номінальна швидкість: залежить від передаточного числа (від декількох об/хв до сотень)

Номінальна напруга: 127/220 В (залежно від виконання)

Прийнята ефективність (ККД) $\eta = 40.0 \%$

Припущення для виконання розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 0.01$ кВт

Розрахунок втрат та ККД:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 0.01 / 0.40 = 0.025 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 0.025 - 0.01 = 0.015 \text{ кВт.}$$

$$\eta = P_{кор} / P_{спож} = 40.0\%$$

3. Свердлильний верстат. В якості електроприводу використовується АИР71В4У2 (однофазний/триваний).

Номінальна потужність $P_{ном} = 0.75$ кВт

Номінальна швидкість: 1500 об/хв (номінально)

Номінальна напруга: 220 В (однофазний)

Прийнята ефективність $\eta = 73.0 \%$

Припущення для виконання розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 0.75$ кВт

Розрахунок втрат та ККД:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 0,75 / 0,73 = 1,0274 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 1,0274 - 0,75 = 0,2774 \text{ кВт.}$$

$$\eta = P_{кор} / P_{спож} = 73 \%$$

4. Шиномонтажний верстат. До складу електроприводу входить двигун 4АМН80S4У2 (спеціалізований на базі 4АМН)

Номінальна потужність $P_{ном} = 0.75$ кВт

Номінальна швидкість: 1500/3000 (залежить від виконання)

Номінальна напруга: 220/380 В

Прийнята ефективність $\eta = 75.0 \%$

Припущення для виконання розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 0.75$ кВт

Розрахунок втрат та ККД:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 0,75 / 0,75 = 1,0 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 1,0 - 0,75 = 0,25 \text{ кВт.}$$

$$\eta = P_{кор} / P_{спож} = 75,0 \%$$

5. Токарний верстат по металу. До складу електроприводу входить двигун 4А112М2У3.

Характеристики двигуна: Номінальна потужність $P_{ном} = 7.5$ кВт;

Номінальна швидкість: 3000 об/хв (номінально);

Номінальна напруга: 220/380 В;

Прийнята ефективність $\eta = 87.5 \%$

Припущення для виконання розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 7.5$ кВт

Розрахунок втрат та ККД:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 7,5 / 0,875 = 8,5714 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 8,5714 - 7,5 = 1,0714 \text{ кВт.}$$

$$\eta = P_{кор} / P_{спож} = 87,5\%$$

6. Пілосос промисловий. До складу електроприводу входить колекторний двигун ДПТ-220-750.

Характеристики двигуна: номінальна потужність $P_{ном} = 0.75$ кВт; номінальна швидкість: залежить від конструкції (високі обороти); номінальна напруга 220 В.

Прийнята ефективність $\eta = 75.0 \%$

Припущення для виконання розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 0.75$ кВт

Розрахунок втрат та ККД:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 0.75 / 0.75 = 1.0 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 1.0 - 0.75 = 0.25 \text{ кВт.}$$

$$\eta = P_{кор} / P_{спож} = 75.0 \%$$

7. Вентиляційна система. До складу електроприводу входить двигун АИР63А2У2 (асинхронний двигун) з параметрами:

Номінальна потужність $P_{ном} = 0.25$ кВт;

Номінальна швидкість: 1500 об/хв;

Номінальна напруга: 220/380 В;

Прийнята ефективність $\eta = 64.5 \%$

Припущення для виконання розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 0.25$ кВт

Розрахунок втрат та ККД:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 0.25 / 0.645 = 0.3876 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 0.3876 - 0.25 = 0.1376 \text{ кВт.}$$

$$\eta = P_{кор} / P_{спож} = 64.5\%$$

8. Компресор для фарбування. До складу електроприводу входить асинхронний двигун АИР90L2У3.

Характеристики двигуна: номінальна потужність $P_{ном} = 3.0$ кВт; номінальна швидкість: 3000 об/хв; номінальна напруга: 220/380 В.

Прийнята ефективність $\eta = 82.6 \%$

Припущення для виконання розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 3.0$ кВт

Розрахунок втрат та ККД:

$$P_{\text{спож}} = P_{\text{кор}} / \eta = 3,0 / 0,826 = 3,632 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_{\text{втр}} = P_{\text{спож}} - P_{\text{кор}} = 3,632 - 3,0 = 0,632 \text{ кВт.}$$

$$\eta = P_{\text{кор}} / P_{\text{спож}} = 82,6\%$$

Висновки по першому розділу

У процесі аналізу старих електроприводів, що експлуатуються у майстернях по ремонту автомобілів та тракторів, було виявлено низку характерних недоліків, які суттєво знижують ефективність їх використання. До основних проблем належать низький коефіцієнт корисної дії, підвищені втрати електроенергії, значні габарити та маса обладнання, а також моральне й фізичне зношення елементів. Крім того, старі системи електроприводів мають недостатній рівень автоматизації, що ускладнює керування технологічними процесами, збільшує трудомісткість робіт і негативно впливає на продуктивність.

Окрему увагу слід приділити питанням безпеки, адже застарілі електроприводи часто не відповідають сучасним нормам захисту персоналу від ураження електричним струмом та іншим небезпекам, пов'язаним з експлуатацією. Відсутність сучасних систем діагностики та контролю призводить до підвищеної ймовірності аварійних ситуацій і додаткових витрат на ремонт.

Таким чином, проведений аналіз підтвердив необхідність модернізації старих електроприводів у ремонтних майстернях. Їх оновлення дозволить підвищити енергоефективність, зменшити витрати на експлуатацію та обслуговування, забезпечити стабільність технологічних процесів, а також привести обладнання у відповідність до сучасних стандартів надійності та безпеки.

РОЗДІЛ 2

ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ МАЙСТЕРНІ

2.1 Обґрунтування необхідності модернізації електроприводів з точки зору ефективності.

Модернізація електроприводів у застарілих майстернях є одним із ключових напрямів підвищення загальної ефективності виробництва, оптимізації енергоспоживання та забезпечення технологічної надійності підприємства [5]. Електроприводи є основою функціонування більшості технологічного обладнання, і саме від їхньої справності, точності керування та енергоефективності значною мірою залежить стабільність і якість виробничих процесів. На жаль, у багатьох майстернях, особливо тих, що функціонують десятиліттями без суттєвих оновлень, використовуються застарілі системи електроприводу, які не відповідають сучасним вимогам ні з технічної, ні з економічної, ні з екологічної точки зору.

Застарілі електроприводи, як правило, мають низький коефіцієнт корисної дії, що призводить до перевитрат електроенергії. Крім того, вони не забезпечують гнучкого керування швидкістю обертання двигуна, моментом або положенням робочого органу. В умовах сучасного виробництва, де велике значення має точність, стабільність і можливість адаптації до різних режимів роботи, такі обмеження стають критичними. Використання старих асинхронних двигунів без систем керування швидкістю, а також механічних редукторів, що часто вимагають значних витрат на обслуговування, спричиняє зниження ефективності праці та збільшення часу виконання операцій. Це, у свою чергу, веде до зменшення обсягів виробництва, втрати конкурентних позицій і збільшення витрат на одиницю продукції.

Модернізація передбачає заміну застарілих приводів на сучасні високоефективні електроприводи з частотним регулюванням, серводвигунами, інтелектуальними контролерами і вбудованими функціями

самодіагностики. Це дає можливість значно покращити динамічні характеристики технологічного процесу, забезпечити м'який пуск і зупинку двигунів, зменшити механічні навантаження на вузли обладнання, а також оптимізувати використання електроенергії. Частотні перетворювачі дозволяють адаптувати привід до змінних умов роботи — наприклад, знижувати потужність під час неповного завантаження або підтримувати постійні технологічні параметри без необхідності втручання оператора [4]. Усе це знижує витрати на технічне обслуговування, подовжує термін служби обладнання і зменшує ризики аварій.

Іншою суттєвою перевагою є можливість інтеграції сучасних електроприводів у автоматизовані системи управління виробництвом. Це забезпечує віддалений контроль, моніторинг у реальному часі, фіксацію параметрів роботи та виявлення відхилень від норми ще до настання аварійної ситуації. Такі функції особливо важливі у великих майстернях, де контроль над усіма зонами вручну є складним або навіть неможливим. Завдяки цьому підвищується оперативність прийняття рішень, мінімізується час простоїв через несправності, а технічні служби мають змогу ефективніше планувати профілактичні ремонти.

З погляду енергозбереження модернізація електроприводів є надзвичайно вигідною інвестицією. У багатьох випадках оновлення приводу дозволяє скоротити витрати електроенергії на 20–50%, що в умовах постійного зростання тарифів на енергоносії має велике економічне значення. Більш того, зменшення енергоспоживання безпосередньо пов'язане з екологічною відповідальністю підприємства, оскільки веде до скорочення викидів парникових газів при виробництві електроенергії. Відповідність сучасним екологічним стандартам може мати вирішальне значення при проходженні сертифікацій, отриманні державної підтримки чи участі в міжнародних програмах [5].

Крім технічних і економічних переваг, модернізація електроприводів покращує умови праці для персоналу. Нові приводи працюють тихіше,

стабільніше, мають кращу систему охолодження, не створюють надмірних вібрацій, що позитивно впливає на фізичне здоров'я працівників і знижує рівень професійного вигорання. Зменшується ризик травматизму через аварійні зупинки, замикання або механічні пошкодження, характерні для старих систем. Крім того, навчання персоналу роботі з новим обладнанням підвищує їхню кваліфікацію, мотивацію та залученість у процеси вдосконалення виробництва.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що модернізація електроприводів у застарілих майстернях є стратегічно важливим заходом, що дозволяє комплексно підвищити ефективність усіх аспектів виробничої діяльності. Вона забезпечує енергозбереження, підвищення продуктивності, зниження експлуатаційних витрат, покращення якості продукції, створення безпечного та комфортного виробничого середовища, а також відкриває перспективи для впровадження інноваційних технологій у майбутньому. Усе це сприяє зростанню конкурентоспроможності підприємства, зміцненню його ринкових позицій і формуванню позитивного іміджу на національному та міжнародному рівнях.

2.2 Обґрунтування необхідності модернізації електроприводів з точки зору безпеки.

Модернізація застарілих майстерень є невідкладним завданням для будь-якого підприємства, яке прагне забезпечити безпечні, ефективні та сучасні умови праці для своїх працівників. З погляду безпеки, застарілі виробничі приміщення становлять серйозну загрозу як для персоналу, так і для самого виробничого процесу. Вони не відповідають сучасним стандартам охорони праці, технічної експлуатації та екологічної безпеки. Тому модернізація є необхідною не лише як форма відповідності до законодавчих вимог, але й як інструмент покращення загальної виробничої культури[4].

Однією з основних проблем застарілих майстерень є зношеність матеріально-технічної бази. Обладнання, що було встановлене десятки років тому, часто не має сучасних засобів захисту, працює з порушенням

допустимих рівнів шуму, вібрації або випромінювання, що може спричинити серйозні наслідки для здоров'я працівників. Відсутність систем екстреного відключення, аварійного освітлення, індикаторів небезпечних рівнів температури чи тиску підвищує ризик виробничого травматизму[3]. Також часто ігнорується потреба в адаптації робочих місць для людей з інвалідністю, що порушує принципи інклюзивного робочого середовища.

Окремої уваги заслуговують інженерні мережі майстерень: електропроводка, системи водопостачання та водовідведення, опалення, вентиляція та кондиціонування. У багатьох випадках ці мережі є застарілими, небезпечними або неефективними. Наприклад, несправна вентиляційна система не забезпечує належного повітрообміну, внаслідок чого накопичуються шкідливі речовини, що можуть спричинити гострі або хронічні отруєння. Старі електромережі - одна з найпоширеніших причин пожеж на виробництві, особливо у приміщеннях з підвищеним рівнем вологості або пилу [2]. Несучасні опалювальні системи також створюють ризики, пов'язані з можливістю витоків газу, утворенням чадного газу або перегріванням приміщень.

Ще однією критичною складовою є недосконалість системи оповіщення та евакуації. У застарілих майстернях часто відсутні сучасні засоби візуального та звукового оповіщення про небезпеку, аварійні виходи можуть бути заблоковані або позначені неналежним чином, а шляхи евакуації — захаращені або непристосовані для швидкої евакуації великої кількості людей. У разі пожежі або іншої надзвичайної ситуації це може призвести до трагедії.

Модернізація вирішує ці проблеми комплексно. Вона передбачає встановлення сучасного енергоефективного обладнання, яке відповідає чинним стандартам безпеки. Впровадження автоматизованих систем контролю і моніторингу дозволяє в реальному часі відстежувати параметри роботи обладнання, виявляти несправності та своєчасно реагувати на аварійні ситуації. Крім того, нові технології дозволяють зменшити витрати

енергії, води та інших ресурсів, що сприяє зниженню виробничих витрат та меншому впливу на навколишнє середовище.

Також слід зазначити, що оновлені майстерні створюють комфортніші умови для роботи. Сучасне освітлення, шумоізоляція, зручні робочі місця з ергономічним обладнанням позитивно впливають на фізичне та психологічне здоров'я працівників, знижують рівень професійного вигорання, підвищують мотивацію та працездатність. Це сприяє збереженню кваліфікованих кадрів, зменшенню плинності персоналу та підвищенню продуктивності праці. Високий рівень безпеки також сприяє зниженню страхових витрат, пов'язаних із нещасними випадками, та мінімізує ризик зупинки виробництва через перевірки або надзвичайні події.

Загалом, модернізація застарілих майстерень — це стратегічний крок у напрямку сталого розвитку підприємства. Вона гарантує відповідність сучасним нормам, підвищує рівень безпеки, забезпечує комфортні умови для працівників і водночас демонструє соціальну відповідальність керівництва. У довгостроковій перспективі це дозволяє не лише зберегти життя і здоров'я працівників, а й значно покращити репутацію підприємства, що є важливим чинником у конкурентному бізнес-середовищі.

2.3 Обґрунтування необхідності модернізації електроприводів з економічної точки зору.

Модернізація електроприводів у застарілих майстернях з економічної точки зору є виправданим та стратегічно доцільним кроком, що забезпечує суттєве скорочення експлуатаційних витрат, підвищення продуктивності праці та ефективне використання енергоресурсів. Старі електроприводи, як правило, споживають значно більше електроенергії, мають низький коефіцієнт корисної дії та потребують частого обслуговування і ремонту [6]. Це призводить до підвищених витрат на енергозабезпечення, технічне обслуговування, а також до простоїв обладнання, які негативно впливають на виробничі показники підприємства.

Одним із ключових економічних аргументів на користь модернізації є енергозбереження[5]. Новітні електроприводи оснащені частотними перетворювачами, які дозволяють регулювати швидкість і навантаження двигуна залежно від потреб виробництва. Завдяки цьому вдається уникати перевитрати енергії, зменшити пускові струми, які створюють додаткові навантаження на мережу, і скоротити витрати на оплату електроенергії. За даними численних техніко-економічних обґрунтувань, впровадження сучасного електропривода дозволяє економити від 20 до 50% електроенергії порівняно зі старими системами, що в умовах постійного зростання тарифів забезпечує значну фінансову вигоду вже в короткостроковій перспективі [5].

Ще одним важливим аспектом є зменшення витрат на технічне обслуговування та ремонт. Застарілі електроприводи часто вимагають регулярної заміни зношених деталей, дорогих компонентів, які вже зняті з виробництва, а також значного часу і трудовитрат на їх обслуговування. Натомість сучасні системи мають підвищену надійність, вбудовані функції самодіагностики та можливість віддаленого моніторингу стану, що дозволяє вчасно виявляти потенційні несправності та уникати аварійних ситуацій. Це знижує потребу у штаті ремонтного персоналу, зменшує тривалість простоїв і дозволяє спрямовувати ресурси на розвиток, а не на підтримку застарілих механізмів.

Модернізовані електроприводи сприяють також підвищенню продуктивності обладнання, що означає можливість збільшення обсягів випуску продукції без значного розширення виробничих площ або штату працівників. Покращення точності керування та стабільності роботи технологічних процесів дозволяє скоротити кількість браку, що прямо впливає на зменшення втрат матеріалів і підвищення прибутковості. В результаті підприємство може не лише скоротити витрати, а й збільшити доходи, підвищивши якість і конкурентоспроможність своєї продукції.

З економічної точки зору важливо також враховувати зростання вартості простоїв. Кожна година зупинки обладнання через несправності

електроприводу може призводити до втрати доходів, порушення виробничого графіка та невиконання контрактних зобов'язань. Сучасні приводи мінімізують ризики таких зупинок завдяки стабільній роботі та прогнозованості технічного стану. Це дозволяє більш точно планувати виробничі цикли, скорочувати строки виконання замовлень та підвищувати довіру клієнтів [5].

Крім того, модернізація відкриває доступ до державних і міжнародних програм фінансування, спрямованих на енергоефективність та екологічну модернізацію виробництва. Участь у таких програмах дозволяє залучити пільгове кредитування, податкові пільги або грантову підтримку, що знижує фактичні витрати на впровадження сучасних електроприводів і прискорює повернення інвестицій.

Таким чином, модернізація електроприводів у застарілих майстернях є економічно обґрунтованим заходом, що сприяє суттєвому скороченню витрат, підвищенню прибутковості, оптимізації виробничих процесів і забезпеченню довгострокової фінансової стабільності підприємства. Це інвестиція, яка не тільки швидко окупається, але й формує базу для сталого розвитку, зростання конкурентних переваг і успішної інтеграції у сучасну промислову економіку.

Висновки по другому розділу

Проведений аналіз довів, що модернізація електроприводів у старих майстернях з ремонту автомобілів і тракторів є об'єктивною необхідністю. З технічної точки зору застарілі електроприводи характеризуються низьким коефіцієнтом корисної дії, високим рівнем енергоспоживання та обмеженими можливостями регулювання, що суттєво знижує загальну ефективність роботи обладнання. Економічний аспект полягає у тому, що надмірні витрати електроенергії, часті зупинки через несправності та потреба у складному обслуговуванні призводять до значних фінансових втрат підприємства.

З позиції безпеки застарілі електроприводи створюють додаткові ризики для персоналу через зношеність ізоляції, відсутність сучасних захисних

систем і нестабільність роботи, що підвищує ймовірність аварійних ситуацій. Окрім цього, їх експлуатація негативно впливає на екологічний стан довкілля через високий рівень шуму, надмірні викиди тепла та нераціональне використання енергоресурсів.

Отже, модернізація електроприводів у старих майстернях не лише підвищить продуктивність і надійність роботи обладнання, а й забезпечить економію енергоресурсів, зниження виробничих витрат, покращення умов праці та зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Це робить її ключовим чинником подальшого розвитку та конкурентоспроможності ремонтних підприємств.

РОЗДІЛ 3

ВИБІР НОВИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ ДЛЯ ОНОВЛЕНОЇ МАЙСТЕРНІ ПО РЕМОНТУ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ

3.1 Вибір сучасних електроприводів при модернізації майстерні.

Здійснення комплексної модернізації електроприводів старої майстерні, яка спеціалізується на ремонті тракторної та автомобільної техніки, може вирішити ці недоліки. Застарілі асинхронні та колекторні двигуни морально і технічно застаріли, мають низьку енергоефективність, вимагають частого технічного обслуговування та не відповідають сучасним вимогам щодо безпеки праці [6]. Пропонується використати сучасні електроприводи для усунення недоліків. Для цього пропонуються для використання наступні електроприводи:

1. Верстат для шліфування колінвалів. Виробник - Siemens 1LE1501-1DA23-Z (IE3):

Технічні параметри:

Потужність: 3 кВт,

Напруга: 380 В,

Частота обертання: 2900 об/хв,

Клас енергоефективності: IE3,

Ступінь захисту: IP55 (захист від пилу та води),

Охолодження: IC411 (вбудований вентилятор),

Призначення: шліфування, висока точність обертання.

2. Підйомник для тракторів. Виробник - ABB M3BP 90L:

Потужність: 2,2 кВт,

Напруга: 380 В,

Частота обертання: 1400 об/хв,

Клас енергоефективності: IE3,

Стандарт: IEC 60034-30,

Підключення через редуктор для важких навантажень.

3. Свердлильний верстат. Виробник - WEG W22 0,75 кВт IE3:

Потужність: 0,75 кВт,

Напруга: 220/380 В,

Частота обертання: 1400 об/хв,

Висока механічна стійкість,

Стійкість до перепадів напруги,

Призначення: легкі верстати, свердління.

4. Шиномонтажний верстат. Виробник - SEW-Eurodrive DRN80M4:

Потужність: 1,1 кВт,

Напруга: 380 В,

Частота обертання: 1400 об/хв,

Ступінь захисту: IP65 (промисловий стандарт),

Прямий монтаж на шиномонтажний стіл.

5. Токарний верстат по металу. Виробник - Siemens 1LE1001-1DA23-Z (IE4):

Потужність: 4 кВт,

Напруга: 380 В,

Частота обертання: 3000 об/хв,

Енергозбереження до 20% у порівнянні зі стандартними IE1 моторами.

6. Пілосос промисловий для майстерні. Виробник - ЕС-мотор EBM-Papst VG71:

Потужність: 0,9 кВт,

Напруга: 220 В,

Частота обертання: 20 000 об/хв,

Безщіткова конструкція, мінімальне обслуговування.

7. Вентиляційна система майстерні. Виробник - Ziehl-Abegg FC045-VDK:

Потужність: 0,5 кВт,

Тип: Безщітковий ЕС,

Висока надійність роботи вентиляторів.

8. Компресор для фарбування інструменту. Виробник - Atlas Copco GX2FF IE4:

Потужність: 2,2 кВт,

Тип: Гвинтовий компресор,

Клас енергоефективності: IE4,

Економія енергії до 35% порівняно зі звичайними поршневыми компресорами.

3.2 Переваги сучасних електроприводів з точки зору ефективності.

Сучасні електроприводи значно перевищують застарілі системи в аспекті ефективності, як з точки зору енергоспоживання, так і з огляду на загальну продуктивність і надійність роботи. Однією з головних переваг сучасних електроприводів є їх здатність до точного регулювання параметрів роботи, таких як швидкість обертання та крутний момент, що дає змогу адаптувати роботу приводу до конкретних умов і вимог виробничого процесу [4]. Це, в свою чергу, дозволяє знижувати енергетичні втрати, оскільки привід працює саме в тих режимах, які є оптимальними для виконання конкретних завдань, замість того, щоб працювати в постійному режимі з максимальними параметрами, що властиво застарілим системам.

Іншою важливою характеристикою сучасних електроприводів є використання високоефективних компонентів, таких як синхронні та асинхронні двигуни нового покоління, що забезпечують значно менші втрати енергії, порівняно зі старими моделями [5]. Крім того, в сучасних приводах активно використовуються інвертори і перетворювачі частоти, які дозволяють не тільки регулювати швидкість, але й забезпечують високий коефіцієнт корисної дії (ККД) при будь-яких робочих навантаженнях. Це дозволяє значно зменшити споживання енергії, що є критично важливим в умовах постійного зростання вартості електричної енергії.

Також важливою перевагою є висока надійність сучасних електроприводів, оскільки завдяки вдосконаленим технологіям конструкції та використанню передових матеріалів, ці системи здатні працювати при

високих навантажень без втрати ефективності. Це дозволяє зменшити потребу в технічному обслуговуванні і ремонтах, що ще більше підвищує загальну ефективність виробництва. В результаті зниження кількості несправностей і простоїв, виробничі лінії працюють стабільніше, що позитивно позначається на загальній продуктивності.

Сучасні електроприводи також можуть бути оснащені системами автоматичного моніторингу та діагностики, що дозволяє оперативно виявляти проблеми і несправності, ще до того, як вони приведуть до серйозних поломок. Це значно знижує витрати на непередбачувані ремонти та покращує загальний робочий процес, оскільки вчасне реагування на проблеми дозволяє підтримувати стабільний режим роботи обладнання.

Загалом, сучасні електроприводи забезпечують не тільки високу енергоефективність, але й покращену надійність, знижене споживання ресурсів, а також здатність до гнучкої адаптації до змінюваних умов виробництва, що дозволяє значно підвищити загальну ефективність виробничих процесів.

3.3 Переваги сучасних електроприводів з точки зору безпеки.

Сучасні електроприводи мають численні переваги з точки зору безпеки, порівняно з застарілими системами. Однією з основних переваг є покращена система захисту від перевантажень і коротких замикань [4]. Завдяки вбудованим інтелектуальним системам керування, сучасні електроприводи можуть автоматично виявляти аномальні умови роботи, такі як перевищення заданих параметрів, і негайно реагувати на них, вимикаючи систему або переходячи в безпечний режим роботи. Це знижує ризик пошкодження обладнання та зменшує ймовірність виникнення аварійних ситуацій, що є суттєвим аспектом безпеки для всього виробничого процесу.

Сучасні електроприводи також мають вдосконалені системи захисту від перегріву. Двигуни нового покоління оснащені датчиками температури та системами охолодження, що дозволяють забезпечити оптимальну роботу при різних навантаженнях [4,5]. Це є критично важливим, оскільки перегрів може

призвести до серйозних пошкоджень обладнання, а в деяких випадках — до пожежонебезпечних ситуацій. Завдяки таким системам, що автоматично регулюють робочі температури, значно знижується ймовірність виникнення небезпечних ситуацій на виробництві.

Ще однією важливою перевагою є зниження рівня вібрацій та шуму. Сучасні електроприводи, завдяки більш точним системам керування і вдосконаленим механізмам, працюють значно тихіше і з меншою кількістю вібрацій, що позитивно впливає не тільки на комфорт працівників, а й на загальний рівень безпеки. Надмірний шум та вібрації можуть призвести до втоми і стресу у працівників, а також знижують точність роботи обладнання, збільшуючи ймовірність помилок і аварій.

Сучасні електроприводи також часто оснащуються системами аварійного вимкнення, які в разі критичних неполадок автоматично відключають систему, тим самим знижуючи ризик подальших ушкоджень або небезпечних ситуацій. Наприклад, в разі збою в системах керування або виявлення дефектів у роботі двигуна, електропривід може швидко реагувати і припинити роботу, що забезпечує додатковий рівень захисту для операторів та обладнання.

Інтелектуальні системи діагностики та моніторингу, які є частиною багатьох сучасних електроприводів, дозволяють також своєчасно виявляти можливі загрози, такі як ненормальні коливання струму або напруги, що може попередити користувачів про потенційно небезпечні умови роботи [4]. Вчасно зібрані дані і прогнози щодо майбутніх несправностей дають можливість проводити планове технічне обслуговування до того, як проблема стане критичною, що значно підвищує безпеку всього виробничого процесу.

Таким чином, сучасні електроприводи забезпечують значно вищий рівень безпеки завдяки автоматизованим системам захисту від перевантажень, перегріву та коротких замикань, зменшенню рівня вібрацій і шуму, а також наявності передових технологій моніторингу та діагностики. Це дозволяє не

тільки забезпечити безпечні умови праці для співробітників, а й знижує ризики поломок і аварій, тим самим підвищуючи загальну надійність виробничих процесів.

3.4 Переваги сучасних електроприводів з економічної точки зору.

Сучасні електроприводи мають кілька значних переваг порівняно з застарілими, особливо з економічної точки зору. По-перше, нові системи значно енергоефективніші, що дозволяє значно знижувати витрати на електроенергію [5]. Вони здатні регулювати швидкість і крутний момент в залежності від потреби, що забезпечує оптимальне використання енергії та зменшує втрати. По-друге, сучасні електроприводи мають більш тривалий строк служби завдяки вдосконаленим матеріалам і технологіям, що знижує витрати на технічне обслуговування і заміну компонентів. Вони також відрізняються високою точністю та надійністю, що зменшує кількість простоїв і підвищує продуктивність, а отже, приносить додатковий економічний ефект. Крім того, новітні приводи мають інтелектуальні системи керування, що дозволяють автоматизувати налаштування та обслуговування, скорочуючи потребу в ручному втручанні і забезпечуючи ефективне управління виробничими процесами. Все це разом сприяє значному зниженню витрат і підвищенню конкурентоспроможності підприємства.

3.5 Розрахунок коефіцієнта корисної дії запропонованого обладнання майстерні

Для розрахунку ККД обладнання будемо використовувати вираз (1.1)

$$\text{ККД} (\eta) = P_{\text{кор}} / P_{\text{спож}}$$

де: $P_{\text{кор}}$ - корисна механічна потужність на валу, кВт; $P_{\text{спож}}$ - електрична потужність, споживана двигуном, кВт.

1. Верстат для шліфування колінвалів - Siemens 1LE1501-1DA23-Z (IE3)

Технічні характеристики:

Номінальна потужність $P_{\text{ном}} = 11.0$ кВт;

Номінальна швидкість: 3000 об/хв;

Номинальна напруга: 380–400 В;

Використана (прийнята) ефективність $\eta = 93.0 \%$

Припущення для виконання розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 11.0$ кВт

Розрахунок втрат та ККД:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 11,0 / 0,93 = 11,828 \text{ кВт.}$$

$$\Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 11,828 - 11,0 = 0,828 \text{ кВт.}$$

$$\eta = P_{кор} / P_{спож} = 93,0 \%$$

2. Підйомник для тракторів - АВВ МЗВР 90L

Технічні характеристики:

Номинальна потужність $P_{ном} = 0.75$ кВт;

Номинальна швидкість: 1500 об/хв;

Номинальна напруга: 400 В;

Використана (прийнята) ефективність $\eta = 82.5 \%$

Припущення для розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 0.75$ кВт

Розрахунок втрат та ККД:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 0,75 / 0,825 = 0,9091 \text{ кВт;}$$

Втрати потужності $\Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 0,9091 - 0,75 = 0,1591 \text{ кВт}$

Фінальний ККД $\eta = 82.5 \%$

3. Свердлильний верстат - WEG W22 0,75 кВт (ІЕ3)

Номинальна потужність $P_{ном} = 0.75$ кВт;

Номинальна швидкість: 1500 об/хв;

Номинальна напруга: 380–400 В; Використана (прийнята) ефективність $\eta = 82.5 \%$

Припущення для розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 0.75$ кВт

Розрахунок:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 0.75 / 0.8250 = 0.9091 \text{ кВт;}$$

Втрати потужності: $\Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 0.1591 \text{ кВт;}$

Фінальний ККД $\eta = 82.5 \%$

4. Шиномонтажний верстат - SEW-Eurodrive DRN80M4

Технічні характеристики:

Номінальна потужність $P_{ном} = 0.75$ кВт;

Номінальна швидкість: 1751 / 1440 об/хв;

Номінальна напруга: 230/400 В;

Використана (прийнята) ефективність $\eta = 85.5 \%$

Припущення для розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 0.75$ кВт.

Розрахунок:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 0.75 / 0.8550 = 0.8772 \text{ кВт};$$

$$\text{Втрати потужності : } \Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 0.1272 \text{ кВт}$$

Фінальний ККД $\eta = 85.5 \%$

5. Токарний верстат по металу - Siemens 1LE1001-1DA23-Z (IE4)

Технічні характеристики:

Номінальна потужність $P_{ном} = 11.0$ кВт;

Номінальна швидкість: 3000 об/хв;

Номінальна напруга: 380–400 В;

Використана (прийнята) ефективність $\eta = 95.0 \%$.

Припущення для розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 11.0$ кВт

Розрахунок:

$$P_{спож} = P_{кор} / \eta = 11.0 / 0.9500 = 11.5789 \text{ кВт}$$

$$\text{Втрати потужності : } \Delta P_{втр} = P_{спож} - P_{кор} = 0.5789 \text{ кВт.}$$

Фінальний ККД $\eta = 95.0 \%$

7.Пилосос промисловий для майстерні - ЕС-мотор EBM-Papst VG71

Технічні характеристики:

Номінальна потужність $P_{ном} = 0.05$ кВт;

Номінальна швидкість: змінна (електронно керований ЕС);

Номінальна напруга: мініатюрні напруги для котлів / вбудована електроніка;

Використана (прийнята) ефективність $\eta = 85.0 \%$

Припущення для розрахунку: $P_{кор} = P_{ном} = 0.05$ кВт

Розрахунок параметрів:

$$P_{\text{спож}} = P_{\text{кор}} / \eta = 0.05 / 0.8500 = 0.0588 \text{ кВт}$$

$$\text{Втрати потужності } \Delta P_{\text{втр}} = P_{\text{спож}} - P_{\text{кор}} = 0.0088 \text{ кВт}$$

$$\text{Фінальний ККД } \eta = 85.0 \%$$

9. Вентиляційна система майстерні - Ziehl-Abegg FC045-VDK

Технічні характеристики:

Номінальна швидкість: змінна;

Номінальна напруга: 380–400 В;

Використана (прийнята) ефективність $\eta = 85.0 \%$

$$\text{Припущення для розрахунку: } P_{\text{кор}} = P_{\text{ном}} = 0.55 \text{ кВт}$$

$$\text{Розрахунок: } P_{\text{спож}} = P_{\text{кор}} / \eta = 0.55 / 0.8500 = 0.6471 \text{ кВт}$$

$$\text{Втрати потужності } \Delta P_{\text{втр}} = P_{\text{спож}} - P_{\text{кор}} = 0.0971 \text{ кВт}$$

$$\text{Фінальний ККД } \eta = 85.0 \%$$

10. Компресор для фарбування інструменту - Atlas Copco GX2FF (IE4).

Технічні характеристики:

Номінальна потужність $P_{\text{ном}} = 2.2 \text{ кВт}$;

Номінальна швидкість: змінна/підбирається;

Номінальна напруга: 230/400 В;

Використана (прийнята) ефективність $\eta = 93.5 \%$.

$$\text{Припущення для розрахунку: } P_{\text{кор}} = P_{\text{ном}} = 2.2 \text{ кВт}$$

Розрахунок:

$$P_{\text{спож}} = P_{\text{кор}} / \eta = 2.2 / 0.9350 = 2.3529 \text{ кВт}$$

$$\text{Втрати потужності } \Delta P_{\text{втр}} = P_{\text{спож}} - P_{\text{кор}} = 0.1529 \text{ кВт}$$

$$\text{Фінальний ККД } \eta = 93.5 \%$$

Висновки по третьому розділу

У процесі аналізу та вибору сучасних електроприводів для майстерень з ремонту автомобілів і тракторів встановлено, що застосування новітніх моделей електродвигунів дозволяє суттєво підвищити ефективність роботи обладнання та забезпечити його надійну і безперебійну експлуатацію. Обрані

електроприводи відповідають сучасним стандартам енергоефективності (IE2–IE3), мають високий коефіцієнт корисної дії, компактні розміри, низький рівень шуму та вібрацій, а також оснащені системами захисту від перевантажень і перегріву. Це не лише зменшує витрати на електроенергію, а й сприяє продовженню терміну служби обладнання.

Вибрані приводи забезпечують можливість автоматизації технологічних процесів, що особливо важливо для підвищення продуктивності ремонтних робіт, зниження ручної праці та покращення умов безпеки працівників. Додатковою перевагою є екологічність сучасних електродвигунів, які характеризуються зниженим рівнем шкідливих викидів та відповідністю вимогам європейських норм.

Таким чином, впровадження сучасних електроприводів у ремонтні майстерні дозволяє не лише оптимізувати виробничі процеси, а й створює передумови для подальшої модернізації обладнання, підвищення енергетичної та економічної ефективності, а також забезпечення безпечних і комфортних умов праці.

ВИСНОВКИ

У висновку роботи можна детально підсумувати всі основні аспекти, що стосуються обґрунтування модернізації електроприводів в майстерні по ремонту тракторів та автомобілів. Модернізація електроприводів є важливим кроком у напрямку підвищення ефективності та надійності роботи майстерні. Заміна застарілих систем на сучасні електроприводи дозволяє значно знизити енергоспоживання, що є критичним фактором у сучасних умовах підвищення вартості електричної енергії. Використання інверторних технологій і перетворювачів частоти, які регулюють швидкість і крутний момент з максимальною точністю, дає змогу оптимізувати роботу обладнання, знижуючи енергетичні витрати і підвищуючи ефективність обслуговування техніки.

Одним із основних переваг модернізації є підвищення надійності роботи обладнання. Сучасні електроприводи мають удосконалені системи захисту від перевантажень, перегріву та коротких замикань, що значно знижує ризики поломок та аварій. Вбудовані датчики температури та інтелектуальні системи керування забезпечують автоматичне реагування на аномальні умови роботи, що дозволяє уникнути серйозних пошкоджень техніки і запобігти аварійним ситуаціям. Це важливо для підтримки безпечних умов праці в майстерні, оскільки мінімізує ймовірність виникнення небезпечних ситуацій як для персоналу, так і для обслуговуваної техніки.

Ще однією важливою перевагою є економічний ефект, пов'язаний зі зниженням витрат на технічне обслуговування та ремонт старих систем. Сучасні електроприводи, завдяки своєму довговічному та ефективному функціонуванню, зменшують потребу в частих ремонтах і заміні компонентів. Це дозволяє підприємству зменшити витрати на обслуговування, а також уникнути незапланованих простоїв через поломки обладнання. Підвищена надійність нових систем також забезпечує

зменшення часу, що витрачається на ремонт і налаштування техніки, тим самим збільшуючи продуктивність майстерні.

Не менш важливим аспектом є зручність експлуатації сучасних електроприводів. Вони оснащені інтерфейсами для моніторингу і діагностики, що дозволяє в реальному часі контролювати роботу системи і своєчасно реагувати на будь-які несправності. Це значно полегшує процес обслуговування і дозволяє оперативно усувати проблеми до того, як вони призведуть до серйозних поломок. Зокрема, сучасні системи дозволяють здійснювати автоматичне налаштування і оптимізацію роботи в залежності від змінюваних умов, що підвищує загальну гнучкість і продуктивність процесу ремонту техніки.

Також важливо зазначити, що модернізація електроприводів має значний вплив на екологічні аспекти діяльності майстерні. Сучасні електроприводи з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД) сприяють зменшенню споживання енергії, що дозволяє знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу. Завдяки підвищеній енергоефективності, нові системи можуть стати частиною стратегії підприємства на досягнення більш сталого і екологічно чистого виробництва.

Отже, модернізація електроприводів в майстерні по ремонту тракторів та автомобілів є важливим кроком для підвищення не лише ефективності і безпеки роботи, а й економічної вигоди підприємства. Вона дозволяє значно знизити витрати на енергоспоживання та обслуговування, підвищити надійність і безпеку роботи, а також підвищити конкурентоспроможність майстерні на ринку. Інвестиції в модернізацію є стратегічно обґрунтованими, оскільки вони забезпечують стабільний і безпечний процес ремонту техніки, знижують ризики аварій та поломок, а також відкривають нові можливості для зростання і розвитку підприємства на довгострокову перспективу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Державний стандарт України (2017). Електричні машини та приводи: класифікація та принципи роботи. Київ: ДСТУ.
2. Березняк В. М. Електропривод: теорія і практика. — Київ: Вища школа, 2015. — 312 с.
3. Коваль І. П. Основи електроприводу: навчальний посібник. — Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2017. — 228 с.
4. Шульга В. С. Сучасні системи електроприводу: аналіз та перспективи впровадження. — Одеса: ОНПУ, 2016. — 198с.
5. Гуменюк С. В. Енергозбереження в електроприводах промислових підприємств. — Харків: ХНУРЕ, 2019. — 176 с.
6. Бондаренко А. М. Автоматизовані електроприводи: підручник. — Київ: НУХТ, 2020. — 284 с.
7. ДСТУ 3135.0:2015. Електроприводи змінного струму. Загальні технічні вимоги та методи випробувань. — Київ: Держспоживстандарт України, 2015.