

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Факультет конструювання та дизайну

Кафедра надійності техніки

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри надійності техніки

к.т.н., доцент _____ А.В. Новицький

«_____» _____ 2026 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Технічне переоснащення ремонтної майстерні агрофірми з розробкою ділянки по ремонту гальмівних систем автотракторної техніки»

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

Гарант освітньої програми:

д.т.н., професор _____

В.М. Булгаков

Керівники бакалаврської роботи:

к.т.н., доцент _____

А.В. Новицький

асистент _____

Д.І. Великоіваненко

Виконав: _____

В.С. Якубовський

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри надійності техніки

к.т.н., доцент _____ А.В. Новицький

«_____» _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ

**на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту
Якубовському Владиславу Сергійовичу**

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»

1. Тема: «Технічне переоснащення ремонтної майстерні агрофірми з розробкою ділянки по ремонту гальмівних систем автотракторної техніки» затверджена наказом ректора Національного університету біоресурсів і природокористування України від « 15 » квітня 2025 року № 1044 «С».

2. Термін подання студентом закінченої роботи: « 11 » червня 2026 року.

3. Вихідні дані до роботи: площа землекористування базового господарства ТОВ «Ратнівський аграрій»: склад машинно-тракторного парку господарства: трактори, вантажні автомобілі та спецтехніка; загальна виробнича площа центральної ремонтної майстерні, номінальний фонд часу роботи робітника.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці): аналіз виробничої діяльності ТОВ «Ратнівський аграрій»; оцінка технічного стану МТП; опис існуючої майстерні, її обладнання та недоліків (зокрема, відсутності умов для якісного ремонту гальмівних систем); розробки ділянки ремонту гальмівних систем: обґрунтування структури та завдань ділянки; розробка ТП ремонту вузла гальмівної системи; опис та принцип роботи розробленого стенду; аналіз небезпечних факторів при ремонті гальмівних систем та розробка заходів безпеки на ділянці; визначення капітальних вкладень на технічне переоснащення майстерні; розрахунок економічного ефекту впровадження проекту.

5. Календарний план виконання роботи:

Завдання видано: « 19 » вересня 2025 р.

Керівники бакалаврської роботи: _____ А.В. Новицький
(підпис)

_____ Д.І. Великоіваненко
(підпис)

Завдання прийняв до виконання: _____ В.С. Якубовський
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему **«Технічне переоснащення ремонтної майстерні агрофірми з розробкою дільниці по ремонту гальмівних систем автотракторної техніки»** складається із 5 розділів, 62 сторінок тексту, 11 рисунків, 12 таблиць, висновків, 35 літературних джерел та 3 додатків.

У вихідних даних розглянуто виробничо-господарську та техніко-економічну діяльність агрофірми ТОВ «Ратнівський аграрій» Волинської області, проведено системний аналіз наявного в господарстві машинно-тракторного парку (МТП) та існуючої ремонтно-обслуговуючої бази підприємства, обґрунтовано необхідність її модернізації в напрямку обслуговування гальмівних систем МТП.

У технологічній частині представлено розрахунок річних обсягів ремонтно-обслуговуючих робіт центральної ремонтної майстерні, розраховано номінальні та дійсні фонди часу, визначено штатний склад працюючих (10 осіб, зокрема 6 виробничих робітників). Підібрано ремонтно-технологічне обладнання та представлено проект спеціалізованої дільниці по ремонту гальмівних систем автотракторної техніки (на прикладі автомобілів MAN).

В конструкторській частині запропоновано спеціалізований стенд підготовки гальмівних систем, виконано перевірочні розрахунки елементів рами на згин під дією динамічних зусиль.

В розділі охорона праці розроблено заходи з техніки безпеки, електробезпеки та виробничої санітарії на проектуваній дільниці.

В економічному розділі проведено техніко-економічне обґрунтування бакалаврської роботи, обчислено показники ефективності впровадження модернізованого технологічного процесу, які підтвердили зниження собівартості робіт на 42% та термін окупності капіталовкладень 1,19 року.

Ключові слова: ЦЕНТРАЛЬНА РЕМОНТНА МАЙСТЕРНЯ, ДІЛЬНИЦЯ РЕМОНТУ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ, АВТОТРАКТОРНА ТЕХНІКА, СТЕНД.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	1
ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ	6
1.1. Загальна характеристика агрофірми ТОВ «Ратнівський аграрій»	6
1.2. Аналіз складу та використання машинно-тракторного парку	8
1.3. Стан матеріально-технічної бази технічного сервісу в господарстві	11
1.4. Обґрунтування теми бакалаврської кваліфікаційної роботи	14
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	15
2.1. Обґрунтування та розрахунок річної трудомісткості робіт дільниці	15
2.2. Розрахунок чисельності виробничого персоналу дільниці	19
2.3. Визначення виробничої площі дільниці ремонту гальмівних систем	20
2.4. Технологічний процес ремонту гальмівної системи (заміна фрикційних накладок гальмівної колодки автомобіля MAN)	23
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	26
3.1. Аналіз існуючих конструкцій стендів для ремонту та випробування гальмівних систем	26
3.2. Проектування розташування та монтажної зони діагностичного стенда для зрізання гальмівних накладок	30
3.2. Опис та принцип роботи розробленого стенду «Пристосування для обточування гальмівних накладок в зборі з колодкою»	33
3.3. Розрахунки окремих конструктивних елементів стенду на міцність	39
3.4. Стратегія технічного обслуговування і ремонту	41
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	45
4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при ремонті	

гальмівних систем	45
4.2. Розробка заходів безпеки та інженерних рішень на ділянці	47
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	51
5.1. Розрахунок витрат на оснащення ділянці	51
5.2. Розрахунок собівартості експлуатації ділянці	52
5.3. Розрахунок економічного ефекту від впровадження проекту	53
5.4. Основні техніко-економічні показники проекту	55
ВИСНОВКИ	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	60
ДОДАТКИ	63
Додаток А	63
Додаток Б	65

ВСТУП

Актуальність теми. На сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу України ефективність функціонування с.-г. підприємств безпосередньо залежить від рівня технічної готовності та експлуатаційної надійності машинно-тракторного парку (МТП). Інтенсифікація аграрного виробництва зумовлює інтеграцію до складу МТП високопродуктивної, енергонасиченої та конструктивно складної техніки провідних брендів (Fendt, John Deere, New Holland, MAN) разом із експлуатацією парку вітчизняних застарілих машин.

Робота с.-г. техніки у важких польових та дорожньо-транспортних умовах за високих сезонних навантажень призводить до значного теплового й абразивного зношування фрикційних елементів, компресорів та гідропневматичних апаратів, що є найбільш критичним фактором, який лімітує коефіцієнт технічної готовності рухомого складу, стан гальмівних систем, які безпосередньо забезпечують безпеку дорожнього руху. Аналіз ремонтно-обслуговуючої бази ТОВ «Ратнівський аграрій» виявило відсутність у центральній ремонтній майстерні спеціалізованих робочих місць та діагностичного устаткування для сервісу гальмівних контурів. Як наслідок, ремонт виконується за «примітивними» технологіями тиском та призводить до тривалих простоїв парку силових машин у напружені періоди польових робіт. Залучення сторонніх сервісних організацій супроводжується значними логістичними витратами. У зв'язку з цим обґрунтування та розробка проекту технічного переоснащення ЦРМ із організацією спеціалізованої дільниці ремонту гальмівних є актуальним науково-практичним завданням.

Об'єкт дослідження – процес технічного обслуговування та ремонту вузлів та спряжень гальмівних систем сучасних тракторів і вантажних автомобілів.

Предмет дослідження – технологічне та організаційне переоснащення виробничих площ центральної ремонтної майстерні господарства зі створенням дільниці по ремонту гальмівних систем.

Мета роботи – підвищення рівня технічної готовності та експлуатаційної

надійності автотракторної техніки шляхом розробки раціонального планування дільниці та стендового обладнання для контролю гальмівних характеристик.

Завдання роботи:

1. Проаналізувати стан використання МТП та існуючої ЦРМ.
2. Обґрунтувати необхідність створення дільниці ремонту гальмівних систем у структурі майстерні.
3. Розрахувати річну виробничу програму ремонтної майстерні та визначити чисельність виробничого персоналу.
4. Виконати розрахунки окремих механізмів стенда для відновлення елементів гальмівних систем.
5. Запропонувати заходи забезпечення охорони праці на дільниці.
6. Оцінити фінансову доцільність технічного переоснащення майстерні.

Методи дослідження – аналітичні методи теорії експлуатації та надійності сільськогосподарських машин, нормативні розрахунки річних обсягів ТО і поточного ремонту, методи технологічного проектування відповідно до вимог відомчих норм технологічного проектування в Україні, які регламентують проектування об'єктів ремонтно-обслуговуючої бази с.-г. підприємств та фермерських господарств (ВНТП-АПК-17.07).

Новизна полягає в удосконаленні організаційних форм технічного сервісу МТП агрофірми шляхом оптимізації внутрішньовиробничих технологічних потоків на дільниці ремонту гальмівних систем з інтеграцією стендового обладнання для контролю фрикційних спряжень.

Практичне значення отриманих результатів. Реалізація проекту переоснащення ремонтної майстерні дозволить агрофірмі покращити культуру виробництва на постах ремонту гальм, скоротити простой автомобілів та тракторів у ремонті на 15-20%, а також зменшити собівартість обслуговування гальмівних систем на 42%.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ

1.1. Загальна характеристика агрофірми ТОВ «Ратнівський аграрій»

Товариство з обмеженою відповідальністю «Ратнівський аграрій» є одним із провідних багатoproфільних сільськогосподарських підприємств Волинської області (Ковельський район, смт. Ратне). Господарство здійснює свою виробничу діяльність в умовах Західного Полісся України, що визначає специфіку кліматичних, ґрунтових та організаційно-технічних факторів виробництва.

Основними напрямками діяльності підприємства є: 1) високотехнологічне рослинництво - вирощування зернових, зернобобових, олійних та кормових культур з використанням сучасних енергонасичених машинно-тракторних агрегатів вітчизняного та іноземного виробництва; 2) племінне тваринництво - розведення та утримання елітного поголів'я великої рогатої худоби м'ясного та молочного напрямків. Ефективність функціонування підприємства залежить від раціонального використання земельного фонду для забезпечення кормової бази тваринництва та отримання товарної рослинницької продукції (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 - Структура земельних угідь ТОВ «Ратнівський аграрій»

№ з/п	Вид земельних угідь	Площа, га	Частка у заг. площі, %
1	Рілля (оброблювані землі)	1405	87,16
2	Пасовища та сіножаті	169	10,48
3	Інші землі (під господарськими дворами, дорогами тощо)	38	2,36
	Всього земельних угідь	1612	100

Розрахунок відсоткового співвідношення площ виконано за формулою:

$$w_i = \frac{S_i}{S_{\text{заг}}} 100 \%, \quad (1.1)$$

де S_i - площа конкретного виду угідь, га;

$S_{\text{заг}}$ - загальна площа земельного фонду господарства, га.

Звернемо увагу, що цей показник для ріллі становить:

$$w_{\text{ріл}} = \frac{1405}{1612} 100 \% = 87,16 \%, \quad (1.2)$$

Аналіз структури земельних угідь свідчить про високий ступінь розораності земель (87,16%), що вказує на інтенсивний характер землекористування.

Для забезпечення високої рентабельності рослинницької галузі та постачання високоякісних соковитих і грубих кормів для тваринницького комплексу основну увагу в господарстві приділено вирощуванню кукурудза (на силос та зерно), соняшник та озима пшениця (таблиця 1.2).

Таблиця 1.2 - Структура посівних площ сільськогосподарських культур

№ пп	Сільськогосподарська культура	Посівна площа, га	Частка ріллі, %
1	Кукурудза (на зерно та силос)	500	39,68
2	Пшениця озима	450	35,68
3	Соняшник	200	15,87
4	Кормові культури (однорічні та багаторічні трави)	110	8,73
	Разом посівна площа (рілля)	1260	100

Відсоткова частка кожної культури розраховується відносно загальної площі ріллі $S_{\text{ріл}} = 1405$ га. Зокрема, частка площ під кукурудзу становить:

$$w_{\text{кук}} = \frac{500}{1260} 100 \% = 39,68 \%. \quad (1.3)$$

Оскільки інтенсивний характер ведення рослинництва та великі обсяги заготівлі кормів вимагають залучення значної кількості мобільної с.-г. техніки та

автотранспорту [4, 13], то на балансі підприємства перебуває сучасний енергонасичений машинно-тракторний парк (зокрема трактори Fendt, трактори-навантажувачі, вантажні автомобілі MAN та інші).

Ймовірно, що тривала експлуатація техніки в складних польових умовах та за високих сезонних навантажень призводить до інтенсивного зношування робочих органів, трансмісій і критично важливих вузлів, зокрема гальмівних систем. Відповідно до інженерно-технічних вимог безпеки дорожнього руху та охорони праці, підтримання гальмівних систем автотракторної техніки у справному стані є першочерговим завданням для запобігання аварійності та забезпечення безперебійності технологічних процесів.

Аналіз стану ремонтно-обслуговуючої бази (РОБ) підприємства показує відсутність спеціалізованого діагностичного та ремонтно-відновлювального обладнання для обслуговування гальмівних систем, що змушує господарство звертатися до сторонніх сервісних організацій, а це завдає: 1) значні фінансові витрати на оплату сторонніх послуг; 2) тривалі простой техніки в період напружених польових робіт через логістичні затримки; 3) зниження оперативного коефіцієнта технічної готовності машинно-тракторного парку [3, 12, 29].

З вищевикладеного, виникає техніко-економічна необхідність у виконанні проекту технічного переоснащення ремонтної майстерні ТОВ «Ратнівський аграрій» з організацією спеціалізованої дільниці з ремонту гальмівних систем автотракторної техніки, що дозволить вчасно виконувати повний спектр діагностичних, розбирально-складальних, дефектувальних та регулювальних робіт самостійно в господарстві, а це суттєво знизить собівартість ремонтних робіт та підвищить експлуатаційну надійність техніки.

1.2. Аналіз складу та використання машинно-тракторного парку

Ефективність функціонування будь-якого с.-г. підприємства безпосередньо

залежить від кількісного та якісного складу його машинно-тракторного парку (МТП), а також рівня його технічної готовності. У агрофірмі сформовано змішану структуру МТП, яка включає як техніку та машини виробництва країн СНД, так і сучасні високопродуктивні трактори та комбайни світових брендів [33].

Для детальної оцінки технічного потенціалу господарства та планування обсягів ремонтно-обслуговуючих робіт проведено систематизацію наявного парку силових машин, транспортних засобів та комбайнів (таблиця 1.3).

Таблиця 1.3 - Склад тракторного та автомобільного парку

Марка техніки	Кільк.	Потужність, кВт	Середній термін експл., років	Коеф. техн. готовності (Ктг)	Фізичний знос, %
Трактори					
John Deere	1	210	6	0,88	25
Antonio Carraro SR 7600	2	54	5	0,90	20
T-150K	1	132	14	0,65	75
MT3-82.1	1	60	9	0,78	45
ЮМЗ-6	3	44	16	0,60	80
ХТЗ-17221	4	154	8	0,72	50
Fendt Vario	2	240	4	0,92	15
New Holland T7	1	191	5	0,90	20
Вантажні та легкові автомобілі					
МАН	2	85	22	0,55	85
ЗИЛ-130 (ЗИЛ-554)	1	110	18	0,58	80
МАЗ	1	176	7	0,78	40
КрАЗ	4	220	12	0,65	65
УАЗ-31514	2	59	10	0,70	60
Автомобільні причеи	8	—	12	0,68	65

Унаочнення даних таблиці 1.3 у вигляді стовбчатої діаграми (рис.1.1) показує, що значна частина тракторного парку (зокрема, трактори ЮМЗ-6, Т-150К та автомобілі ГАЗ, ЗИЛ) експлуатується понад нормативи амортизаційних термінів, що зумовлює їх високий фізичний знос (70..85%) та відносно низький коефіцієнт технічної готовності. Водночас, наявність сучасної імпортової техніки підвищує загальні вимоги до якості сервісного їх обслуговування.

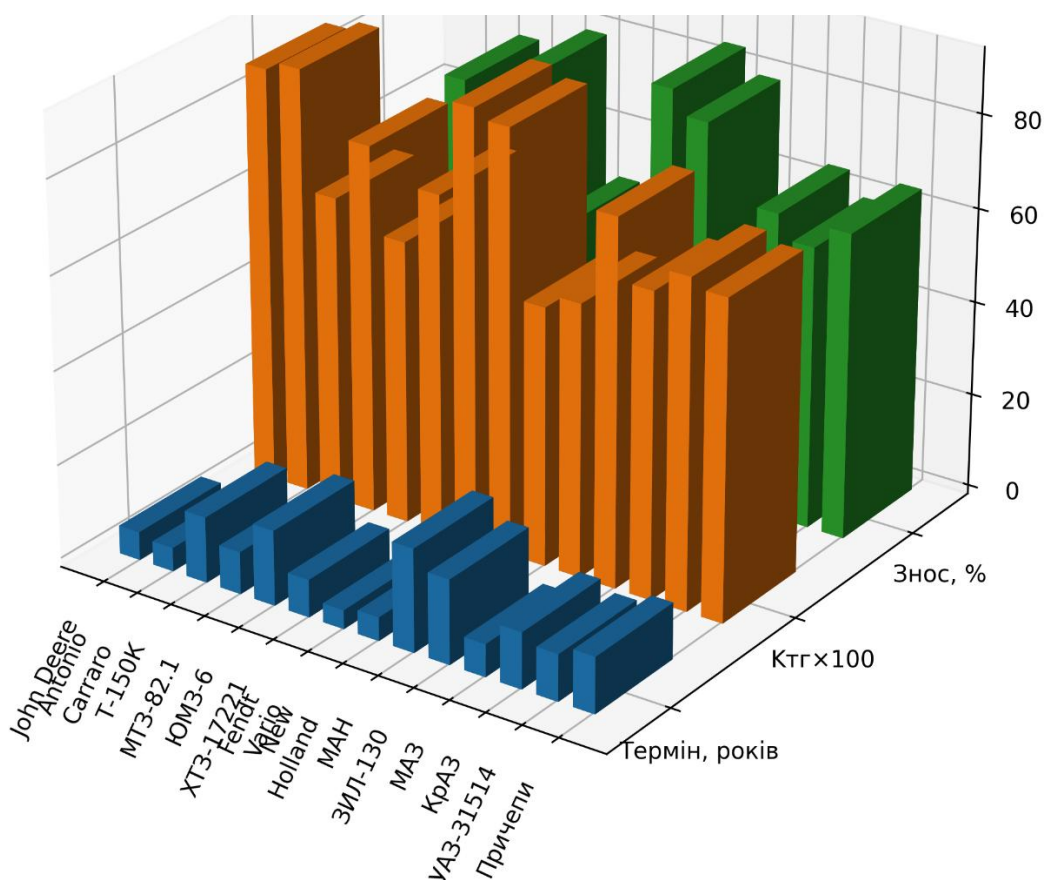


Рисунок 1.1 – Технічний стан автотракторної техніки

Загальноприйнято, що до вимог безпеки руху та охорони праці потрібно особливу увагу приділити технічному стану гальмівних систем цієї техніки, яка у процесі експлуатації у важких польових та дорожньо-транспортних умовах елементи гальм піддаються тепловому та абразивному зношуванню. Також основними чинниками зниження надійності гальмівних контурів техніки господарства є: 1) пневматичні системи (трактори ХТЗ-17221, Т-150К, автомобілі

МАЗ, ЗИЛ) - знос циліндро-поршневої групи компресора, порушення герметичності трубопроводів та гнучких шлангів, вихід з ладу гальмівних камер, регуляторів тиску; 2) гідравлічні системи (трактори ЮМЗ, автомобілі УАЗ) - корозійне пошкодження внутрішніх поверхонь колісних та головних циліндрів, непрацездатність гумових ущільнювальних манжет, знос фрикційних накладок гальмівних колодок; 3) для імпорتنих тракторів з мокрими багатодисковими гальмами - погіршення трансмісійної оливи, зниження тиску в лінії керування. На нашу думку, впровадження ділянки по ремонту гальмівних систем дозволить підвищити коефіцієнт технічної готовності тракторного парку до рівня $K_{\text{тг.тр}} > 0,85$, а автомобільного - до $K_{\text{тг.авт}} > 0,8$, за рахунок зниження простоїв техніки у позапланових ремонтах та підвищення ресурсу відремонтованих вузлів.

1.3. Стан матеріально-технічної бази технічного сервісу в господарстві

У господарстві основною ланкою ремонтно-обслуговуючої бази (РОБ) є центральна ремонтна майстерня (ЦРМ). Існуюча будівля ЦРМ побудована за типовим проектом, має прямокутну форму в плані з габаритними розмірами 18мх36м та загальною виробничою площею 648 м². У майстерні виділено такі функціональні зони та ділянки: 1) розбирально-складальне та регулювальне відділення (зона постів ТР) - обладнана оглядовою канавою для заїзду тракторів і автомобілів, ручною тальню вантажопідйомністю 3,2т та підставками-естакадами; 2) механічне відділення - призначене для виконання токарних, свердлильних та фрезерних робіт при виготовленні простих деталей і відновленні спрацьованих поверхонь; 3) ковальсько-зварювальне відділення - забезпечує виконання робіт з ручного дугового та газового зварювання, відновлення деталей наплавленням і термічної обробки; 4) слюсарно-інструментальне відділення призначене для зберігання пристосувань, різального й мірального інструменту, виконання дрібних слюсарних робіт (таблиця 1.4).

Таблиця 1.4 - Склад технологічного обладнання ремонтної майстерні

№ з/п	Найменування	Марка, тип	Кільк. од.	Технічний стан, % зносу	Технологічні можливості
1 Металорізальні верстати:					
1.1	Токарно-гвинторізний верстат	1К62	2	65	Задовільний; обмежена точність
1.2	Вертикально-свердильний верстат	2К135	2	50	Задовільний; експлуатується без обмежень
1.3	Універсально-фрезерний верстат	мод. 679	1	75	Потребує кап. ремонту
2 Зварювальне та ковальське обладнання:					
2.1	Газозварювальний апарат	АСК-167	1	40	Використовується для різання та паяння
2.2	Електрозварювальний апарат	ПСО-300	1	55	Задовільний; значні коливання струму
3 Підйомно-транспортне та допоміжне обладнання:					
3.1	Компресорна установка	СО-76	2	60	Задовільний; низька продукт. пневмолінії
3.2	Візок цеховий для агрегатів	ВЦ-1	1	80	Високий знос опорних коліс та рами
3.3	Ванна мийна цехова	ВМ-3	3	70	Низька ефективність миття - немає підігріву
4 Спеціалізовані стенди та пристосування:					
4.1	Стенд для притирання клапанів	ОР-6687М	1	50	Обмежені можливості регулювання
4.2	Розбирально-складальний стенд	ОРГ-20306	2	65	Задовільний
4.3	Прес гідравлічний	—	0	—	Запресовування деталей вручну

Аналіз таблиці 1.3 показує, що середня величина фізичного зносу наявного

технологічного обладнання перевищує 60%. Більшість металорізальних верстатів і стендів є морально застарілими (випуску 1980–1990-х років), що суттєво обмежує проведення точних відновлювальних робіт.

Також, обстеження РОБ агрофірми виявило наявність організаційних і технічних недоліків, які впливають на експлуатаційну надійність МТП: 1) технологічна незавершеність процесу очищення - існуючі мийні ванни ВМ-3 експлуатуються без припливного підігріву робочого розчину. Як мийне середовище використовують дизельне паливо чи холодний розчин каустичної соди. Це не забезпечує якісного видалення застарілих смолистих та асфальто-грязьових відкладень з внутрішніх контурів деталей, що призводить до прискореного зношування спряжень після складання; 2) низький рівень механізації важких робіт - у майстерні повністю відсутній гідравлічний прес, через що процеси демонтажу та монтажу підшипників, втулок і шестерень здійснюються ударним методом за допомогою молотків, що призводить до мікротріщин у деталях; 3) відсутність умов для ремонту гальмівних систем є найбільш критичним недоліком існуючої ЦРМ - повна відсутність спеціалізованого робочого поста (дільниці) та відповідного обладнання для обслуговування і ремонту гальмівних систем автотракторної техніки [18, 20, 25].

В умовах існуючої майстерні ремонт елементів гальмівних систем виконується за «примітивною» технологією безпосередньо в зоні постів ТР на підлозі, що призводить до проблем: 1) неможливість точної дефектовки пневмоагрегатів - через відсутність спеціалізованих стендів для контролю герметичності та робочих параметрів, ремонт пневматичних компресорів, регуляторів тиску та гальмівних камер; 2) Відсутність стендів для обкатки та контролю тиску - відремонтовані вузли гідравлічних гальм встановлюються на техніку без попередньої стендової перевірки на витік робочої рідини під високим тиском; 3) небезпечні умови праці - розбирання енергоємних силових пружин гальмівних камер виконується слюсарями за допомогою підручних засобів (ломів,

струбцин), що є загрозою травмування персоналу.

Виявлені недоліки показують, що раціональним вирішенням цих проблем є технічне переоснащення ЦРМ із виділенням спеціалізованої дільниці по ремонту гальмівних систем оснащеної сучасними стендами для розбирання, дефектування, обкатки пневмо- та гідроагрегатів, впровадження діагностичного стенда для фінального випробування гальмівних зусиль безпосередньо в майстерні.

1.4. Обґрунтування теми бакалаврської кваліфікаційної роботи

Проведений аналіз виробничо-господарської діяльності та оцінка стану ремонтно-обслуговуючої бази підприємства вказують на наявність технологічного дисбалансу, зумовленого інтенсивним нарощуванням потужностей за рахунок високоефективної імпоротної техніки та критичного зносу й вичерпання граничного терміну експлуатації вітчизняного автотракторного парку. Причому однією з провідних причин тривалих простоїв є незадовільний стан гальмівних систем, працездатність яких критично важлива для безпеки руху. Існуюча центральна ремонтна майстерня не має належних умов для якісного сервісу гальмівних пристроїв, оскільки дефектування, ремонт та обкатка вузлів виконуються за застарілими технологіями на випадкових робочих місцях без спеціалізованого обладнання, що унеможлиблює контроль герметичності під тиском, веде до суб'єктивного оцінювання результатів, породжує прихований брак і загрожує безпеці персоналу. Вирішенням цієї проблеми є технічне переоснащення майстерні з організацією спеціалізованої дільниці та впровадженням агрегатно-вузлового методу ремонту, що є економічно доцільним завдяки зниженню витрат на стендове відновлення порівняно з купівлею нових запасних частин та значному збільшенню ресурсу відрегульованих вузлів.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Обґрунтування та розрахунок річної трудомісткості робіт дільниці

В основі технологічного проектування майстерні технічного сервісу є визначення сумарного річного обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт T_p [19, 21, 22]. Розрахунок проведемо для вітчизняного складу машино-тракторного парку та автомобілів підприємства, наведених у таблиці 2.1 (див. таблицю 1.3 розділу 1).

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку річної трудомісткості робіт

№	Марка	шт.	Річ.пробіг, км / напрацювання, мото-год	ТО-1 за рік	ТО-2 за рік	Трудомісткість ТО-1 люд.- год.	Трудомісткість ТО-2, люд.- год.	Питома трудомісткість ПР
1	МТЗ-82	1	1200	8	2	6,2	24,5	0,25*
2	Т-150К	1	900	6	1	8,5	32,0	0,35*
3	ХТЗ-17221	4	1000	6	1	8,5	32,0	0,35*
4	ЗИЛ-130	1	20000	10	2	5,5	22,0	4,2**
5	МАЗ-5551	1	30000	15	4	6,0	25,0	4,5**
6	КрАЗ	4	25000	12	3	8,0	32,0	5,2**
7	УАЗ-31514	2	15000	12	3	2,5	9,5	2,4**

**Примітка: питома трудомісткість ПР для тракторів вказана в люд.-год./мото-год; питома трудомісткість ПР для автомобілів вказана в люд.-год./1000 км.*

Графічне унаочнення таблиці 2.1 показує, що найбільша сумарна трудомісткість є для автомобілів КрАЗ (2192 люд.-год.) та ХТЗ (1732 люд.-год.). Причиною є висока трудомісткість поточного ремонту цієї с.-г. техніки, що обумовлено їх складною конструкцією, значними навантаженнями під час експлуатації та необхідністю виконання великого обсягу відновлювальних робіт.

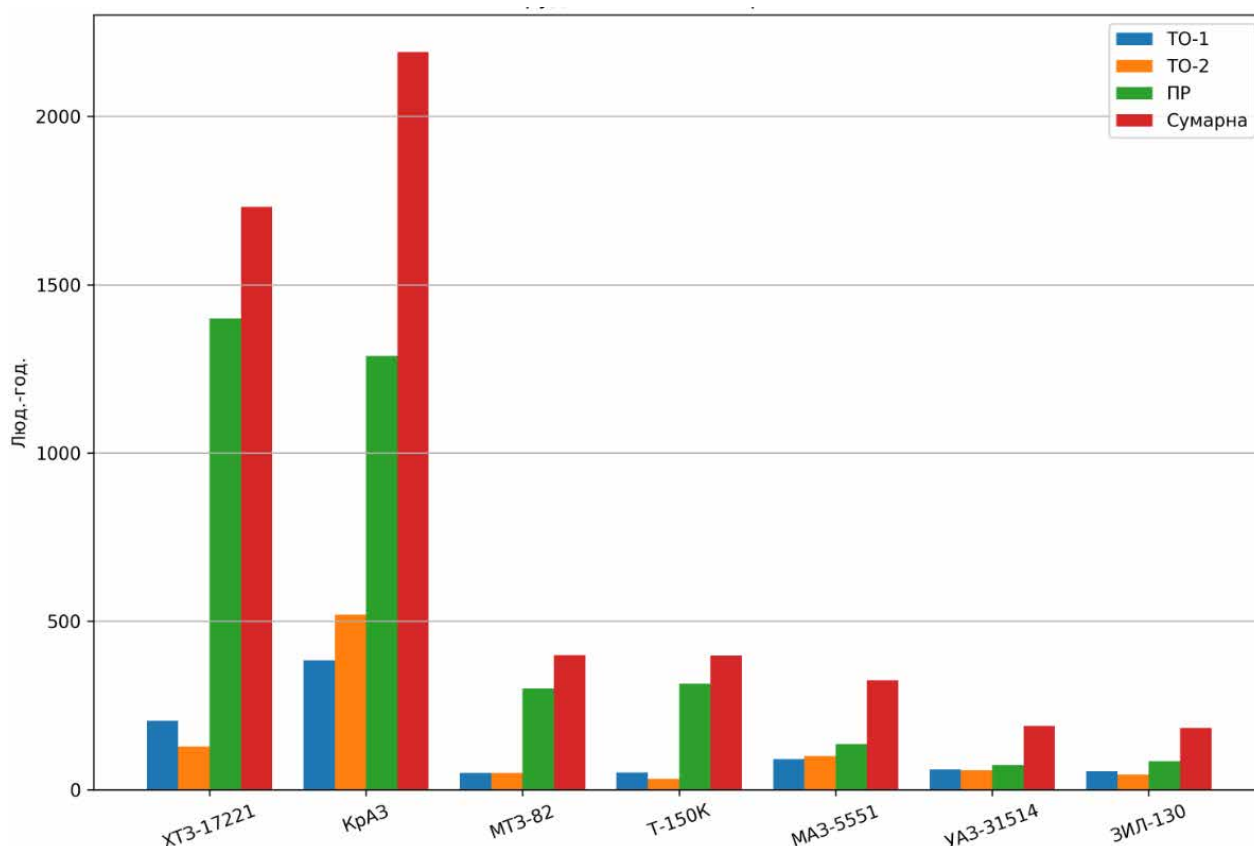


Рисунок 2.1 – Річна трудомісткість обслуговування за марками с.-г. техніки

Для визначення річного обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт кожної окремої i -ї моделі автотракторної техніки використовується методологія інтегрального підсумування витрат праці [1]:

$$T_{pi} = T_{ЩОд} + T_{ЩОт} + T_{1i} + T_{2i} + T_{ПРi} + T_{ПВ} + T_{ПК} + T_{ПП} \quad (2.1)$$

Враховуючи специфіку проектування спеціалізованої дільниці в умовах ремонтної майстерні агрофірми, роботи зі щоденного обслуговування та допоміжні операції виконуються безпосередньо водіями/трактористами на майданчиках зберігання та не включаються в трудомісткість постів майстерні. Розрахунок ведеться за основними плановими видами технічних робіт T_1 , T_2 та $T_{ПР}$. Сумарна річна трудомісткість ремонтної майстерні в цілому T_r за основними видами впливів розраховується як сума трудовитрат по всьому парку машин [11].

$$T_p = \sum_{i=1}^K T_{pi} = T_1 + T_2 + T_{\text{ПР}} \quad (2.2)$$

де: T_1 - сумарна річна трудомісткість ТО-1, люд.-год.;

T_2 - сумарна річна трудомісткість ТО-2, люд.-год.;

$T_{\text{ПР}}$ - сумарна річна трудомісткість поточного ремонту, люд.-год.

Річні обсяги робіт з технічного обслуговування для кожної моделі машин розраховуються за формулами:

$$T_{1i} = K_{\text{мі}} \cdot N_{1i} \cdot t_{1i}$$

$$T_{2i} = K_{\text{мі}} \cdot N_{2i} \cdot t_{2i} \quad (2.3)$$

Отримаємо наступні розрахунки для кожної марки техніки із табл.2.1:

МТЗ-82: $T_1 = 1 \times 8 \times 6,2 = 49,6$ люд.-год., $T_2 = 1 \times 2 \times 24,5 = 49,0$ люд.-год.

Т-150К: $T_1 = 1 \times 6 \times 8,5 = 51,0$ люд.-год., $T_2 = 1 \times 1 \times 32,0 = 32,0$ люд.-год.

ХТЗ-17221: $T_1 = 4 \times 6 \times 8,5 = 204,0$ люд.-год., $T_2 = 4 \times 1 \times 32,0 = 128,0$ люд.-год.

ЗИЛ-130: $T_1 = 1 \times 10 \times 5,5 = 55,0$ люд.-год., $T_2 = 1 \times 2 \times 22,0 = 44,0$ люд.-год.

МАЗ-5551: $T_1 = 1 \times 15 \times 6,0 = 90,0$ люд.-год., $T_2 = 1 \times 4 \times 25,0 = 100,0$ люд.-год.

КрАЗ: $T = 4 \times 12 \times 8,0 = 384,0$ люд.-год., $T_2 = 4 \times 3 \times 32,0 = 384,0$ люд.-год.

УАЗ-31514: $T_1 = 2 \times 12 \times 2,5 = 60,0$ люд.-год., $T_2 = 2 \times 3 \times 9,5 = 57,0$ люд.-год.

Загальна трудомісткість ТО-1 та ТО-2 становить за формулами (2.3):

$T_1 = 49,6 + 51,0 + 204,0 + 55,0 + 90,0 + 384,0 + 60,0 = 893,6$ люд.-год.

$T_2 = 49,0 + 32,0 + 128,0 + 44,0 + 100,0 + 384,0 + 57,0 = 794,0$ люд.-год.

Для визначення річної трудомісткості поточного ремонту ТПР рухомого складу (автомобілів і тракторів) на основі фактичного середньорічного напрацювання (або річного пробігу) та нормативної питомої трудомісткості використовується розрахункова залежність коригування [11]:

Для автомобілів (пробіг у км, питома трудомісткість на 1000 км):

$$T_{\text{ПР}i} = \frac{L_{\text{pi}} \cdot t_{\text{ПР}i} \cdot K_{\text{mi}}}{1000} \quad (2.4)$$

Для тракторів (напрацювання у мото-годинах, питома трудомісткість на 1 мото-год):

$$T_{\text{ПР}i} = L_{\text{pi}} \cdot t_{\text{ПР}i} \cdot K_{\text{mi}} \quad (2.5)$$

Проведемо розрахунок ПР для кожної групи техніки:

МТЗ-82: $T_{\text{ПР}} = 1200 \times 0,25 \times 1 = 300,0$ люд.-год.

Т-150К: $T_{\text{ПР}} = 900 \times 0,35 \times 1 = 315,0$ люд.-год.

ХТЗ-17221: $T_{\text{ПР}} = 1000 \times 0,35 \times 4 = 1400,0$ люд.-год.

ЗИЛ-130: $T_{\text{ПР}} = 20000 \times 4,2 \times 1 \div 1000 = 84,0$ люд.-год.

МАЗ-5551: $T_{\text{ПР}} = 30000 \times 4,5 \times 1 \div 1000 = 135,0$ люд.-год.

КрАЗ: $T_{\text{ПР}} = 25000 \times 5,2 \times 4 \div 1000 = 520,0$ люд.-год.

УАЗ-31514: $T_{\text{ПР}} = 15000 \times 2,4 \times 2 \div 1000 = 72,0$ люд.-год.

Загальна трудомісткість поточного ремонту наданої техніки становить $T_{\text{ПР}} = 300,0 + 315,0 + 1400,0 + 84,0 + 135,0 + 520,0 + 72,0 = 2826,0$ люд.-год.

З метою виділення технологічного обсягу робіт безпосередньо для проекрованої ділянки ремонту гальмівних систем, розрахунок річної трудомісткості робіт на ділянці $T_{\text{діл}}$ проводиться на основі пайової участі в загальних трудовитратах ТО і ПР підприємства:

$$T_{\text{діл}} = m_2 \cdot T_1 + m_3 \cdot T_{\text{ПР}} \quad (2.6)$$

де: m_2 - коефіцієнт частки трудовитрат ТО-1, що припадає на регульовально-діагностичні операції гальмівних систем. Згідно з нормативами ВНТП-АПК-17.07 для автотракторного парку [1] приймається $m_2 = 0,10$ (10%);

m_3 - коефіцієнт частки поточного ремонту, що виконується безпосередньо у відділенні майстерні з обслуговування та ремонту гальм, візьмемо $m_3 = 0,08$ (8%).

Підставивши розраховані значення в (2.6), матимемо $T_{\text{дл}} = 315,44$ люд.-год.

Таблиця 2.2 – Зведена відомість річної трудомісткості робіт (люд.-год.)

Модель	ТО-1	ТО-2	Поточний ремонт (ПР)	Загальна трудомісткість	В т.ч. на дільниці гальмівних систем
Трактори:					
МТЗ-82	49,6	49,0	300,0	398,6	28,96
Т-150К	51,0	32,0	315,0	398,0	30,30
ХТЗ-17221	204,0	128,0	1400,0	1732,0	132,40
Автомобілі:					
ЗИЛ-130	55,0	44,0	84,0	183,0	12,22
МАЗ-5551	90,0	100,0	135,0	325,0	19,80
КрАЗ	384,0	384,0	520,0	1288,0	80,00
УАЗ-31514	60,0	57,0	72,0	189,0	11,76
Всього по парку	893,6	794,0	2826,0	4513,6	315,44

2.2. Розрахунок чисельності виробничого персоналу дільниці

Штатна (облікова) чисельність ремонтних робітників дільниці $P_{\text{ш}}$, яка забезпечує повне виконання запланованого обсягу робіт з відновлення елементів гальмівних систем, розраховується через ефективний фонд часу:

$$P_{\text{ш}} = \frac{T_{\text{дл}}}{\Phi_{\text{р}}} \quad (2.5)$$

де: $T_{\text{дл}} = 315,44$ люд.-год. - річна трудомісткість робіт по дільниці ремонту гальмівних систем;

$\Phi_{\text{р}}$ - ефективний річний фонд часу одного ремонтного робітника.

Для слюсарів з ремонту гальмівних систем та ходової частини за 41-годинного робочого тижня та з урахуванням відпусток $\Phi_{\text{р}} = 1820$ год. Матимемо $P_{\text{ш}} \approx 0,173$ чол. Отримане розрахункове значення $P_{\text{ш}} \approx 0,17$ вказує на те, що повне завантаження окремого робітника на даній дільниці є недоцільним. Технологічно ремонтні роботи виконуються одним висококваліфікованим слюсарем-сумісником

(наприклад, слюсарем з ремонту ходової частини та трансмісії) із завантаженням $\approx 17,3\%$ його річного робочого часу на спеціалізованому обладнанні дільниці.

2.3. Визначення виробничої площі дільниці ремонту гальмівних систем

Загальна виробнича площа дільниці визначається за методом горизонтальної проекції технологічного обладнання з урахуванням коефіцієнта щільності [20]:

$$F_{\text{дїл}} = \left(\sum S_{\text{обл}} + S_{\text{об.рем.}} \right) \cdot K_{\text{рз}} \quad (2.6)$$

де: $S_{\text{обл}}$ - сумарна площа горизонтальної проекції за габаритними розмірами всього обладнання дільниці, м^2 ;

$S_{\text{обл.рем}}$ - площа, що відводиться безпосередньо под об'єкти ремонту (вузли на стендах або деталі на підлозі), м^2 ;

$K_{\text{рз}}$ - коефіцієнт щільності розташування обладнання (для агрегатних і гальмівних дільниць згідно з ОНТП приймається 4,0).

Для забезпечення технологічного процесу на дільниці встановлюється таке спеціалізоване обладнання (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Перелік основного технологічного обладнання дільниці

№	Найменування обладнання	Марка, тип	Габаритні розміри, мм	Площа $S_{\text{обл}}$	Кільк.	Сумарна площа, м^2
1	Стенд для обточування колодок та барабанів	P-105	1200 x 800	0,96	1	0,96
2	Слюсарний верстак з лещатами	ОРГ-1468	1500 x 700	1,05	1	1,05
3	Прес гідравлічний настільний	ОКС-1671	1000 x 600	0,60	1	0,60
4	Стенд для контролю пневмоапаратів	K-209	1200 x 800	0,96	1	0,96
5	Ванна мийна агрегатна	ОМ-425	800 x 600	0,48	1	0,48
6	Стіл-стелаж для деталей	СС-01	1200 x 600	0,72	1	0,72
	Всього під обладнанням	-	-	-	-	4,77

Прийmemo площу під тимчасове розміщення деталей та вузлів на підлозі Соб.рем. = 12,2 м². Тоді виробнича площа ділянки 16,8 м². Відповідно до планувальних стандартів ремонтної майстерні, приймаємо площу ділянки рівною 36,0 м² (планувальні розміри приміщення ділянки: 6,0 x 8,0 м).

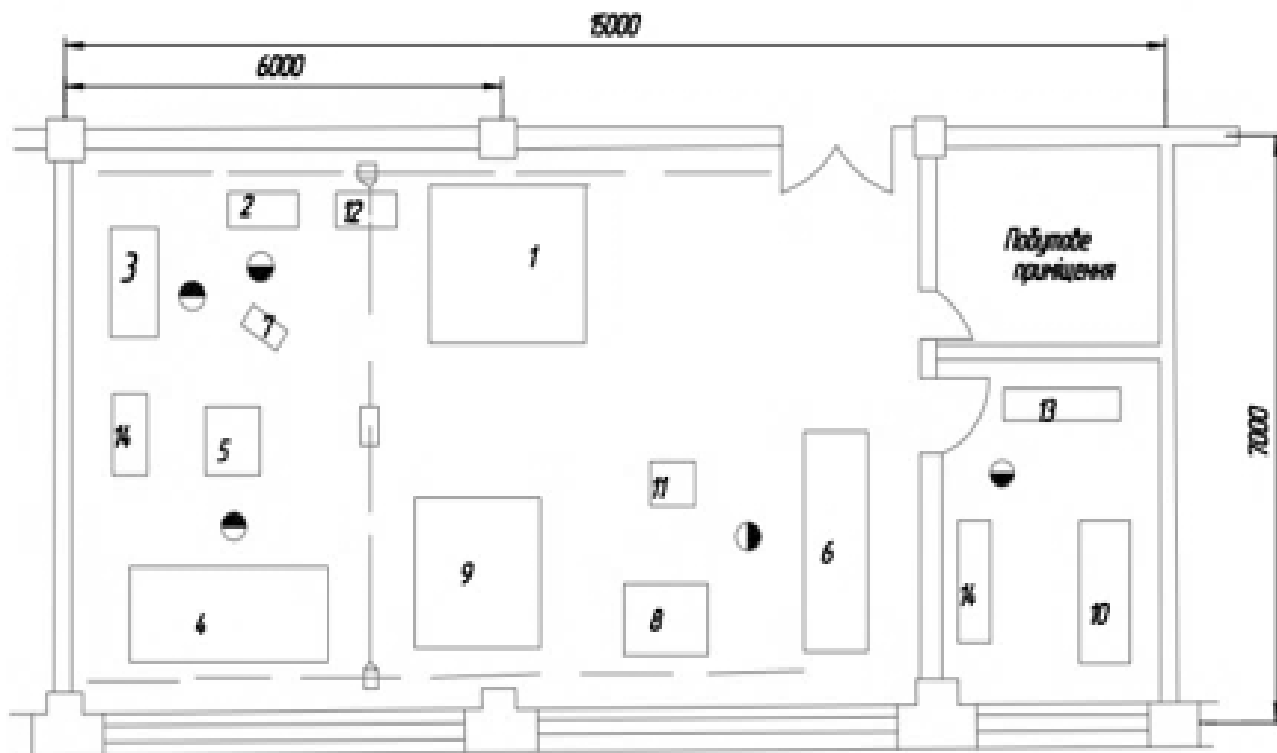


Рисунок 2.2 – План ділянки: 1 - Стенд для зрізання гальмівних колодок;
 2 - Дефектувальний стіл ОРГ-1468-01-090А; 3 - Стенд для зрізання накладок;
 4 - Верстат токарно-гвинторізний 1А161; 5 - Круглошліфувальний верстат 1М153А; 6 - Прес Р-324; 7 - Верстат вертикально-свердлильний 2А-135;
 8 - Верстат горизонтально-фрезерний 6Р80Ш; 9 - Шкаф для інструментів;
 10 - Ящик для піска; 11 - Кран-балка електрофікована підвісна ГОСТ 7890-73;
 12 - Конвеєр 0206-041; 13 - Стелаж для деталей і вузлів 5152

Технологічна структура проектованої ділянки гальмівних систем розроблена з урахуванням складу МТП, який включає як трактори з комбінованими пневмогідравлічними гальмами (наприклад, ХТЗ), так і сучасну імпорتنу техніку з мокрими багатодисковими гальмами, а також вантажні автомобілі з пневматичним

(КраЗ) та гідравлічним (УАЗ) приводами.

Для забезпечення замкненого циклу відновлення працездатності гальмівних пристроїв на дільниці передбачено виконання таких основних технологічних завдань та організацію відповідних спеціалізованих робочих зон:

1. Пост вхідного контролю та зовнішньої діагностики. Оцінка загальної ефективності гальмування безпосередньо на рухомому складі, виявлення міжосьового гальмівного дисбалансу, вимірювання часу спрацьовування приводу та питомої гальмівної сили. Реалізується за допомогою роликового гальмівного стенда, розташованого на проїзному посту розбирально-складальної зони (поруч із дільницею), а також портативних приладів контролю тиску та герметичності магістралей.
2. Пост очищення, миття та дефектування. Застосування закритої агрегатної мийної машини з підігрівом лужного розчину та ультразвукової ванни для дрібних точних деталей (клапанів, золотників, ущільнювальних елементів).
3. Пост ремонту та відновлення пневматичних гальмівних апаратів. Розбирання, дефектування та складання пневматичних компресорів, гальмівних кранів, регуляторів тиску, запобіжних клапанів та вологовідділювачів. Організація спеціалізованого верстака з комплектом знімачів, пристосувань для притирання клапанів компресора та пневмоінструменту.
4. Пост ремонту гальмівних камер та енергоаккумуляторів. Завдання: Безпечний демонтаж, заміна пошкоджених діафрагм, поворотних пружин та збирання гальмівних камер (типів 16, 20, 24, 30) та циліндрів з енергоаккумуляторами. Технологічне рішення: Використання спеціалізованого стенда-преса з гвинтовим або пневматичним приводом, який забезпечує надійне стискання та фіксацію потужної силової пружини енергоаккумулятора під час розбирання корпусу, запобігаючи травмуванню робітника.
5. Пост ремонту та відновлення гідравлічних гальмівних пристроїв. Відновлення головних та колісних гальмівних циліндрів, заміна гумотехнічних

ущільнювальних манжет, ремонт супортів та прокачування гідравлічних контурів. Застосування доводочно-притиральних пристосувань для хонінгування внутрішніх робочих поверхонь циліндрів та спеціальних оправ для монтажу поршнів без пошкодження кромки манжет.

6. Пост механічної обробки та заміни фрикційних елементів. Відновлення робочої геометрії гальмівних дисків та барабанів, зрізання зношених та наклепування нових фрикційних накладок на гальмівні колодки. Впровадження токарного верстата для проточування безпосередньо в умовах дільниці, а також пневмогідравлічного преса для клепання фрикційних накладок заклепками із м'яких металів (алюміній, мідь).
7. Пост випробування та обкатки відремонтованого обладнання. Кінцевий контроль герметичності та робочих параметрів відремонтованих апаратів пневмо- та гідроприводів перед їх монтажем на техніку. Спеціалізований випробувальний стенд, оснащений манометрами високої точності, компресорною лінією та гідростанцією, що дозволяє створювати тестовий тиск у пневматичних (0,8.. 1,0 МПа) та гідравлічних (0,8.. 1,0 МПа) контурах.

2.4. Технологічний процес ремонту гальмівної системи (заміна фрикційних накладок гальмівної колодки автомобіля MAN)

Технологічний процес заміни фрикційних накладок гальмівних колодок барабанного типу вантажних автомобілів MAN (зокрема, заднього моста автомобіля MAN TGX 26.440 розроблено з метою повного відновлення гальмівної ефективності та забезпечення ресурсу фрикційного спряження до рівня не менше 80% від показників нового вузла. Відновлення колодок шляхом заміни лише фрикційних накладок за допомогою клепання на спеціалізованому пресовому обладнанні дільниці є найбільш економічно обґрунтованим методом ремонту [6, 8, 10, 13, 16, 26,30], що знижує витрати на запасні частини на 45..60%.

Маршрутна технологія відновлення робочих характеристик гальмівної колодки складається з наступних етапів (див. ДОТАТОК Б):

1. Приймально-очисна операція - доставка гальмівних колодок на ділянку, очищення від грязьових відкладень та миття в машині АМ1000 гарячим лужним розчином для видалення мастил та продуктів фрикційного зносу.
2. Розбиральна операція - видалення зношених накладок шляхом зрізання або висвердлювання латунних (алюмінієвих) заклепок на пневмогідравлічному пресі ПИМ-1468-17 або свердлильному верстаті 2К135.
3. Підготовча операція - зачищення ободу колодки від корозії, нагару та залишків фрикційного матеріалу, зняття заусенців навколо отворів під заклепки на слюсарному верстаку ОРГ-1468.
4. Дефектувальна операція - інструментальний контроль геометричних параметрів колодки, контроль отворів під опорні пальці та заклепки, перевірка паралельності ребер та відсутності тріщин у металі ободу.
5. Складальна операція (клепання) - встановлення нових безазбестових фрикційних накладок на обід колодки та фіксація їх новими трубчастими заклепками за допомогою преса ПИМ-1468-17 з дотриманням зусилля пресування та послідовності клепаєння (від центру накладки до країв).
6. Механічна обробка (проточка) - проточка зовнішнього робочого діаметра приклепаних накладок у зборі з колодкою на спеціальному токарному верстаті SPIN 02.003.09 під номінальний радіус гальмівного барабана з урахуванням монтажного зазору.
7. Контрольна операція - кінцева інспекція якості прилягання накладки до колодки, вимірювання товщини фрикційного шару та шорсткості поверхні.

Таблиця 2.4 – Послідовність збирання гальмівної колодки автомобіля MAN

Найменування операції та переходи	Обладнання, інструмент	Технічні вимоги, параметри контролю
Підібрати комплект нових без-азбестових накладок та 12 латунних заклепок	Верстак ОРГ-1468, штангенциркуль ШЦ-I	Тип накладок - під барабан MAN 410мм. Заклепки трубчасті d8
Притиснути нову накладку до ободу колодки, сумістивши отвори, зафіксувати	Тимчасові гвинтові затискачі (струбцини)	Накладка повинна щільно сісти на обід без перекосів
Послідовно розклепати 12 заклепок, починаючи від центру накладки до країв	Прес пневмогідравлічний ПИМ-1468-17	Зусилля преса відрегулювати на тиск повітря – 0,6МПа. Заклепки мають бути втоплені на 3,5..4мм
Перевірити якість клепаання та щільність прилягання накладки	Контрольна плита, набір щупів	Допускається зазор між накладкою та ободом колодки (граничний - до 0,3 на ділянці не більше 15)

Рис.2.3 унаочнює основні операції в карті ремонту гальмівної колодки.

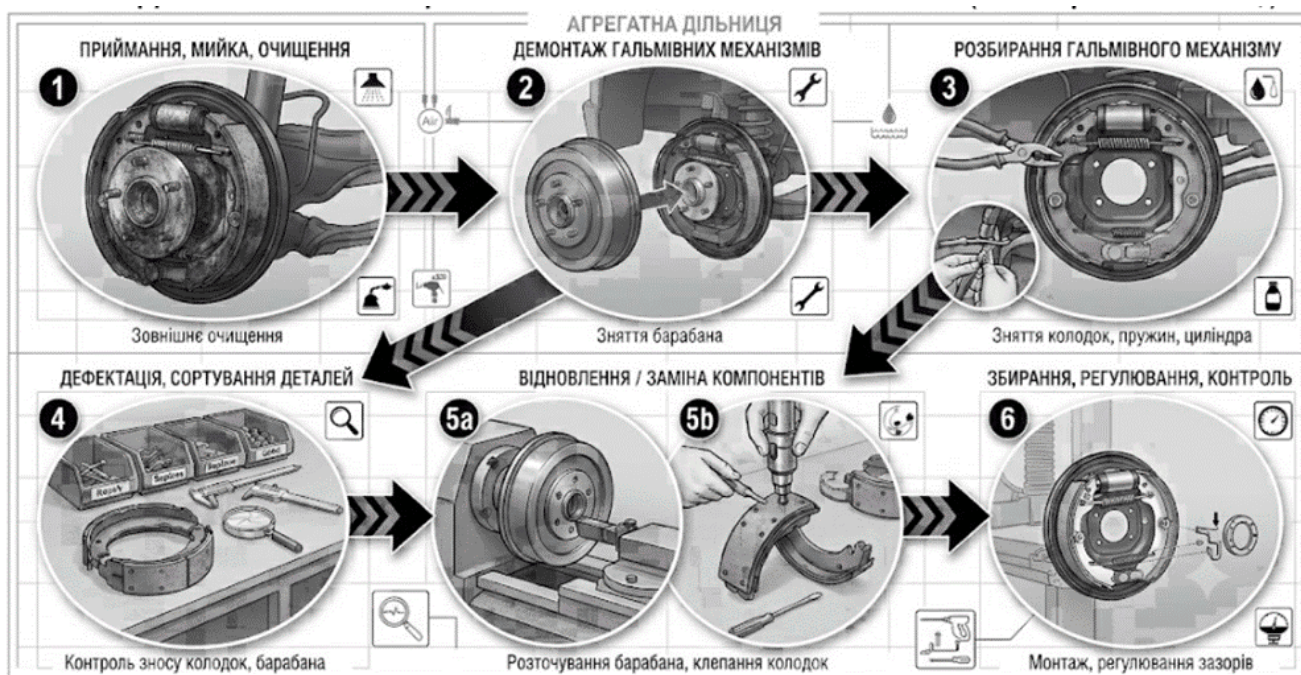


Рисунок 2.3 – Основні операції маршрутної карти ремонту гальмівних колодки (авторська розробка з використанням генеративної моделі)

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Аналіз існуючих конструкцій стендів для ремонту та випробування гальмівних систем

Існуюче технологічне обладнання [27, 31] для обслуговування гальм класифікують за функціональним призначенням на основні групи (рис. 3.1): 1) діагностичні та випробувальні стенди для визначення інтегральних гальмівних характеристик мобільних машин; 2) стенди для випробування, обкатки та контролю герметичності демонтованих агрегатів гальмівного приводу (компресорів, гальмівних кранів, регуляторів тиску); 3) спеціалізовані металообробні верстати, зрізання та наклепування накладок, проточування дисків і барабанів; 4) розбирально-складальні пристосування для ремонту колісних гальмівних механізмів (безпечного розбирання гальмівних камер).



Рисунок 3.1 – Класифікація обладнання для обслуговування гальмівних систем

Універсальний роликовий стенд СТМ-3500 (НПФ «Мета») призначений для контролю параметрів гальмівних систем транспортних засобів із навантаженням на вісь до 3500 кг. Стенд дозволяє вимірювати гальмівну силу на кожному колесі в діапазоні 0..10 кН, зусилля на органі керування (педалі) від 0 до 1000 Н. Система керування повністю автоматизована, передача даних здійснюється по протоколу

МЕТА на центральний комп'ютер з автоматичним формуванням діагностичної карти. Переваги - висока точність вимірювання, можливість інтеграції в автоматизовані лінії техогляду. Недоліки - обмежена вантажопідйомність (3,5т на вісь), що унеможливорює діагностику важких енергонасичених тракторів, які мають осьові навантаження понад 80..10кН.

Вантажний роликовий стенд Beissbarth BD 8426 (Німеччина) використовується для діагностики вантажних автомобілів, автобусів та тракторів з допустимим осьовим навантаженням до 15т. Оснащений мотор-редукторами потужністю по 11кВт кожен, що забезпечує швидкість обертання роликів 2,4 км\год. Вимірювання гальмівних сил виконується за допомогою високоточних тензорезистивних датчиків у діапазоні до 40 кН на колесо. Переваги - міцність конструкції, здатність працювати з важкою аграрною технікою, Недоліки - надзвичайно висока вартість обладнання, висока енергоємність, велика глибина фундаментного приямку, чутливість електронних датчиків до агробрудку й пилу.

Стенд випробувальний К-264 для контролю параметрів пневматичних гальмівних апаратів оснащений власною ресиверною групою, компресорною лінією з тиском повітря точності не менше 0.6, що дозволяє перевіряти тиск включення та виключення регуляторів тиску, герметичність запірних клапанів, час спрацьовування гальмівних кранів та величину тиску у робочих порожнинах гальмівних камер. Переваги - можливість комплексної перевірки практично всієї гальмівної апаратури автомобілів та тракторів. Недоліки - значні габаритні розміри, потреба у потужному зовнішньому джерелі стисненого повітря, висока трудомісткість підключення комунікаційних шлангів під час випробувань.

Наступна група обладнання [26, 30] забезпечує відновлення геометричних параметрів деталей та складання найнапруженіших вузлів колісних гальм.

Стенд для зрізання гальмівних накладок моделі 70-7826-1528 призначений для механізації процесу видалення зношених фрикційних накладок з гальмівних колодок автомобілів. Стенд має зварну раму, на якій встановлено електродвигун

потужністю 2.2 кВт. Через клинопасову передачу та черв'ячний редуктор обертання передається на планшайбу, де закріплюється колодка. Робочий різець, встановлений на гвинтовому супорті, здійснює зрізання зношеного фрикційного шару разом із головками заклепок при обертанні планшайби. Переваги - висока продуктивність, повне виключення ударних деформацій ободу колодки порівняно з ручним зрубванням заклепок зубилом. Недоліки - утворення великої кількості пилю, що вимагає підключення потужної аспіраційної установки, та обмежена універсальність (пристосований під конкретні радіуси колодок).

Універсальний стенд-кантувач ОПР-989 (або ОРГ-20306) являє собою зварну конструкцію з хрестоподібною стійкою-опорою та ручним черв'ячним приводом повороту кронштейна-державки. Черв'ячний редуктор забезпечує крутний момент на вихідному валу до 437 Н*м при зусиллі робітника на рукоятці 100 Н. Це дозволяє плавно повертати важкі супорти та колодки колісних гальм через кожні 90° для зручності слюсаря. Переваги - простота конструкції, повна енергонезалежність, високий рівень безпеки праці за рахунок самогальмування черв'ячної пари. Недоліки - високі фізичні витрати часу на ручне обертання, відсутність механізованого затискача деталей.

Проведений аналіз показує, що придбання дорогих імпортованих роликів стендів типу Beissbarth або складної автоматизованої випробувальної апаратури є економічно неефективним через тривалий термін окупності та складність сервісного обслуговування (табл. 3.1).

Водночас, виконання слюсарями розбирально-складальних операцій вручну призводить до низької якості ремонту та високого ризику виробничого травматизму, особливо при обслуговуванні важких колісних гальм тракторів та вантажних автомобілів MAN, де зусилля попереднього стиску силових пружин у гальмівних камерах з енергоаккумуляторами досягає 12..15 кН.

Таблиця 3.1 – Порівняльний аналіз існуючих конструкцій гальмівних стендів

Марка / Тип стенда	Вид привода та енергоносій	Характерис тики	Контрольо вані показники	Основні переваги конструкції	Недоліки, що обмежують використання в ЦРМ
СТМ-3500 (роликовий)	Електричний	Навантаже ння на вісь до 3,5т; швидкість роликів 3 км/год	Гальмівна сила колеса (0..10кН), зусилля на педаль	Висока точність, автоматични й друк протоколів	Мала вантажопідйо мність; не підходить для важких тракторів Fendt, ХТЗ
Beissbarth BD 8426	Електричний	Навантаже ння на вісь до 15 т	Гальмівна сила колеса (0..40кН), асиметрія гальм	Висока міцність; підходить для важких с/г машин	Дуже висока вартість; складність монтажу та обслуговуван ня датчиків
К-264 (випробувал ьний)	Пневматични й від зовнішньої магістралі	Максималь ний тиск повітря	Герметичні сть клапанів, тиск спрацьовув ання апаратів	Комплексни й контроль всієї гальмівної пневмоапара тури	Складність переналагодж ення; великі габарити; ручне підключення
70-7826- 1528 (зрізання)	Електромеха нічний, 380 В	Потужніст ь різання, обертання планшайби	Радіус та точність зрізання накладок	Висока швидкість видалення зношених накладок	Висока пилоутворюв аність; обмежена номенклатура колодок
ОПР-989 (кантувач)	Ручний механічний (черв'ячний редуктор)	Кут повороту 360; вихідний момент 437 Н·	Просторов а орієнтація вузла при ремонті	Надійність, безпека (самогальмув ання), мобільність	Повністю ручне керування; відсутність силових приводів

З вищевикладеного, в межах даного дипломного проекту як конструктивну пропозицію для технічного переоснащення дільниці ремонту гальмівних систем прийнято рішення спроектувати спеціалізоване стаціонарно-цехове пристосування) для розбирання, дефектування та складання гальмівних апаратів і колісних гальм [33, 34, 35].

Проектований стенд буде поєднувати в собі: 1) жорстку зварну станину коробчатого типу масою до 160 кг, що кріпиться до підлоги анкерами; 2) черв'ячний поворотний механізм для плавного повороту закріпленого гальмівного вузла з надійною фіксацією положення через кожні 90^0 ; 3) потужний затискний пристрій, що дозволить виконувати плавний та безпечний стиск і розбирання пружин гальмівних камер (ДОДАТОК В).

3.2. Проектування розташування та монтажної зони діагностичного стенда для зрізання гальмівних накладок

У процесі технічного переоснащення ремонтної майстерні агрофірми та організації спеціалізованої дільниці з ремонту гальмівних систем особливе значення має раціональне просторове розміщення контрольно-діагностичного обладнання. Основним елементом матеріально-технічного забезпечення дільниці, що розробляється, є роликовий стенд для контролю ефективності гальмування та стійкості автотракторної техніки.

Відповідно до нормативно-технічних вимог технологічного проектування [1] (ВНТП-АПК-17.07) та правил охорони праці, планування монтажної зони стенда виконується з урахуванням габаритних розмірів обладнання, вимог щодо забезпечення безпечних умов роботи оператора, а також раціональних схем руху транспортних засобів.

3.2.1. Аналіз конструктивно-геометричних параметрів стенда

Для інтеграції випробувального комплексу у виробничу площу ремонтної

майстерні визначено його основні геометричні характеристики та просторові параметри встановлення:

Загальні габарити стенда у плані: 920 x 690 мм (згідно з технічною документацією аналізованого конструкторського прототипу).

Повна висота установки: 880 мм.

Конструктивна маса обладнання: 237,9 кг.

Враховуючи зазначену масу та габарити, проектом передбачається ергономічне настільне (наверстатне) встановлення стенда або його монтаж на спеціалізовану жорстку металоконструкцію (основу) в межах виділеного поста діагностики агрегатної ділянки. Це забезпечує зручність проведення фінальних операцій технічного обслуговування, притирання фрикційних накладок та безпосереднього контролю гальмівного моменту.

3.2.2. Розрахунок та обґрунтування площі монтажної зони

Проектування просторового розміщення обладнання здійснюється на основі розрахунково-аналітичних методів з використанням коефіцієнта щільності розставлення устаткування. Загальна площа ділянки або окремої монтажної зони визначається за формулою:

$$F_{\text{д}} = SF_{\text{у}} \cdot K_{\text{щ}}, \quad (3.1)$$

де: $SF_{\text{у}}$ - сумарна площа горизонтальної проекції технологічного обладнання;

$K_{\text{щ}}$ - коефіцієнт щільності розташування обладнання, який враховує проходи, проїзди та робочі зони навколо верстатів і стендів.

Для забезпечення нормативних умов праці слюсарів-ремонтників, вільного доступу до кінематичних та вимірювальних вузлів стенда, а також для безпечного підведення комунікацій (ліній електроживлення 380 В, заземлення та інформаційних шлейфів до пульта керування), навколо стенда проектується нормативна робоча зона. Розміщення постів ТО і ТР виконується в такий спосіб, щоб повністю виключити можливість виникнення зустрічних або перехресних транспортних і людських потоків усередині виробничого корпусу.

Технологічний процес обробки гальмівної накладки на розробленому пристосуванні здійснюється за такою схемою [23, 27, 28, 31]:

Крок 1. Встановлення та базування. Слюсар-ремонтник бере відремонтовану колодку MAN (чи іншої машини) з приклепаними новими накладками і встановлює її отворами під опорні пальці на змінні штифти центруючої оправки пристосування. Протилежний кінець колодки (де встановлюється ролик розтискного кулака) спирається на регульований упор, виставляючи робоче положення деталі за шаблоном.

Крок 2. Пневматичний затиск. Оператор повертає ручку крана керування на пульті пристосування. Стиснене повітря під тиском 0,6МПа надходить у робочу порожнину пневмоциліндра. Шток переміщується, і через важільну передачу притискний упор надійно фіксує ребра колодки до опорної поверхні оправки.

Крок 3. Налаштування на розмір. За допомогою поперечного ходового гвинта супорта різець виставляється на розрахункову глибину різання (залежно від припуску на обробку). Положення контролюється за лімбом маховичка з ціною поділки 0,05мм. Радіус обробки встановлюється рівним радіусу гальмівного барабана автомобіля за формулою:

Крок 4. Процес обточування. Вмикається електродвигун привода шпинделя $N=1,5\text{кВт}$, $n=1420\text{ об/хв}$. Через клинопасову передачу та черв'ячний редуктор оправка з колодкою починає обертатися з робочою частотою 65..80 об/хв (швидкість різання 1,4м/с). У цей же час автоматично або вручну вмикається поздовжня подача супорта каретки різця, який плавно переміщується вздовж осі обертання, знімаючи нерівності фрикційного матеріалу за один-два проходи.

Крок 5. Кінцевий контроль. Після завершення проходу вимикається двигун привода. Проводиться візуальна оцінка чистоти обробленої поверхні та замір товщини накладки за допомогою мікрометра [21]. Оброблена колодка знімається з оправки і направляється на контроль і складання.

3.2. Опис та принцип роботи розробленого стенду «Пристосування для обточування гальмівних накладок в зборі з колодкою»

Для практичної реалізації розробленого технологічного процесу відновлення деталей колісних гальм та забезпечення спряження фрикційної накладки з робочою поверхнею гальмівного барабана, в конструкторській частині проекту розроблено спеціалізоване стаціонарно-цехове пристосування. Стенд інтегрується у виробничу інфраструктуру дільниці по ремонту гальмівних систем і дозволяє проводити токарну обробку (обточування) приклепаних фрикційних накладок.

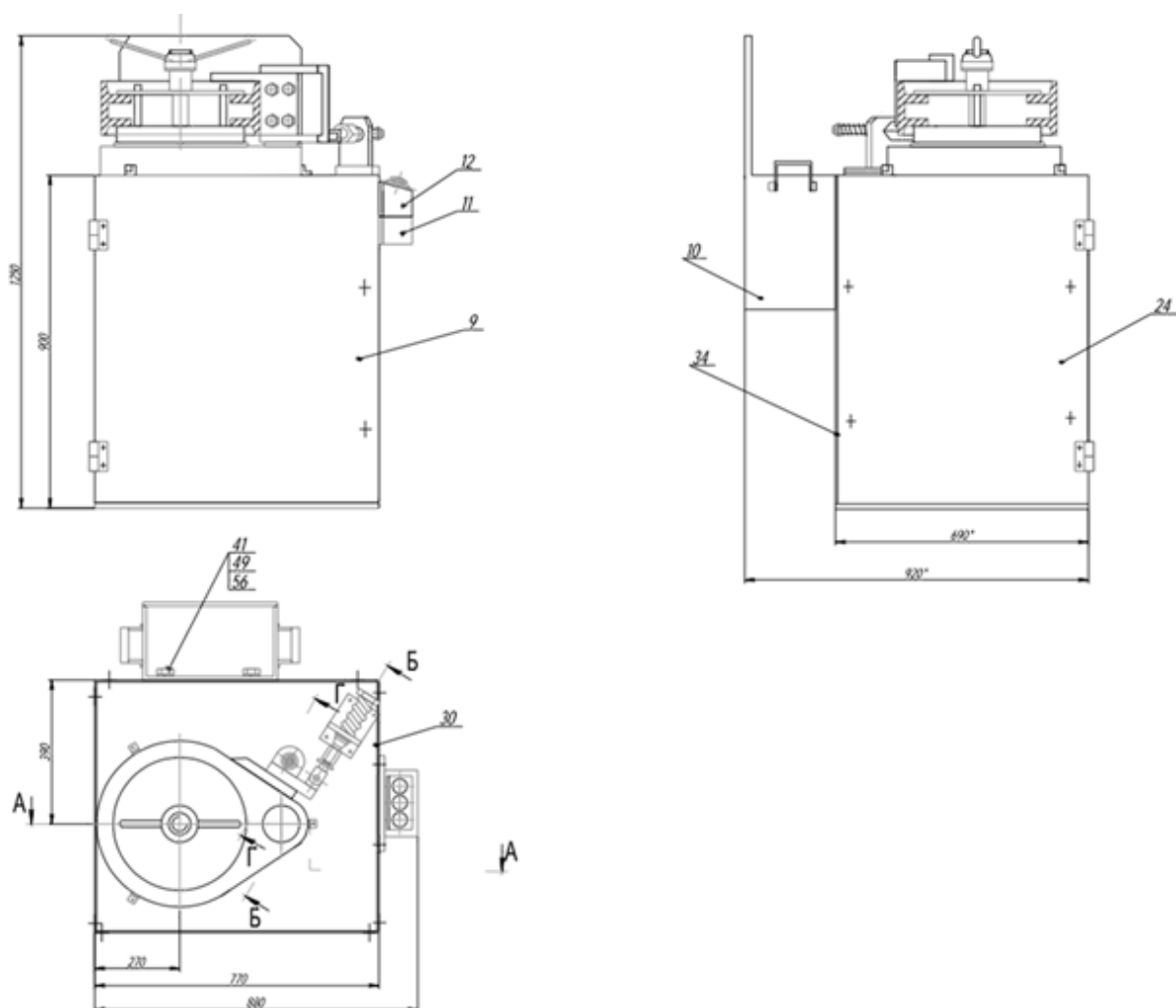


Рисунок 3.2 – Складальний кресленик пристосування обточування накладок

Головною метою обточування накладок після їх клепаання на пресі є усунення неминучих похибок складання: радіального биття накладки відносно геометричної

осі колодки, нерівномірності товщини фрикційного шару та можливого жолоблення ободу. Якщо встановити колодки з новими накладками без обточування, початкова площа контакту фрикційної пари з барабаном становитиме лише 30..45%, що призведе до: 1) зниження ефективності гальмування під час перших циклів експлуатації; 2) теплового перегріву фрикційного матеріалу, викликаного точковим контактом, з подальшим викривленням або розтріскуванням накладки [6, 10, 113, 29, 31].

Розроблене пристосування забезпечує обточування накладок у зборі з колодкою за схемою базування, яка повністю імітує роботу колодки в реальному гальмівному механізмі автомобіля (MAN, MA3) або трактора ХТЗ. Обробка здійснюється під номінальний радіус внутрішньої робочої поверхні барабана з урахуванням регламентованого теплового зазору 0,4..0,6 мм, що дозволяє досягти початкової площі прилягання фрикційної пари не менше 95..98% відразу після монтажу на машину.

Конструкція розробленого пристосування являє собою жорсткий малогабаритний настільний верстат напівавтоматичної дії з комбінованим пневмомеханічним приводом.

До основних конструктивних елементів та вузлів пристосування належать:

1. Основа (базова плита) пристосування являє собою жорстку литу конструкцію з сірого чавуну марки СЧ20 (або сталі 45 коробчатого перерізу), що поглинає вібрації від процесу різання. Основа базується на верстаку за допомогою шпонок та надійно закріплюється анкерними болтами. Габаритні розміри опорної поверхні плити становлять 800х600 мм.
2. Поворотний шпindelний вузол залучає пустотілий вал-шпindel, із конструкційної сталі 40Х. На консольному кінці шпинделя монтується змінна центруюча оправка (диск-державка), яка підбирається під конкретний тип колодки (MAN, ХТЗ тощо). Вал приводиться в обертання від асинхронного електродвигуна через клинопасову передачу та черв'ячний редуктор.

3. Система базування та копіювання забезпечує точну концентричність обробки, пристосування оснащене парою опорних пальців та упорів, геометричні осі яких строго відповідають осям опорних пальців колодок гальмівного щита. Це дозволяє нівелювати похибки виготовлення колодки.
4. Пневматичний затискний пристрій гальмівної колодки в оправці здійснюється за допомогою поршневого пневмоциліндра двосторонньої дії (діаметр поршня 100 мм, робочий хід штока 50 мм). Пневмоциліндр розвиває осьове зусилля на штоку до 4,7кН при номінальному тиску в цеховій магістралі 0,6МПа. Через систему двоплечих важелів зусилля затиску на притискному упорі збільшується до 18..20кН, що повністю виключає вібрації та провертання колодки під дією тангенціальної сили різання.
5. Супорт подачі різального інструменту (каретка) складається з поздовжньої та поперечної кареток. Поперечне переміщення служить для встановлення глибини різання (налаштування на розмір барабана), а поздовжнє - для безпосереднього проходу різця вздовж ширини гальмівної накладки. Подача різця здійснюється ходовим гвинтом за допомогою ручного маховичка або автоматичного фрикційного привода від головного вала.
6. Різальний інструмент та пиловловлювач. Для обробки сучасних високоабразивних без-азбестових накладок використовується прохідний токарний різець з механічним кріпленням змінної твердосплавної пластини з вольфрамокобальтового сплаву ВК6 (або ВК8), що характеризується високою стійкістю до абразивного спрацювання. Робоча зона різання закрита прозорим захисним кожухом з органічного скла та підключена патрубком до цехової аспіраційної системи (пиловловлювача) для безпечного видалення стружки та фрикційного пилу.

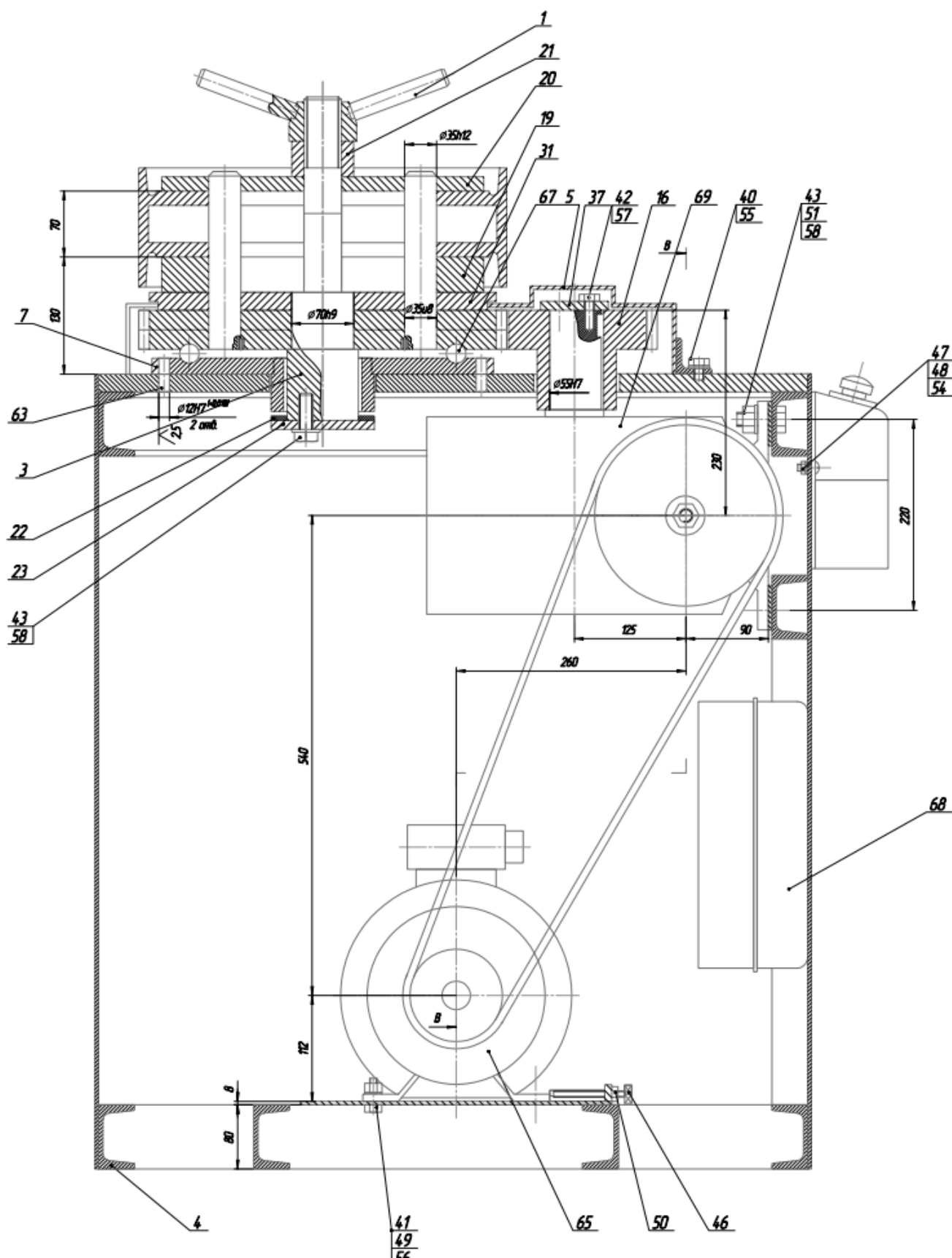


Рисунок 3.3 – Складальный кресленик стенда

Даний документ є складальним креслеником контрольно-діагностичного або регулювального стенда, призначеного для фіксації, обертання та випробування вузлів гальмівних систем, муфт зчеплення або суміжних циліндричних та фрикційних агрегатів транспортних засобів і тракторів [14, 27, 36].

1. Конструктивне виконання та габаритні параметри

Конструкція розроблена з урахуванням жорстких вимог до міцності, стійкості до динамічних навантажень та ергономічності робочого місця слюсаря-ремонтника:

Габаритні розміри: Загальна довжина установки становить 920 мм, ширина - 690 мм, а повна конструктивна висота дорівнює 880 мм. Такі параметри забезпечують можливість як стаціонарного підлогового монтажу, так і стабільного встановлення на спеціалізованому посиленому верстаку цеху.

Основа стенда (Корпус): Головним елементом виступає зварна жорстка станина коробчастого типу (елемент 1), виготовлена із фасонного металопрокату (швелери та листова сталь). Вона сприймає крутні моменти та сили затиску, що виникають під час технологічного процесу.

2. Кінематична схема та привод механізму

Приводний комплекс стенда спроектований для передачі обертового моменту на робочий орган (шпиндель/планшайбу) з реалізацією значного силового замикання:

Джерело енергії: Роботу пристрою забезпечує трифазний асинхронний електродвигун фланцевого або лапного виконання (елемент 8). Згідно з розрахунковими прототипами бакалаврських робіт, зазвичай використовується електродвигун типу АО2-41 (або аналог) потужністю 4 кВт із номінальною частотою обертання 1500 об/хв.

Перший ступінь редукції: Передача потужності від валу двигуна на проміжний вал здійснюється за допомогою клинопасової передачі (позиції шківів 4, 5, 9), яка додатково виконує функцію демпфера динамічних ударів і запобігає перевантаженню двигуна.

Другий ступінь редукції: Кінцева трансформація кутової швидкості та збільшення крутного моменту відбуваються у закритому зубчастому циліндричному (або черв'ячному) редукторі з великим передаточним відношенням 51. Це забезпечує стабільне, безпечне та низькообертове обертання головного вала (планшайби) з частотою порядку $n = 12,7$ об/хв.

3. Затискний робочий вузол та механіка спряжень

Центральним технологічним вузлом пристрою є механізована затискна головка, яка забезпечує надійну кутову та осьову фіксацію оброблюваної або випробуваної деталі:

Кульова опора та бігова доріжка: Для забезпечення плавного обертання та орієнтації під значним технологічним навантаженням (робоче зусилля затиску $F_{\text{зат}} = 20$ кН, у конструкції реалізовано спряження вузла шпинделя з опорними елементами через кільцеву бігову доріжку на кульках (позиція 24/25).

Система регулювання та фіксації: Позиціонування та притиск деталей у робочій зоні контролюються слюсарем за допомогою ергономічної рукоятки (позиція 22). Вона взаємодіє з підпружиненою піноллю (позиція 24) та поворотною пружиною (позиція 23). За потреби фіксації важких масивних вузлів (наприклад, гальмівних барабанів вантажних автомобілів MAN або тракторів), піноль жорстко затискається стопорним механізмом у крайньому задньому положенні.

Технічне обслуговування вузла: Змашчування навантажених рухомих спряжень і бігових канавок кульової опори передбачено консистентним натрієво-кальцієвим мастилом (наприклад, мастило 1-13 за ГОСТ 1631-81), що закладається у внутрішні порожнини під час складання та регламентного ТО стенда.

4. Висновок про технічне призначення

Дане конструкторське рішення дозволяє повністю механізувати трудомісткі операції, які раніше виконувалися вручну. Стенд гарантує високу точність базування агрегатів гальмівних систем, дозволяє проводити їх ефективну дефектовку, обточування чи притирання фрикційних накладку під номінальний

радіус, значно підвищуючи якість ремонту та забезпечуючи належний рівень безпеки праці оператора на розроблюваній ділянці майстерні.

3.3. Розрахунки окремих конструктивних елементів стенду на міцність

Проведемо розрахунок на міцність окремого елемента розробляемого стенду, наприклад, його рами.

Зварна рама (станина) пристосування сприймає вагу вузлів стенда та реактивне навантаження від пневмопривода. Найбільш напруженим елементом рами є поперечний лонжерон (балка), на якому безпосередньо змонтовано важільну систему пневмоциліндра. Балка-рама працює на чистий поперечний згин як двохопорна балка із зосередженим навантаженням по центру від притиску

Для розрахунку рами на міцність приймаємо розрахункову схему двохопорної балки з параметрами:

1. Тип профілю: Квадратна закрыта профільна труба (ДСТУ 8940:2019).
2. Зовнішній розміри сторін: $B = 80$ мм, $H = 80$ мм.
3. Товщина стінки: $s = 5$ мм (внутрішній розмір $b = h = 70$ мм).
4. Довжина прольоту (плече): $l = 400$ мм $= 0,4$ м.
5. Діюче розрахункове зусилля: $Q = 1000$ Н $= 1$ кН.
6. Матеріал: Сталь 35 (ДСТУ 7809:2015), границя текучості $\sigma_t = 300$ МПа.

Розрахункову схему навантаження поперечного лонжерона (двохопорної балки) та відповідну епюру згинальних моментів наведено на рисунку 3.4.

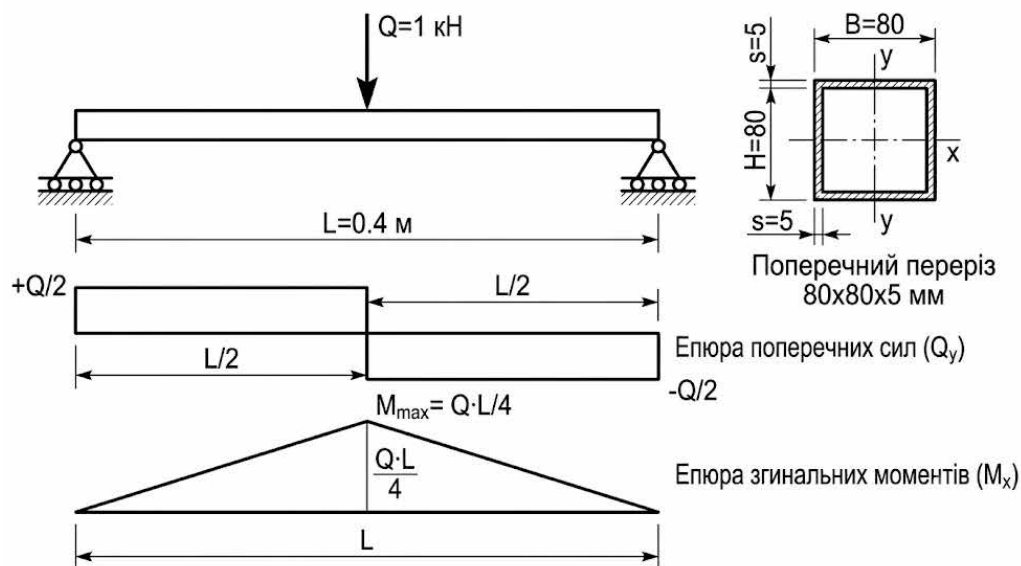


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема рами стенда як двохопорної балки

Для пустотілого квадратного профілю момент інерції I_x та момент опору W_x визначаються за формулами:

$$I_x = \frac{B^4 - b^4}{12}, \quad (3.2)$$

$$W_x = \frac{2 \cdot I_x}{H}, \quad (3.3)$$

звідки отримаємо $I_x = 141,25 \text{ см}^4$, $W_x = 35,31 \text{ см}^3$.

При симетричному прикладанні розрахункового навантаження $Q = 1000 \text{ Н}$ по центру балки на плечі $l = 400 \text{ мм}$, максимальний згинальний момент $M_{\max}$ виникає в небезпечному перерізі під точкою прикладання сили:

$$M_{\max} = \frac{Q \cdot l}{4}, \quad (3.4)$$

отримаємо $M_{\max} = 100 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Допустиме напруження згину з урахуванням специфіки динамічних сервісних навантажень сільськогосподарських майстерень приймається 160 МПа . Розраховуємо максимальні діючі нормальні напруження згину:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x}, \quad (3.5)$$

звідки $\sigma_{\max} \approx 2,83$ МПа.

Бачимо, що умова міцності при згині $\sigma_{\max} \leq 300$ МПа виконується з колосальним запасом. Вибраний профіль труби 80 x 80 x 5 мм підібрано свідомо з багаторазовим надлишком міцності. Це конструктивне рішення гарантує просторову жорсткість станини стенда під час обточування фрикційних накладок, повністю ліквідує можливість виникнення пружних деформацій та мікровібрацій різця, що безпосередньо впливає на точність і чистоту оброблюваної поверхні гальмівної колодки

3.4. Стратегія технічного обслуговування і ремонту

Для забезпечення заданого ресурсу та безперебійної роботи розробленого пристосування в умовах дільниці з ремонту гальмівних систем агрофірми застосовується планово-попереджувальна система технічного сервісу (ППР). Відповідно до вимог ВНТП-АПК-17.07 та галузевих норм, регламент обслуговування пристосування включає щозмінне технічне обслуговування (ЩТО), періодичне технічне обслуговування (ТО-1) та поточний ремонт (ПР).

Щозмінне технічне обслуговування (ЩТО) - виконується оператором на початку та в кінці кожної робочої зміни:

1. Очищення від фрикційного пилу та стружки: Повне видалення залишків обробки фрикційного матеріалу з поверхонь каретки супорта, поверхонь ходового гвинта та напрямних за допомогою промислових щіток або аспіраційної системи. Забороняється обдувати пристосування стисненим повітрям без захисного кожуха з метою запобігання поширенню канцерогенного азбестовмісного пилу в зону дихання робітника.
2. Контроль елементів пневмопривода: Візуальна перевірка герметичності

з'єднань підвідних пневмошлангових ліній та крана керування під робочим тиском 0,6 МПа.

3. Експлуатаційне змащування: Нанесення тонкого шару мастила літол-24 за ДСТУ 21150-75 на робочі профілі гвинтової пари супорта та відкриті циліндричні напрямні.

Періодичне технічне обслуговування (ТО-1) - виконується кожні 240 годин фактичної роботи пристосування (або один раз на квартал) слюсарем-ремонтником майстерні:

1. Перевірка зазорів та люфтів [21]: Вимірювання осьового проміжкового люфту в парі «ходовий гвинт – гайка супорта» за допомогою індикатора годинникового типу ИЧ-10. При перевищенні конструктивного зазору понад 0,15 мм проводиться регулювання або заміна робочої гайки.
2. Аудит силових кінематичних вузлів: Контроль ступеня зносу штифтів центруючої оправки та стану затискних важелів пневмопривода під дією зусилля фіксації.
3. Технічне обслуговування привода: Перевірка натягу клинопасової передачі від електродвигуна потужністю 1,5 кВт до черв'ячного редуктора (прогин паса під зусиллям 40 Н не повинен перевищувати 10...12 мм). Заміна трансмісійної оливи ТАД – 17и в картері черв'ячного редуктора.

У процесі довготривалої експлуатації пристосування на спеціалізованій дільниці, під впливом знакозмінних динамічних навантажень різання та високої абразивної агресивності фрикційного пилу, можливе виникнення відмов окремих елементів. На основі класифікації дефектів і відмов, наведеної в спеціальній літературі [15], розроблено карту усунення технологічних відмов елементів конструкції (таблиця 3.2).

Таблиця 3.2 – Карта локалізації та усунення технологічних відмов пристосування

Найменування та ознака відмови	Імовірна інженерна причина появи відмови	Методика діагностування відмови	Технологічний алгоритм усунення
1. Радіальне биття оправки з колодкою, поява хвилястості на обробленій накладці.	Знос або руйнування підшипникових вузлів головного шпинделя пристосування; ослаблення болтів кріплення редуктора до рами.	Замір радіального проміжкового зазору шпинделя мікрометричним індикатором годинникового типу. Норма - $\leq 0,03$ мм.	Демонтаж шпиндельного вузла, заміна зношених підшипників кочення, підтягування нарізних з'єднань кріплення корпусу до лонжеронів рами (Сталь 35) з нормованим моментом затяжки.
2. Падіння зусилля фіксації колодки, самовільне звільнення деталі під час обточування.	Знос або пошкодження манжет поршня пневмоциліндра; падіння тиску в магістралі нижче 0,4 МПа; витік повітря через золотник крана керування.	Контроль тиску за манометром на пульті; акустичний метод виявлення витоків стисненого повітря в зоні ущільнень.	Розбирання пневмоциліндра, заміна гумових ущільнювальних манжет поршня і штока. Очищення робочого дзеркала циліндра від забруднень, заміна крана керування.
3. Нерівномірна подача каретки супорта, заклинювання різця при поздовжньому ході.	Інтенсивний знос та засмічення профілю трапецеїдальної різьби гвинта або маточної гайки абразивним пилом.	Візуальний контроль профілю різьби; інструментальний замір осьового люфту супорта за лімбом маховичка з ціною поділки 0,05 мм.	Демонтаж гвинтової пари супорта. Промивання в гасі, заміна гайки (виготовляється з антифрикційного бронзового сплаву БрОФ10-1 для запобігання заїданню) або заміна ходового гвинта.

Найменування та ознака відмови	Імовірна інженерна причина появи відмови	Методика діагностування відмови	Технологічний алгоритм усунення
4. Підвищена шорсткість та викривлення профілю обробки накладки MAN.	Знос робочої крайки або сколювання твердосплавної пластини різця; деформація циліндричних штифтів центруючої оправки.	Візуальна оцінка стану ріжучої крайки через лупу з 4-кратним збільшенням; контроль геометрії штифтів шаблоном.	Заміна або перегострення різця на заточувальному верстаті з відновленням оптимальних кутів різання; заміна змінних штифтів центруючої оправки.

Унаочнення таблиці 3.2 показано на рис. 3.5. Із цього рисунку бачимо про необхідність мати на дільниці висококваліфікованих працівників які володіють навичками діагностування досить складного обладнання та його налаштування.



Рисунок 3.5 – Унаочнення локалізації та усунення відмов пристосувань ремонту гальмівних систем

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідно до Закону України «Про охорону праці», всі виробничі процеси, технологічне обладнання та організація робочих місць повинні суворо відповідати вимогам державних нормативно-правових актів з охорони праці (НПАОП), будівельних нормативів (ДБН) та санітарно-гігієнічних стандартів. Тому, забезпечення безпечних умов праці на проектованій ділянці по ремонту гальмівних систем є одним із пріоритетних завдань інженерного проектування.

4.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів при ремонті гальмівних систем

Технологічний процес ремонту та обслуговування гальмівних приводів автотракторної техніки характеризується високою концентрацією специфічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів (згідно ДСТУ 2293:2014 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять»).

Інженерний аналіз дозволяє виділити ключові джерела загрози для життя та здоров'я слюсарів-ремонтників [2, 24].

Дія підвищеного тиску робочого середовища (робота під тиском).

Джерело - Процеси стендового випробування та обкатки пневматичних (0,8..1,0 МПа) та гідравлічних (10..15 МПа) гальмівних апаратів на стендах К-264 та СГ-2. Загроза - Раптова розгерметизація з'єднувальних шлангів, трубопроводів або штуцерів може призвести до виникнення швидкісного гідро- чи пневмоструменя. Повітряний струмінь високого тиску здатний травмувати органи зору та викликати баротравми, а струмінь гальмівної рідини під високим тиском може пробити шкірний покрив людини, викликаючи важкі хімічні та механічні пошкодження внутрішніх тканин.

Токсичність робочих рідин (хімічна небезпека)

Джерело - Гальмівні рідини класів DOT-3, DOT-4, DOT-5.1 (на основі гліколевих ефірів, поліетиленгліколів та борних ефірів), що використовуються в гідроприводах тракторів а автомобілів УАЗ. Загроза - Гальмівні рідини є сильнодіючими хімічними отрутами. Потрапляння рідини на шкіру викликає дерматити та хімічні опіки. Найбільшу небезпеку становить вдихання парів гальмівної рідини при її нагріванні під час роботи гальм або випадковому проковтуванні, що призводить до гострого отруєння організму, ураження центральної нервової системи, печінки та нирок. Також небезпеку становлять гарячі лужні мийні розчини на пості миття (температура 70..80°).

Виділення пилу фрикційних матеріалів (композитний та азбестовий)

Джерело - Операції зачищення колодок від залишків старих накладок, висвердлювання заклепок та, найголовніше, механічне обточування нових приклепаних накладок на верстаті. Загроза - Під час різання фрикційних накладок у повітря робочої зони виділяється велика кількість дрібнодисперсного пилу. Незважаючи на те, що сучасні накладки переважно є без-азбестовими (композити на основі кераміки, міді, мінеральних та органічних волокон), їх вдихання без засобів захисту викликає механічне подразнення дихальних шляхів та при тривалому впливі призводить до важких професійних захворювань легенів (фіброз, пневмоконіоз). При використанні застарілих накладок із вмістом хризотилового азбесту пил має виражену канцерогенну дію.

Механічна небезпека (травмування пружними елементами)

Джерело - Розбирання та складання гальмівних камер з енергоаккумуляторами (автомобілі MAN). Загроза - Всередині циліндра енергоаккумулятора знаходиться потужна силова пружина, що забезпечує аварійне гальмування. Зусилля її попереднього стиснення становить 12..15 кН. Спроба розібрати таку камеру без

спеціалізованого станда-преса призводить до раптового пострілу пружини та важкого, часто смертельного, травмування робітника елементами корпусу.



Рисунок 4.1 – Унаочнене зображення загроз при ремонті гальмівних систем
(авторська розробка з використанням генеративної моделі)

4.2. Розробка заходів безпеки та інженерних рішень на дільниці

Для нейтралізації виявлених небезпечних факторів на проєктованій дільниці впроваджується комплекс організаційно-технічних та інженерних заходів

Локалізація та уловлювання пилу (місцева вентиляція)

Токарний верстат для проточування накладок SPIN 02.003.09 обладнується індивідуальним прозорим захисним кожухом, що повністю перекриває зону різання. До кожуха підключається гнучкий гофрований повітропровід місцевої витяжної вентиляції з пиловловлювальним патрубком. Швидкість всмоктування повітря в щілинах приймального отвору встановлюється на рівні 12м/с для надійного захоплення найменших часток пилу. Очищення вилученого повітря перед викидом в атмосферу проводиться у двоступеневому сухому циклоні.

Забезпечення електробезпеки (заземлення обладнання)

Відповідно до вимог правил улаштування електроустановок (ПУЕ), все технологічне обладнання з електричним приводом (верстат, прес, мийна машина АМ1000, випробувальні стенди) підлягає захисному заземленню для запобігання ураженню електричним струмом при пошкодженні ізоляції та переході напруги на металеві корпуси. Заземлення виконується шляхом приєднання корпусів верстатів мідним провідником перерізом не менше 4м² до загального контуру захисного заземлення майстерні.

Безпека роботи з пресовим та випробувальним обладнанням

Стенд-прес для розбирання енергоаккумуляторів нашої конструкції повинен мати суцільне захисне сітчасте огороження, що запобігає вильоту деталей у разі руйнування корпусу камери. Випробувальні гідравлічні магістралі повинні виконуватися із гнучких шлангів високого тиску (PBT) з металевим обплетенням, що пройшли статичні випробування під тиском >30 МПа.

Застосування засобів індивідуального захисту (ЗІЗ)

Слюсарі дільниці забезпечуються спецодягом (костюм х/б), захисним взуттям з металевим носком (для захисту від падіння важких деталей) та нітриловими рукавицями, стійкими до дії гліколевих ефірів та нафтопродуктів.

При виконанні зачисних та обточувальних робіт обов'язковим є використання протипилових респіраторів класу захисту не менше FFP2 (або FFP3) та захисних закритих окулярів з полікарбонатним склом.

Таблиця 4.1 –Небезпечні ситуації при ремонті гальмівних систем

Вид небезпеки	Причина виникнення	Наслідки для персоналу	Заходи запобігання	Інструмент або обладнання
Ненадійна дія гальмівних систем	Зношування деталей, деформація, пошкодження або розгерметизація систем під час експлуатації	Травматизм працівника через мимовільний рух машини або аварію під час діагностування	Проведення планового (ТО-1, ТО-2, ТО-3) та щозмінного технічного обслуговування, перевірка герметичності трубопроводів	Гальмівний стенд, діагностичне обладнання, інструменти для регулювання
Витік гальмівної або робочої рідини під тиском	Розгерметизація з'єднань, пошкодження шлангів, трубопроводів, циліндрів, сальників або манжет	Шкідливий вплив на шкіру, можливість падіння через слизьку підлогу, зниження ефективності гальмування	Перевірка герметичності з'єднань за допомогою манометрів, контроль рівня рідини, заміна ущільнювачів	Манометр, набір гайкових ключів, ємності для збору рідини, діагностичний сканер
Витік стисненого повітря (для пневматичних систем)	Пошкодження повітряних балонів або трубопроводів пневматичного приводу; ненадійне з'єднання	Травмування струменем повітря з частинками бруду, дія повітря під тиском на очі	Видалення конденсату з балонів, перевірка кріплення трубопроводів, забезпечення надійності з'єднань шлангів	Компресор, пневматичні шланги, мильний розчин, пневмоінструмент
Вдихання шкідливого фрикційного пилу	Обточування гальмівних накладок на верстатах, зачистка колодок (матеріал може містити азбест)	Виникнення професійних захворювань легень (рак легень), подразнення дихальних шляхів	Організація місцевої витяжної вентиляції, використання респіраторів, заборона використання стисненого повітря для очищення гальм	Токарний верстат, місцевий відсмоктувач, респіратор
Вплив токсичних речовин	Контакт зі шкірою або вдихання парів гальмівних рідин (DOT-3/4/5.1) на гліколевій основі	Системне отруєння, ризик ниркової недостатності, депресія, подразнення слизових оболонок	Робота в хімічно стійких нітрилових рукавичках та окулярах, ретельне миття рук, зберігання рідин у недоступних місцях	ЗІЗ (рукавички, окуляри), засоби для збору витоків (піддони)

Неконтрольований або випадковий рух машини	Відмова стоянкового гальма, неправильна фіксація	Наїзд на працівника, притиснення до конструкцій, тяжкі травми	Обов'язкове використання протівідкотних упорів, перевірка гальма на ухилі	Протівідкотні упори, випробувальний стенд
Механічне травмування рук або тіла	Зрив ключів, використання несправного інструменту, контакт із рухомими частинами	Забиті місця, поранення рук, зтягування кінцівок або одягу в механізм, переломи	Використання справного інструменту, застібання спецодягу, встановлення захисних кожухів	Слюсарний інструмент, захисні кожухи, стенди для розбирання
Ураження електричним струмом	Несправність заземлення, порушення ізоляції електроприводів діагностичних стендів	Електротравми різного ступеня важкості, можлива зупинка серця	Регулярна перевірка заземлення та ізоляції, використання гумових килимків/дерев'яних ґрат, відключення від мережі під час перерв	Контрольно-вимірювальні прилади, електростенди, ізоляція
Травмування очей бризками або уламками	Витікання рідини при прокачуванні, робота із зубилом або абразивним кругом без захисту	Хімічні опіки очей, поранення осколками металу, опік сітківки від зварювальної дуги	Обов'язкове використання захисних окулярів або щитків, перевірка абразивних колів на тріщини	Захисні окуляри, щитки, заточувальні верстати
Травмування під час підйому і транспортування	Робота з важкими вузлами (мостами, редукторами) без підйомних засобів	Забої, переломи, роздавлювання кінцівок, травми опорно-рухового апарату	Використання справних вантажопідйомних пристроїв, надійна фіксація агрегатів на спеціалізованих стендах	Кран-балки, електричні талі, стаціонарні стенди (ОР-5500, ОРГ-20306)
Травмування рідинами під тиском	Демонтаж оливопроводів або шлангів без попереднього зняття тиску в системі	Гідравлічний удар, ураження очей, ін'єкція масла під шкіру	Попередньо переконатися, що система знеструмлена та тиск скинутий; повільне відкриття з'єднань	Слюсарний інструмент, манометри
Пожежа або вибух	Робота поблизу вогню, накопичення парів горючих рідин	Опіки, травми від вибухової хвилі, отруєння продуктами горіння	Заборона відкритого вогню, контроль за витоками рідин, забезпечення ефективної витяжної вентиляції	Витяжна вентиляція, системи промивання гальм

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Впровадження розробленого пристосування для обточування гальмівних накладок та організацію дільниці по ремонту гальмівних систем автотракторної техніки дозволяє повністю відмовитися від дорогих послуг сторонніх сервісних підприємств за рахунок якісного відновлення фрикційного контакту гальмівних колодок безпосередньо в ремонтній майстерні господарства.

Оскільки у даному розрахунку не враховується вартість капітальних будівель загального корпусу ЦРМ (проектowana дільниця розміщується на вже існуючих виробничих площах майстерні), то розрахунок капітальних витрат здійснюється виключно на собівартості проектування та виготовлення власного пристосування для обточування накладок та додатковому оснащенні гальмівної дільниці. Тут доречно зважати також на коливання ціноутворення.

5.1. Розрахунок витрат на оснащення дільниці

Вартість виготовлення розробленого пристосування для обточування гальмівних накладок в зборі з колодкою складається з витрат на матеріали, закупні комплектуючі вироби, оплату праці робітників та накладних витрат:

$$C_{\text{прист}} = C_{\text{мат}} + C_{\text{куп}} + Z_{\text{виг}} + B_{\text{есв}} + H_{\text{виг}}, \quad (5.1)$$

де: $C_{\text{мат}}$ - витрати на матеріали (швелер №10, листова сталь, тощо);

$C_{\text{куп}}$ - вартість закупних виробів та вузлів (електродвигун, редуктор, пневмоциліндр, підшипникові вузли, кріплення);

$Z_{\text{виг}}$ - основна та додаткова заробітна плата робітників за виконання токарно-фрезерних, зварювальних та складальних робіт;

$B_{\text{есв}}$ - єдиний соціальний внесок на фонд оплати праці (22%);

$H_{\text{виг}}$ - накладні витрати цеху на проектування та виготовлення розробки (120% від основної заробітної плати).

Прийmemo витрати на конструкційні металоматеріали $C_{\text{мат}} = 125800$ грн., а вартість закупних приводів редуктора та пневмоарматури - $C_{\text{куп}} = 24200$ грн.

Трудомісткість виготовлення деталей у майстерні нехай 60 люд.-год. З урахуванням підвищення заробітної плати робітників, годинна ставка слюсарів і верстатників становить 300 грн/год, а основна заробітна плата робітників дорівнює $Z_{\text{виг}} = 18000$ грн. Додаткова заробітна плата робітників (10% від основної) – 1880 грн. Єдиний соціальний внесок (22%) – 4356 грн: Накладні витрати майстерні на супровід та виготовлення (120% від $Z_{\text{виг}}$) – матимемо 21600 грн. Підставимо ці дані до формулу (5.1), отримаємо загальну собівартість виготовлення та налагодження пристосування $C_{\text{прист}} = 83956$ грн.

Загальний обсяг капітальних вкладень у створення та повне оснащення спеціалізованої дільниці ремонту гальмівних систем ($K_{\text{дод}}$) включає витрати на виготовлення власного пристосування для обточування накладок та придбання додаткового необхідного обладнання й інструментів (клепального преса СС 300, мийної ванни, манометрів та пневматичного пульта):

$$K_{\text{дод}} = C_{\text{прист}} + C_{\text{дод.обл}}, \quad (5.2)$$

де $C_{\text{дод.обл}}$ - вартість додаткового обладнання та діагностичного інструменту.

На сьогодні, якщо прийняти вартість необхідного інструменту наближено на суму 165000 грн, тоді сумарні капітальні витрати на реалізацію інженерного проекту на виготовлення обладнання становлять 251 000 грн.

5.2. Розрахунок собівартості експлуатації дільниці

Річна собівартість експлуатації проектованої дільниці ремонту гальм C_d відображає сукупні експлуатаційні витрати на її утримання і функціонування за рік та розраховується за формулою:

$$C_d = B_{\text{зп}} + B_{\text{відрахун}} + A_{\text{аморт}} + B_{\text{енерг}} + B_{\text{накл}}, \quad (5.3)$$

де: $V_{зп}$ - заробітна плата робітників (з урахуванням завантаження за річною програмою $T_d = 348,50$ люд.-год);

$V_{відр}$ - єдиний соціальний внесок (нарахування на фонд праці - 22%);

$A_{аморт}$ - амортизаційні відрахування;

$V_{енерг}$ - витрати на електроенергію для приводу верстатів, пристосування і місцевої вентиляції;

$V_{накл}$ - накладні (цехові) витрати дільниці.

З урахуванням заробітної плати ремонтного персоналу дільниці (до значення основної та додаткової ставки 260 грн/люд.-год), річні витрати на оплату праці та цеховими витратами пропорційно збільшились.

При коригуванні витрат підприємства, річна собівартість функціонування дільниці буде становити $C_d = 293\,853$ грн.

Собівартість однієї людино-години робіт безпосередньо на проектованій дільниці $S_{люд.-год}$ визначається як відношення річних експлуатаційних витрат до річної трудомісткості робіт дільниці:

$$S_{люд.-год} = \frac{C_d}{T_d}, \quad (5.3)$$

отримаємо $S_{люд.-год} = 843,20$ грн/люд.-год.

5.3. Розрахунок економічного ефекту від впровадження проекту

Для оцінки економічної ефективності проекту порівняємо витрати на ремонт гальмівних систем власними силами на проектованій дільниці з витратами на залучення сторонніх спеціалізованих сервісних центрів (або закупівлю нових вузлів замість відновлення).

На основі аналізу прайс-листів діючих спеціалізованих підприємств з ремонту гальмівної апаратури та супортів (зокрема, сервісних центрів), середня ринкова вартість ремонту та випробування аналогічного обсягу агрегатів

(компресорів, супортів, колісних колодок, камер з енергоакумуляторами для автомобілів MAN, тракторів ХТЗ-17221, МТЗ-100) складає в середньому 1450 за умовну людино-годину роботи (з урахуванням логістичних витрат на транспортування агрегатів до обласних центрів).

Річні витрати підприємства на ремонт гальм за умов стороннього сервісу ($C_{ст}$) склали б:

$$C_{ст} = T_d \cdot Ц_{ст}, \quad (5.4)$$

при підстановці у формулу (5.4) числових даних отримаємо $C_{ст} = 505\,325$ грн/рік.

Пряма річна економія витрат ($E_{пр}$) за рахунок виконання ремонтних робіт на власній проектованій ділянці замість залучення сторонніх організацій становить:

$$E_{пр} = C_{ст} - C_d, \quad (5.5)$$

звідки матимемо наступну величину витрат 211476 грн/рік.

Якісна стендова обкатка гальм на ділянці та усунення прихованих дефектів компресорів і циліндрів під робочим тиском дозволяє збільшити експлуатаційний ресурс відновлених гальм на 25 .. 30%, що призводить до скорочення простоїв техніки на позапланових ремонтах щонайменше на 8 машино-днів за рік.

Збитки від простою однієї одиниці високопродуктивної техніки (наприклад, вантажівки MAN або трактора Fendt Vario під час напружених польових робіт, посівної чи збирання врожаю) становлять не менше $З_{доб} = 12\,000$ грн/добу.

Економія від запобігання простоям техніки ($E_{пр.пр}$) дорівнює:

$$E_{пр.пр} = \Delta T_{пр} \cdot З_{доб} \quad (5.6)$$

де $T_{пр}$ - річне скорочення простоїв техніки у ремонтах.

Якщо прийняти середньо-статистичне значення простоїв 8 маш.-днів, тоді матимемо втрати 96 000 грн/рік.

Загальний інтегральний річний економічний ефект від реалізації проекту

(Еінт) з урахуванням фактора підвищення надійності техніки обчислюється:

$$E_{\text{інт}} = E_{\text{пр}} + E_{\text{пр.пр}} \quad (5.7)$$

Підстановка у формулу (5.7) числових значень приводить до 307471 грн.\рік.

Термін окупності додаткових капітальних вкладень у створення ділянки ($T_{\text{ок}}$) розраховується за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{дод}}}{E_{\text{пр}}} \quad (5.8)$$

звідки отримаємо термін окупності 1,19 року (або 14 місяців).

Якщо розраховувати термін окупності з урахуванням інтегрального ефекту (зменшення простоїв техніки через підвищення якості ремонту) за формулою:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{дод}}}{E_{\text{пр}}} \quad (5.9)$$

тоді цей термін зменшиться до 0,82 року (близько 10 місяців).

Отримані значення терміну окупності 1,19 року є низькими та відповідають вимогам інвестиційної привабливості інженерних проектів у сільському господарстві, де нормативний термін окупності для підприємств технічного сервісу становить 3 .. 5 років.

5.4. Основні техніко-економічні показники проекту

Для наочності та узагальнення результатів фінансово-економічного аналізу технічного переоснащення майстерні складено зведену таблицю 5.1 техніко-економічних показників проекту та у вигляді діаграми (рис.5.1).

Таблиця 5.1 – Зведені техніко-економічні показники проекту

№ з/п	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення показника
1	Площа проектованої ділянки по ремонту гальм	м ²	36,0
2	Річна виробнича програма ділянки ремонту гальм	люд.-год	348,50
3	Чисельність штату працівників на ділянці	осіб	1 (сумісник)
4	Витрати на розробку та виготовлення пристосування	грн	86 000
5	Сумарні додаткові капітальні вкладення в обладнання ділянки	грн	251 000
6	Річна собівартість експлуатації ділянки	грн	293 853
7	Собівартість однієї людино-години робіт на ділянці	грн/люд. год	843
8	Ринкова вартість аналогічних послуг (аутсорсинг)	грн/люд.- год	1450
9	Прямий річний економічний ефект від зниження собівартості	грн/рік	211 471
10	Інтегральний річний економічний ефект (з урахуванням надійності)	грн/рік	307 471
11	Термін окупності капіталовкладень за прямим ефектом	років (міс.)	1,19 (14 міс.)
12	Термін окупності за інтегральним економічним ефектом	років (міс.)	0,82 (10 міс.)

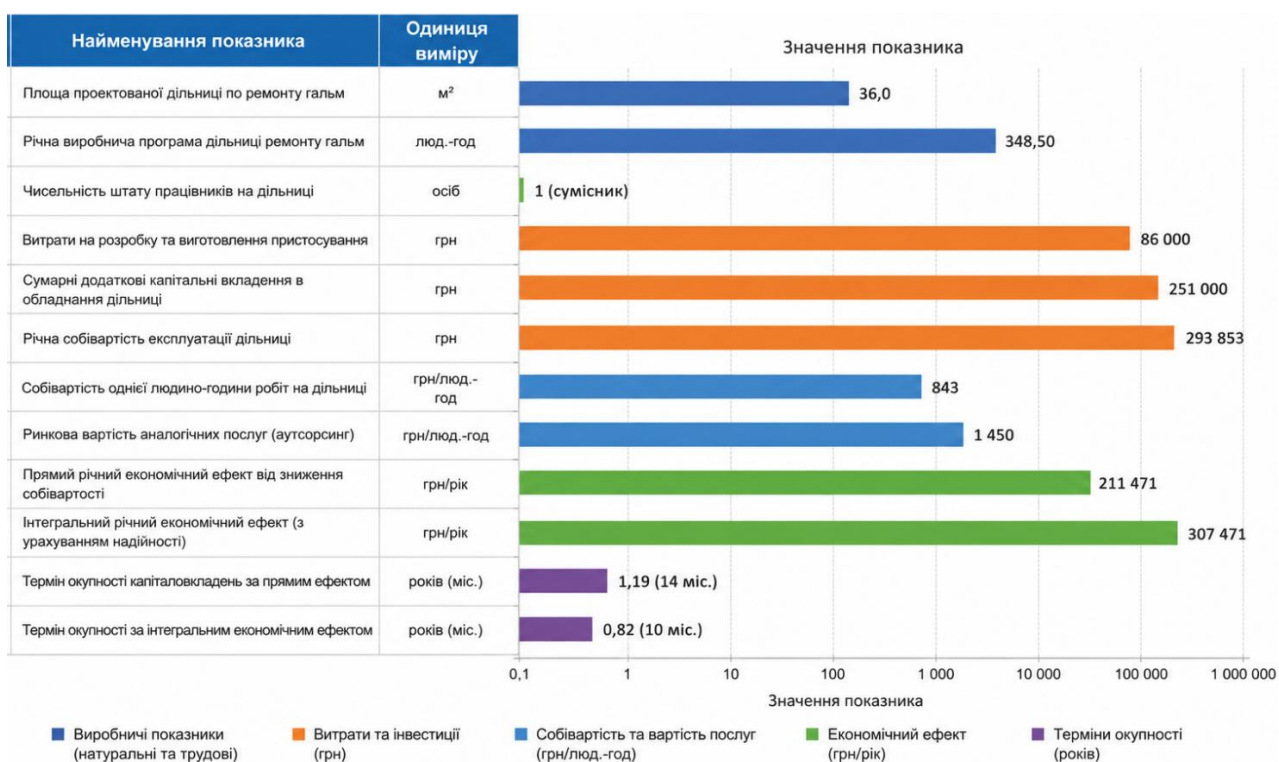


Рисунок 5.1 – Основні техніко-економічні показники ділянки з ремонту гальм

Проведені інженерно-економічні розрахунки доводять рентабельність та окупність проекту технічного переоснащення. Розрахунок собівартості виготовлення пристосування для обточування накладок в умовах РОБ господарства становить 86 000,00 грн, що разом із іншим технологічним оснащенням формує загальну капіталомісткість проекту на рівні 251 000,00 грн.

Собівартість ремонту гальмівних пристроїв на власній проектованій ділянці 843 люд.-год. залишається в 1,7 раза нижчою за середньоринкову вартість сторонніх СТО (1450,00 грн/люд.-год), що приносить господарству пряму фінансову економію в розмірі 211 471 грн на рік (або 307 471 грн з урахуванням інтегрального ефекту від запобігання позаплановим простоям енергоємної техніки MAN і Fendt), повністю окупаючи додаткові капіталовкладення за 14 місяців (а за інтегральним показником - за 10 місяців), що підтверджує інвестиційну привабливість проекту.

ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі вирішено науково-практичне завдання щодо підвищення надійності та безпеки експлуатації машинно-тракторного парку ТОВ «Ратнівський аграрій» шляхом комплексного проектування та впровадження ділянки з ремонту гальмівних систем і розробки засобів механізації відновлювальних робіт.

Основні результати та інженерні рішення проведеного дослідження полягають у наступному:

Обґрунтовано необхідність модернізації. Аналіз виробничої діяльності господарства показав, що експлуатація енергонасиченої та високопродуктивної автотракторної техніки в напружених польових умовах супроводжується інтенсивним зношуванням гальмівних механізмів. Відсутність спеціалізованих робочих місць та діагностичного устаткування в існуючій майстерні приводила до невиправданих простоїв машин та значних витрат на аутсорсинг.

Спроековано спеціалізовану ділянку. На основі розрахунків річної трудомісткості та обсягів ремонтно-обслуговуючих робіт розроблено планувальне рішення ділянки з ремонту гальмівних систем. Специфікація обладнання підібрана відповідно до технологічних стандартів і нормативів проектування підприємств технічного сервісу, що забезпечує раціональне використання виробничих площ та оптимальні логістичні потоки деталей.

Удосконалено технологічний процес. Розроблено маршрутну технологію відновлення працездатності гальмівних колодок сучасних важких тракторів та вантажних автомобілів. Складено операційну карту, що регламентує послідовність дефектування, механізованого зняття зношених елементів та фінішної обробки нових накладок.

Проаналізовано конструкторську розробку. Виконано міцнісні розрахунки елементів рами, консольного вала-шпинделя. Конструкція дозволяє точно відтворити номінальний радіус гальмівного барабана, що ліквідує початкове

приховане зношування, запобігає локальним перегрівам фрикційних пар і суттєво підвищує загальний ресурс гальм.

Забезпечено вимоги охорони праці. Обґрунтовано заходи із безпеки життєдіяльності та екологічної безпеки на проєктованій ділянці. Показано необхідність примусової припливно-витяжної вентиляції з метою видалення токсичного пилу, який утворюється під час обробки фрикційних матеріалів, що гарантує повну відповідність умов праці санітарним нормам.

Розраховано економічну ефективність. Розрахунок собівартості людиногодини підтвердив фінансову спроможність проєкту. Власна собівартість виконання відновлювальних операцій є значно нижчою за комерційні тарифи спеціалізованих сервісних центрів. Організація закритого технологічного циклу ремонту гальм безпосередньо в майстерні окупає інвестований капітал менш ніж за один рік, що свідчить про високу практичну цінність та інвестиційну привабливість запропонованих інженерних рішень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ВНТП-АПК-17.07. Відомчі норми технологічного проектування. Підприємства технічного сервісу в агропромисловому комплексі. – Київ: Міністерство аграрної політики України, 2007. – 94 с.
2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т. О. Охорона праці у сільському господарстві: підручник. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 691 с.
3. Гречкосій В. Д., Погорілець О. М., Ревенко І. І. Довідник сільського інженера. – 2-е вид., перероб. і доп. – Київ: Урожай, 1991. – 400 с.
4. Державне уніфіковане свідоцтво ДСТУ 3004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. – Київ: Держстандарт України, 1995. – 48 с.
5. Дзюба Л., Зима Ю., Лютий Ю. Основи надійності машин. – Львів: Логос, 2003. – 201 с.
6. Домуський П. О. Ремонт гальмівної системи: навч.-метод. матеріали. – Одеса: ОНАУ, 2022. – 45 с.
7. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання. – [Чинний від 2016-07-01]. – Вид. офіц. – Київ: УкрНДНЦ, 2016. – 17 с.
8. Захарченко О. І. Діагностика ведучих мостів і гальмівних механізмів: монографія. – Миколаїв: МНУ, 2019. – 70 с.
9. Канарчук В. Є., Полянський С. К., Дмитрієв М. М. Надійність машин: Підручник. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.
10. Кириченко Р. В. Технічне обслуговування і ремонт гальмівної системи. – Черкаси: ЧНТУ, 2021. – 64 с.
11. Клименко А. О. Організація технічного сервісу вантажних машин: підручник. – Київ: НАУ, 2013. – 132 с.
12. Коновалюк О. В., Кіяшко В. М., Колісник М. В. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 376 с.

13. Міністерство аграрної політики України. Інструкція з ремонту гальмівних систем вантажної техніки: наказ від 09.07.2018 № 577. – К., 2018. – 14 с.
14. Модератор Механіки. Ремонт вантажних автомобілів: методика. – К.: MM Group, 2022. – 88 с.
15. Надійність сільськогосподарської техніки: Підручник / М. І. Черновол, В. Ю. Черкун, В. В. Аулін, Є. К. Солових, С. Г. Гранкін, О. В. Гранкіна; за ред. М. І. Чорновола. – Друге вид., перероб. і доп. – Кіровоград, 2009. – 208 с.
16. Петренко Д. А. Технічне діагностування вузлів гальмівної системи. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 98 с.
17. Положення про бакалаврську кваліфікаційну роботу в Національному університеті біоресурсів і природокористування України: затверджено вченою радою НУБіП України від 25.11.2021 р. – Київ: НУБіП, 2021. – 32 с.
18. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1 / О. І. Сідашенко, О. В. Тіхонов, Т. С. Скобло та ін.; за ред. О. І. Сідашенка, О. В. Тіхонова. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. – 416 с.
19. Практикум з ремонту машин. Технологія ремонту машин, обладнання та їх складових частин. Том 2 / О. І. Сідашенко, О. В. Тіхонов, Т. С. Скобло та ін. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. – 430 с.
20. Проектування підприємств технічного сервісу будівельної техніки: Навчальний посібник / С. С. Карабиньош, А. В. Новицький, З. В. Ружилю. – Київ: НУБіП України, 2019. – 171 с.
21. Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Мельник В. І., Новицький А. В., Ружилю З. В. Кваліметрія: навчальний посібник. – Київ: Прінтеко, 2022. – 256 с.
22. Ружилю З. В., Мельник В. І., Новицький А. В., Ревенко Ю. І., Бистрий О. М., Попик П. С. Надійність машин та обладнання. Ч. 2. Ремонтування машин та відновлення деталей: навч. посіб. – Київ: НУБіП України, 2023. – 412 с.
23. Рябченко О. М. Організація ремонтної діагностики вузлів гальмівної системи.

- Київ: Аграрна освіта, 2010. – 88 с.
24. Сахно В. І., Орел О. С. Охорона праці в сільському господарстві: навч. посіб. – Полтава: ПДАА, 2022. – 284 с.
25. Сидоренко В. М. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі. – Харків: ХНТУСГ, 2017. – 361 с.
26. Сидоренко Ю. Л. Сервіс автотракторної техніки: гальмівні системи. – Х.: ХНАУ, 2015. – 112 с.
27. Спец Транс Сервіс. Ремонт гальмівної системи вантажних автомобілів: метод. вказівки. – К.: СТС, 2023. – 35 с.
28. Федоренко І. В. Методи діагностування гальмівних систем // Механізація АПК. – 2019. – № 7. – С. 23–30.
29. Чабанний С. В. Ремонт автомобілів: навч. посіб. – К.: АртЕк, 2017. – 264 с.
30. Чернюк І. М. Пневматичні гальмівні системи: будова і ремонт. – Львів: ЛьвДУВС, 2018. – 108 с.
31. Цимбалюк О. Г. Технологія ремонту машин з гальмівною системою. – К.: НАУ, 2014. – 156 с.
32. Fendt 700 Vario Gen7 - технічні характеристики. – 2026. – URL: <https://www.fendt.com> (дата звернення: 05.06.2026).
33. OLTRUCK TIR. Ремонт гальмівної системи вантажних автомобілів. – Рівне: Олтрак, 2023. – 60 с.
34. Спец-trans-service. Ремонт гальмівної системи вантажних автомобілів: довідник. – К.: СТС, 2023. – 56 с.
35. Tahoservice. Діагностика й ремонт EBS гальмівних систем вантажних авто: інструкція. – К.: Тахосервіс, 2024. – 22 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця 1. Відомість технологічного обладнання та оснащення проекрованої ділянки по ремонту гальмівних систем ТОВ «Ратнівський аграрій»

№ з/п	Найменування обладнання, приладу чи оснащення	Марка, модель	Од .	Технічна характеристика / Технологічне призначення
1	Стенд діагностичний для випробування пневмоапаратів	К-264	1	Стационарний, робочий тиск пневмомагістралі до 1МПа. Контроль герметичності та робочого тиску
2	Верстат для проточування гальмівних накладок у зборі	SPIN 02.003.09	1	Потужність двигуна 1, 5 кВт. Обробка накладок під радіус барабанів
3	Прес пневмогідравлічний клепальний	ПИМ-1468-17	1	Зусилля на штоку до 25кН. Робочий тиск повітря 0,6МПа. Монтаж фрикційних накладок
4	Мийна машина агрегатна закрита	AM1000	1	Електричний підігрів розчину до 80 С, продуктивність насоса 12 м ³ /год. Очищення деталей
5	Стенд для розбирання гальмівних камер з енергоакумуляторами	Власна розробка	1	Гвинтовий привід, максимальне осьове зусилля стиску пружини до 20кН. Безпечне обслуговування

6	Стенд для випробування та прокачування гідроприводу гальм	СГ-2	1	Робочий тиск гідросистеми до 15МПа. Контроль герметичності головних циліндрів
7	Верстак слюсарний двомісний з лещатами	ОРГ-1468	1	Екран захисний металевий, двоє лещат з шириною 140
8	Стелаж секційний для деталей та вузлів гальм	ССП-1	1	Підйомність секції до 400кг. Зберігання
9	Візок цеховий двоярусний для важких деталей	ВЦ-1	1	Вантажопідйомність до 200 кг, поворотні гумові колеса. Транспортування барабанів та компресорів
10	Шафа інструментальна металева	ШП-2	1	Полиці регульовані, замок ригельний. Зберігання мікрометрів та інструменту
11	Радіальний вентилятор низького тиску	ВЦ 4-75 № 2,5	1	Продуктивність до 1200 м ³ /год, потужність двигуна 0,25кВт. Витяжна вентиляція
12	Світильник світлодіодний пило-вологозахисний	ЛСП 2x36 (IP65)	10	Потужність 2 LED, світловий потік 3200 лм. Робоче освітлення дільниці
13	Ванна для перевірки герметичності під водою	ВП-1	1	Металева, розміри 800 × 600 × Виявлення мікровитоків повітря з шлангів та камер

Додаток Б

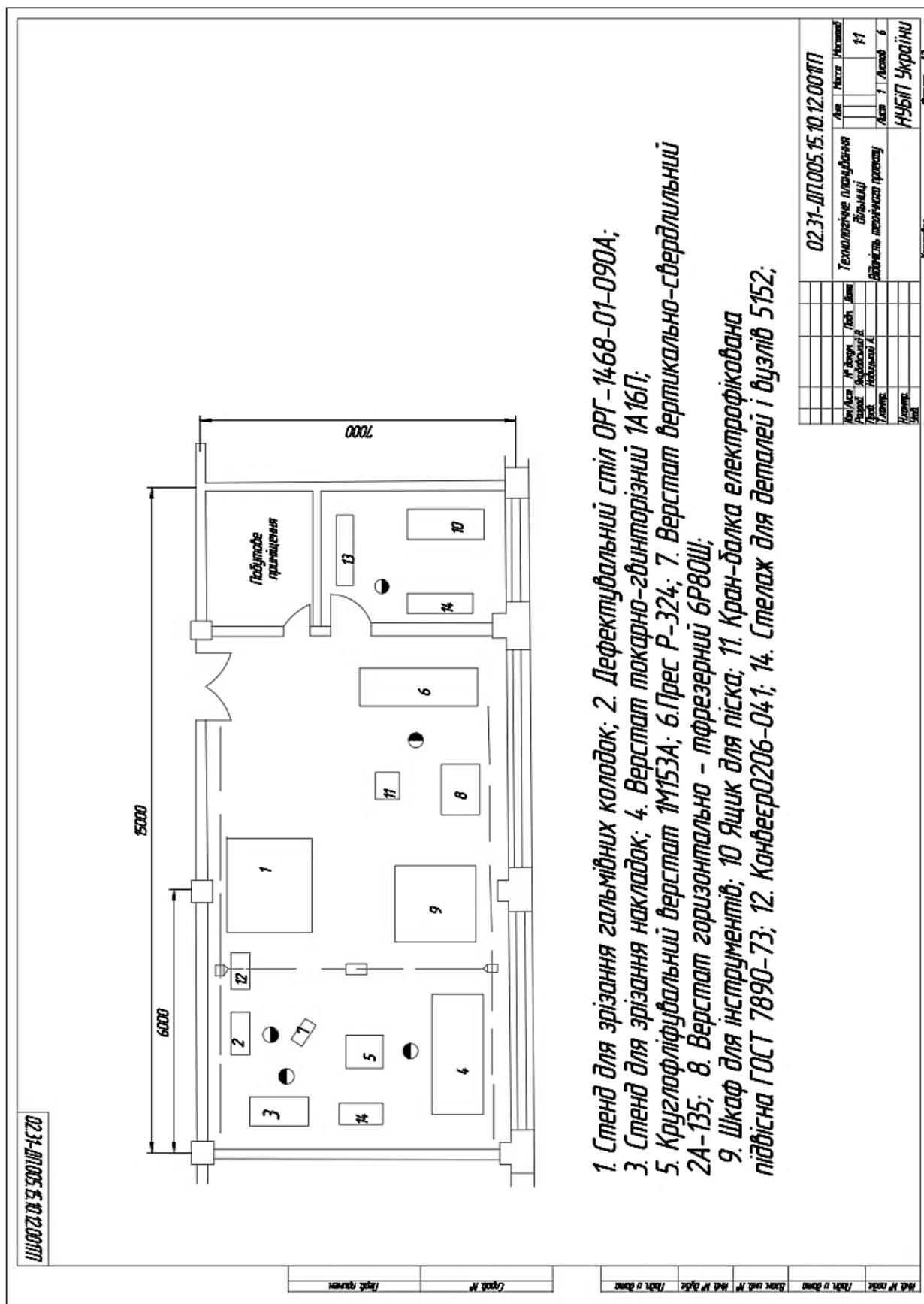
Таблиця 2 – Операційна карта розбирання гальмівної колодки автомобіля MAN

№ оп.	Найменування операції та переходи	Обладнання, верстати, пристосування, інструмент	Норма часу $T_{шт}$, хв	Технічні вимоги, параметри контролю та вказівки
Мийна та підготовча операція				
1.1	Завантажити зношені колодки в кошик мийної машини, закрити кришку	Мийна машина АМ1000	0,50	Розчин: 2% синтетичний мийний засіб типу «Лабомід-203»
1.2	Провести миття колодок у автоматичному режимі	Мийна машина АМ1000	5,00	Температура розчину, час миття – 5хв
1.3	Вивантажити колодки, обдути стисненим повітрям до повного висихання	Обдувний пістолет, пневмолінія ЦРМ	0,50	Тиск повітря в пневмомагістралі $p =$
Розбиральна операція (демонтаж накладок)				
2.1	Встановити гальмівну колодку в зборі в оправку робочого стола преса	Прес пневмогідравлічний ПИМ-1468-17	0,50	Надійно зафіксувати ребра колодки від перекосу
2.2	Послідовно зрізати (випресувати) 12	Прес ПИМ-1468-17, набір пуансонів та матриць	3,00	Робоче зусилля випресовування не повинно

	заклепок кріплення фрикційних накладок			призводити до деформації ободу колодки
2.3	<i>Альтернативний перехід:</i> Висвердлити заклепки у разі їх деформації	Вертикально-свердильний верстат 2К135, свердло $\varnothing 8$ мм	4,50	Глибина свердління - до ободу колодки. Не допускається пошкодження стінок отворів ободу
2.4	Відокремити зношені накладки від ободу колодки, направити на утилізацію	Верстак слюсарний ОРГ-1468	0,50	Проводити операцію в захисних окулярах та рукавицях
Зачисна операція				
3.1	Зачистити робочу поверхню ободу колодки від іржі та пригару	Кутова шліфмашина з металевою щіткою	1,50	Шорсткість металевої поверхні ободу повинна бути не більше $R_a =$
3.2	Видалити заусенці та гострі кромки навколо отворів під заклепки	Шарошка конічна, ручний пневмоінструмент	1,00	Діаметр фаски навколо отвору не повинен перевищувати $d =$

Таблиця 3 – Етапи ремонту гальмівної колодки автомобіля MAN

ЕТАП РЕМОНТУ	ОПЕРАЦІЇ ТА ЗАВДАННЯ
1.  ДІАГНОСТИКА СИСТЕМИ	• Візуальний огляд гальмівних вузлів. • Перевірка герметичності пневмоліній. • Сканування та зчитування помилок ABS/EBS. • Манометричний контроль тиску пневмосистеми. • Вимірювання зносу гальмівних колодок і дисків.
2.  РОЗБИРАННЯ ТА ПІДГОТОВКА	• Зняття коліс та гальмівних барабанів. • Очищення вузлів від бруду, іржі та сторонніх включень. • Видалення зношених заклепок та елементів кріплення. • Демонтаж супортів, камер та інших рухомих частин.
3.  ДЕФЕКТУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ	• Контроль основних елементів на тріщини та зломи. • Перевірка отворів під втулки на рівність та опірність. • Вимірювання биття гальмівних дисків (контроль геометрії). • Аудит стану діафрагм та пружин (оцінка пружності).
4.  ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ОПЕРАЦІЇ	• Пресове kleпання та встановлення нових накладок (якщо необхідно). • Токарна проточка під радіус барабана (при необхідності). • Шліфування всіх робочих поверхонь до заданих параметрів. • Заміна бронзових втулок, ущільнювачів та пильників.
5.  СКЛАДАННЯ ТА МОНТАЖ	• Змащування напрямних супорта та всіх рухомих частин. • Встановлення відновлених або нових гальмівних колодок. • Монтаж стяжних пружин та пальців (контроль зазорів). • Герметизація та правильне з'єднання всіх трубопроводів.
6.  РЕГУЛЮВАННЯ ТА ВИПРОБУВАННЯ	• Налаштування зазорів механізмів та ексцентрика. • Прокачування гідравлічного приводу та системи. • Перевірка системи на спеціалізованому роликовому стенді. • Контроль рівномірності гальмівних сил на всіх колесах.



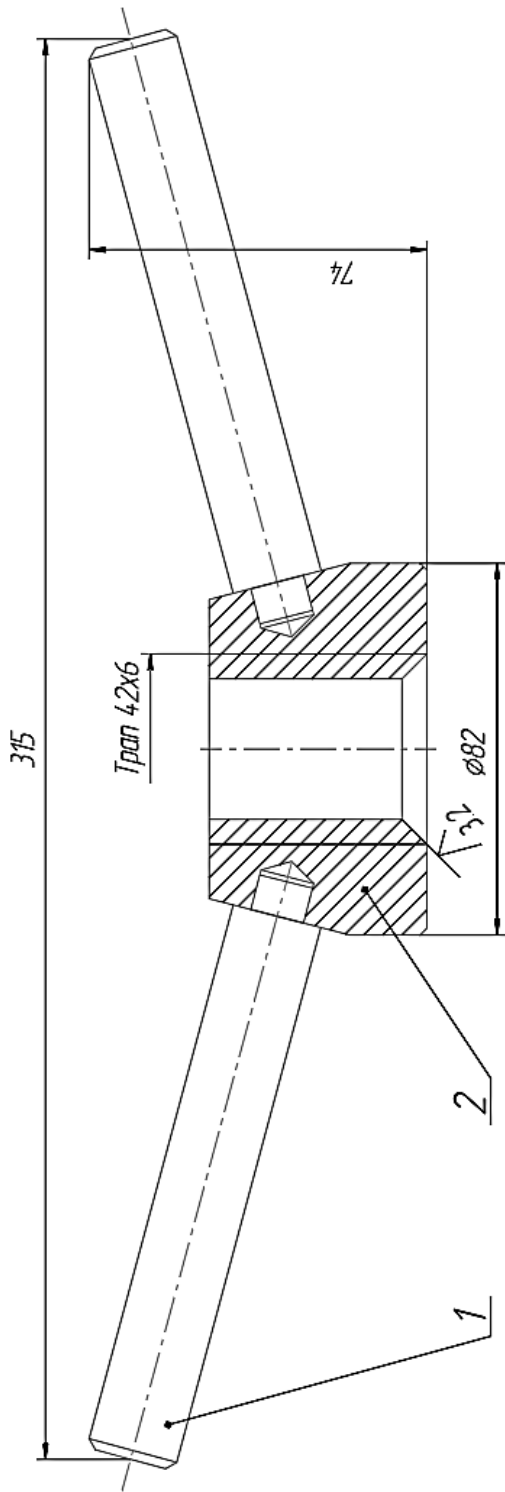
Таблиця 4. Перелік пристосування для обточування гальмівних накладок в зборі з колодкою

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
1	ПЗ.133.04-01.000	Рама зварна (станина)	1	Швелер №10, Труба 80x5
2	ПЗ.133.04-02.000	Вал-шпindelь консольний	1	Сталь 40Х
3	ПЗ.133.04-03.000	Супорт каретки різця	1	Збірна конструкція
4	ПЗ.133.04-00.001	Базова чавунна плита	1	Литво СЧ20
5	ПЗ.133.04-00.002	Центруюча оправка (диск)	1	Сталь 45
6	ПЗ.133.04-00.003	Палець шарніра	4	Сталь
7	ПЗ.133.04-00.004	Двоплечий важіль затискача	1	Сталь 45
8	ПЗ.133.04-00.005	Напрямна супорта	2	Сталь 45
Стандартні вироби				
9	ГОСТ 15608-81	Пневмоциліндр 100x50	1	Робочий тиск 0,6 МПа
10	ГОСТ 8338-75	Підшипник кульковий 6208	2	Шпиндельні опори
11	ГОСТ 7798-70	Болт М12x45.58	8	Кріплення опор
12	ГОСТ 5915-70	Гайка М12.5	8	Кріплення опор
13	ГОСТ 11371-78	Шайба 12.01	8	Кріплення опор
14	ГОСТ 397-79	Шплінт 3,2x25	4	Фіксація пальців

Додаток В

02.31-ДП.005.15.10.12.03.003

125/√1



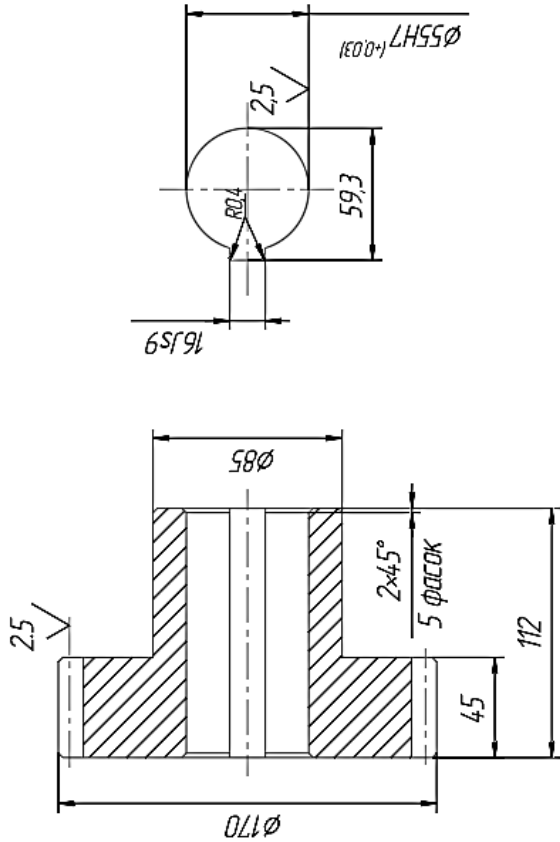
- 1. Електрод Е 42 ГОСТ 9467-15
- 2. Невказані граничні відхилення розмірів: валів - h14;
отворів - H14; інших $\pm \frac{IT_{14}}{2}$

01.12-БКР.004.01.01.003 СК									
Ізм./Лист		№ докум		Підпис		Лист		Маштаб	
Виконав		Якубовський В.				ДП		4:8	
Перевір		Надійський А.				Лист		4	
Н.контр.						Лист		6	
Затверд.						Сталь 45 ДСТУ 7809		НУБІП України	

0231-ДП.005.15.10.12.03.002

63/√1

Модуль	m	5
Кількість зубів	z	32
Нормальний вихідний контур		ГОСТ 13755-80
Коефіцієнт зміцнення вихідного контуру	x	0
Ступінь точності	-	8A
Довжина спільної нормалі	w	43,12
Дільний діаметр	d	160
Висота зуба	h	11,25



- 1. 35...42 HRc
- 2. Невказані граничні відхилення розмірів: валів – h14; отворів – H14; інших $\pm \frac{IT14}{2}$

01.12-БКР.004.01.01.001			
Шестерня			
Сталь 45 ДСТУ 7809			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Выполнил	Яковлевский В.В.		
Проверил	Родивский А.В.		
Начерт.			
Затвер.			
Лист	Масса	Модуль	
ДП	4,6	12	
Лист 4	Листов 6		
НУБІП України			

