

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**  
Кафедра інжинірингу технічних систем

**Пояснювальна записка**

до дипломного проекту  
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Реконструкція ремонтної майстерні з розробкою пристрою для  
технічного діагностування**

**Виконав:** студент 4-го курсу, групи АІ-2-21  
За спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Насонов Єгор Максимович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Черній Олександр Анатолійович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро 2025

# ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ІТС

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис) (прізвище, ініціали)

«08» травня 2025 р.

## **ЗАВДАННЯ** **НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Насонову Єгору Максимовичу

**1. Тема роботи:** Реконструкція ремонтної майстерні з розробкою пристрою для технічного діагностування.

керівник роботи: Черній Олександр Анатолійович, ст. викл.

затверджено наказом вищого навчального закладу від «07» травня 2025 року № 964

**2. Строк подання студентом роботи** 09.06.2025 р.

**3. Вихідні дані до проекту.** Аналіз використання установки для технічного діагностування сільськогосподарської техніки. Показники господарської діяльності підприємства. Існуюча технологія та організація технічного сервісу агрегатів машин на підприємстві. Існуюча оснащеність основним та допоміжним обладнанням.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). Вступ. 1. Аналіз виробничої діяльності підприємства. 2. Обґрунтування програми реконструкції та проектування ремонтної майстерні для ремонту сільськогосподарської техніки. 3. Проектування установки для діагностування післяремонтної та передпродажного складання сільськогосподарської техніки. 4. Охорона праці. 5. Розрахунок техніко – економічних показників проєктної ремонтної майстерні з ремонту сільськогосподарської техніки. Висновок до дипломного проєкту. Література. Додатки.

**5. Перелік графічного матеріалу** (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Показники діяльності підприємства (A1). 2. Загальний вигляд установки для технічного діагностування с.-г. техніки (A1) 3. Технологічне планування ремонтної майстерні для ремонту сільськогосподарської техніки. (A1). 4. Робоче креслення валу (A3). 5. Робоче креслення пліцевої насадки (A3). 6. Робоче креслення рами установки (A3). 7. Технічно-економічні показники (A1).

**6. Консультанти розділів проєкту**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
нормоконтроль	Івлєв В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 30.03.2025 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	30.03 – 07.04	виконано
2	Технологічний	14.04 – 21.04	виконано
3	Конструкційний	21.04 – 12.05	виконано
4	Охорона праці	19.05 – 25.05	виконано
5	Економічний	02.06 – 08.06	виконано
6	Графічна частина	08.06 – 14.06	виконано

Студент \_\_\_\_\_ Насонов Є.М.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Черній О.А.



## АНОТАЦІЯ

Дипломний проєкт на тему «Реконструкція ремонтної майстерні з розробкою пристрою для технічного діагностування» спрямований на удосконалення процесів технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки, зокрема комбайнів. Актуальність теми обумовлена необхідністю підвищення ефективності ремонтних робіт, скорочення простоїв техніки та зниження витрат на обслуговування шляхом впровадження сучасних методів діагностики.

У роботі проведено аналіз поточного стану ремонтної майстерні, виявлено основні проблеми в організації ремонтних процесів та визначено напрямки їх покращення. Особлива увага приділена питанням діагностики комбайнів, оскільки своєчасне виявлення несправностей дозволяє запобігти передчасному виходу з ладу ключових вузлів та агрегатів.

Запропоновано реконструкцію ремонтної майстерні з модернізацією її матеріально-технічної бази. Основним нововведенням є впровадження діагностичної установки, яка дозволяє оперативно та з високою точністю оцінювати стан молотильного апарату комбайна. Використання цього пристрою дозволяє проводити контроль параметрів роботи молотильного барабана, оцінювати рівень вібрації та навантаження на привід, що сприяє виявленню потенційних несправностей ще на ранніх етапах їхнього розвитку.

Дослідження також включає економічне обґрунтування доцільності впровадження нових діагностичних технологій, розрахунок витрат на реконструкцію майстерні та аналіз потенційних переваг, які отримує підприємство після модернізації. Запропоновані заходи дозволяють знизити трудомісткість діагностичних і ремонтних робіт, зменшити експлуатаційні витрати, підвищити якість обслуговування техніки та продовжити строк її експлуатації.

Дипломний проєкт містить пояснювальну записку, розрахунково-аналітичну частину, креслення реконструйованої майстерні, а також

рекомендації щодо впровадження діагностичного обладнання в сільськогосподарському виробництві.

Ключові слова: ремонтна майстерня, комбайн, діагностика, технічне обслуговування, реконструкція, модернізація, економічна ефективність.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	9
1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА .....	10
1.1 Загальні відомості про підприємство .....	10
1.2 Оцінка матеріально – технічної бази ремонтно-обслуговуючого та діагностувального комплексу .....	13
1.3 Вимоги до діагностичного обладнання для системи обмолоту в комбайнах 17	17
1.4 Дослідження технології проведення ремонту комбайнів .....	18
1.5 Висновки до розділу .....	22
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ПРОЄКТУВАННЯ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ДЛЯ РЕМОНТУ СІЛЬГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ .....	24
2.1 Обґрунтування необхідності реконструкції.....	24
2.2 Розрахунок програми ремонтів і ТО .....	25
2.2.1 Розрахунок кількості ТО та ремонтів тракторів .....	25
2.2.2 Розрахунок кількості ТО та ремонтів для вантажних автомобілів .....	27
2.2.3 Розрахунок кількості ТО та ремонтів для комбайнів .....	27
2.2.4 Визначення кількості ремонтів сільськогосподарських агрегатів .....	28
2.3 Розробка генерального плану підприємства .....	30
2.4 Проєктування ремонтної ділянки.....	33
2.5. Висновок до розділу.....	35
3. ПРОЄКТУВАННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОЇ ТА ПЕРЕДПРОДАЖНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ. ....	36
3.1 Актуальність питання .....	36
3.2 Аналіз існуючих конструкцій .....	37
3.3 Опис проєктованої установки для діагностики .....	40
3.4. Розрахунок конструкції діагностичної установки .....	41
3.4.1 Вихідні дані.....	41

	8
3.4.2 Розрахунок приводу .....	42
3.4.3 Вибір муфти .....	44
3.4.4 Розрахунок акумулятора .....	45
3.5 Принцип дії діагностичної установки .....	47
3.6 Методика діагностики системи обмолоту з використанням розробленої діагностичної установки .....	47
3.7 Висновок до розділу .....	48
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА..	50
4.1 Загальні вимоги безпеки в ремонтній майстерні .....	50
4.2 Вимоги безпеки при експлуатації установки .....	51
4.3 Пожежна безпека в майстерні .....	52
4.4 Санітарно-гігієнічні умови праці .....	52
4.5 Екологічні рішення у межах реконструкції .....	53
4.6 Утилізація відходів .....	53
4.7 Висновок до розділу .....	54
5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ .....	55
5.1. Вихідні дані .....	55
5.2 Економічний розрахунок .....	55
5.3 Висновок до розділу .....	58
ВИСНОВКИ .....	59
ЛІТЕРАТУРА .....	61
ДОДАТКИ .....	63

## ВСТУП

Сучасне сільське господарство потребує високопродуктивної та надійної техніки, здатної забезпечити ефективний збір урожаю. Комбайни є ключовими елементами агропромислового комплексу, а їхня безперебійна робота значною мірою залежить від якості технічного обслуговування та своєчасної діагностики.

Однак, в умовах інтенсивної експлуатації комбайнів, зокрема їхніх систем обмолоту, виникає необхідність регулярного контролю технічного стану. Існуючі ремонтні майстерні часто не мають спеціалізованого обладнання для швидкої та точної діагностики, що призводить до тривалих простоїв техніки та зниження продуктивності.

У зв'язку з цим, **реконструкція ремонтної майстерні із впровадженням сучасного діагностичного обладнання** є актуальним завданням. Одним із найбільш ефективних рішень у сфері діагностики комбайнів є **установка для діагностування**, яка дозволяє швидко оцінити стан системи обмолоту та своєчасно виявити можливі несправності.

**Мета роботи** – підвищення ефективності технічного обслуговування та діагностики комбайнів шляхом реконструкції ремонтної майстерні та впровадження установки для діагностування.

**Об'єкт дослідження** – процес технічного обслуговування та діагностики комбайнів у ремонтній майстерні.

**Предмет дослідження** – технологія реконструкції майстерні та методика використання установки для діагностики системи обмолоту комбайнів.

# 1. АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА

## 1.1 Загальні відомості про підприємство

Товариство з обмеженою відповідальністю «Технік Машинес Інтернешенел» знаходиться за адресою: м. Дніпро, Самарський р-н вул. Океанська 12. Дане підприємство надає послуги продажу, ремонту та обслуговуванню сільськогосподарської техніки фірми CLAAS та AMAZONE, та продажом й постачанням запчастин на цю техніку.

Таблиця 1.1 - Трактори CLAAS

Серія	Потужність (к.с.)	Опис
XERION 5000–4000	435–653	Флагманські трактори для важких робіт
AXION 960–920	325–445	Потужні трактори з опцією гусеничного ходу
AXION 870–800	205–295	Універсальні трактори для широкого спектру задач
ARION 660–610	145–205	Середній клас із високою маневреністю
ARION 550–510	125–165	Компактні трактори для змішаних господарств
ARION 460–410	95–125	Для невеликих ферм та допоміжних робіт

ATOS 350–220	75–115	Компактні трактори для легких польових робіт
ELIOS 240–210	75–103	Узкоспеціалізовані трактори для садівництва
AXOS 340–230	85–102	Універсальні трактори для щоденних задач



Рис. 1.1 - Трактор AXION 850



Рис. 1.2 - Трактор XERION 5000

Таблиця 1.2 - Комбайни CLAAS

Серія	Потужність (к.с.)	Об'єм бункера (л)	Особливості
LEXION 8900–7400	408–790	10 000–18 000	Роторна система, TERRA TRAC
LEXION 6900–5300	313–507	9 000–13 500	Соломотряс, висока продуктивність
TRION 750–520 600-660	258–435	8 000–12 000	Сучасна серія, заміна TUCANO
TUCANO 320	245	6 500–7 500	Середній клас з APS-системою
EVION 400	167–213	4 200–5 600	Компактні комбайни для невеликих господарств
AVERO 240/160	167–213	4 200–5 600	Для малих господарств з APS
DOMINATOR 370/260	205	5 800	Класичні комбайни з соломотрясом
CROP TIGER TT	60–76	1 200–1 500	Для рису та важких умов



Рис.1.3 - Комбайн TUCANO 320



Рис 1.4 - Комбайн CLAAS TRION 660



Рис.1.5 - Комбайн CLAAS TRION 600 з жаткою VARIO 620

Також підприємство надає послуги сервісного ремонту на фермерствах за допомогою мобільних майстерень.

## **1.2 Оцінка матеріально – технічної бази ремонтно-обслуговуючого та діагностувального комплексу**

ТОВ «Технік Машинес Інтернешенел» в своєму розпорядженні має такі ремонтні майстерні:

- Майстерня по ремонту та обслуговуванню комбайнів, тракторів та жаток, дискових борін, сівалок, оприскувачів та плугів фірми CLAAS та AMAZONE;

- Ремонтну майстерню по ремонту двигунів на комбайнах та тракторах фірми CLAAS.

Також на підприємстві є складське приміщення, де зберігаються запасні частини та агрегати, які використовуються які під час ремонту, так і для продажу клієнтам.

У ремонтній майстерні по ремонту комбайнів та тракторів проводиться ремонт та обслуговування комбайнів та тракторів (систем обмолоту, подрібнювачів, гідроциліндрів, навісної камери, варіаторів, заміна гідроаккумуляторів, заміна датчиків, ремонт жаток, оприскувачів, сівалок та проведення ТО комбайнів й тракторів) фірми CLAAS. В майстерні по ремонту двигунів проводиться ремонт двигунів IVECO, Mercedes-Benz на комбайнах та тракторах.

Під час ремонту системи обмолоту виконуються наступні роботи:

#### 1. Підготовчі роботи

- встановити комбайн на рівну площадку, загальмувати.
- вимкнути двигун і переконатися у зупинці всіх рухомих частин.
- відключити акумуляторну батарею.
- очистити робочу зону від пилу, соломи, бруду.

#### 2. Зовнішній огляд

- оцінити загальний стан системи обмолоту.
- перевірити наявність тріщин, деформацій, люфтів у механізмах (молотильний барабан, підбарабання, бичі, шківи, ремені);
- визначити ступінь зносу деталей.

#### 3. Демонтаж вузлів

- зняти захисні кожухи.
- демонтувати приводні ремені, шківи, натяжні механізми.
- розібрати молотильний барабан і підбарабання (при необхідності).

- вилучити зношені або пошкоджені елементи (бичі, вали, підшипники тощо).

#### 4. Діагностика та дефектація

- провести візуальний і інструментальний контроль кожної деталі.
- виміряти залишкові розміри та порівняти з технічними нормами.
- визначити можливість відновлення або необхідність заміни.

#### 5. Відновлювальні роботи

- замінити зношені деталі (бичі, підшипники, вал барабана).
- відновити посадочні місця, провести зварювальні чи токарні роботи (якщо потрібно).

- балансувати молотильний барабан після встановлення нових бичів.

#### 6. Зворотне складання

- встановити всі деталі у зворотній послідовності.
- відрегулювати зазор між барабаном і підбарабанням відповідно до інструкції.

- натягнути приводні ремені з урахуванням рекомендованої натяжки.
- перевірити співвісність і правильність монтажу всіх вузлів.

#### 7. Тестування

- підключити акумулятор.
- запустити двигун і короткочасно увімкнути систему обмолоту.
- прослухати роботу, перевірити наявність вібрацій, шумів, перегріву.
- за необхідності — провести коригування.

#### 8. Завершальні операції

- встановити захисні кожухи.
- зробити пробний запуск з навантаженням на полі.
- занести дані до технічного журналу обслуговування.

Перелік інструментів, які використовуються під час ремонту системи обмолоту на комбайні: ручний інструмент (гайкові ключі, викрутки (плоскі, хрестоподібні), молоток, киянка, зубило, кернер); слюсарно-монтажний інструмент (знімачі підшипників, шківів, монтажні ломи, монтувальні

лопатки, напилки, рашпілі, лещата, струбцини); вимірювальний інструмент (штангенциркуль, мікрометр, індикатор годинникового типу (ІЧТ), лінійка, кутник, шаблони); спеціалізоване обладнання (балансувальні пристрої, гідравлічний прес, зварювальне обладнання (дугове, напівавтомат)); електроінструмент (кутова шліфувальна машина (болгарка), дріль, шуруповерт, пневматичний гайковерт) та ін.

На дільниці, що займається ремонтом гідравлічного обладнання сільськогосподарської техніки, здійснюються комплексні роботи з діагностики, обслуговування та відновлення агрегатів гідростатичного приводу, які широко застосовуються у конструкції сучасних комбайнів. До таких агрегатів належать гідравлічні насоси, гідромотори та гідророзподільники, що відіграють ключову роль у забезпеченні надійної роботи гідросистеми машини. Окрім цього, дільниця виконує ремонт і технічне обслуговування гальмівних барабанів та гідравлічних циліндрів, які є невід'ємною частиною систем приводу та гальмування.

Після надходження агрегату на дільницю, першочергово проводиться його дефектація — процес виявлення зовнішніх і внутрішніх несправностей, зносу або пошкоджень деталей. У разі встановлення несправностей фахівці здійснюють ремонт шляхом заміни або відновлення необхідних елементів, використовуючи спеціалізовані інструменти та обладнання.

Після завершення всіх ремонтних процедур агрегат встановлюється на випробувальний стенд, де проходить перевірку працездатності в умовах, наближених до реальних. Тільки після підтвердження повної справності вузол передається замовнику для подальшої експлуатації.

Також, окрім ремонтної майстерні, на території фірми є будівля для працівників адміністрації та майданчики для паркування автомобілів та окреме місце для с.-г. техніки.

### **1.3 Вимоги до діагностичного обладнання для системи обмолоту в комбайнах**

Система обмолоту є одним з найважливіших вузлів комбайна, що забезпечує ефективне відокремлення зерна від колосся. Її справна робота напряду впливає на якість збору врожаю, продуктивність техніки та рівень втрат. Для забезпечення своєчасного виявлення несправностей необхідне використання високоточного та надійного діагностичного обладнання, яке повинно відповідати наступним вимогам:

1) **Висока точність вимірювань.** Обладнання повинно точно фіксувати параметри роботи молотильного барабана, рівень вібрацій, знос елементів та навантаження на привід.

2) **Надійність і довговічність.** Пристрій має бути стійким до пилу, вологи, вібрацій та перепадів температур, оскільки діагностика часто проводиться в несприятливих умовах.

3) **Автоматизація процесу діагностики.** Наявність функції збору, збереження та обробки даних дає змогу зменшити вплив людського чинника та забезпечити об'єктивність оцінки технічного стану.

4) **Зручність в експлуатації.** Інтерфейс обладнання має бути зрозумілим і простим, а сам процес діагностики — швидким і доступним для кваліфікованого персоналу.

5) **Можливість безрозбірної діагностики.** Важливою перевагою є здатність приладу проводити оцінку стану вузлів без їх демонтажу, що суттєво скорочує час ремонту.

6) **Універсальність.** Обладнання повинно бути сумісним з різними моделями комбайнів та легко адаптуватися до конструктивних особливостей кожної машини.

7) **Безпечність використання.** Всі компоненти мають відповідати вимогам техніки безпеки та не становити ризику для оператора.

8) **Автономність і мобільність.** Пристрій повинен працювати від незалежного джерела живлення або акумулятора, що дозволяє використовувати його в полі чи на віддалених ділянках.

Таким чином, вибір і впровадження діагностичного обладнання повинні базуватись на комплексному врахуванні технічних, ергономічних та експлуатаційних вимог, що забезпечить підвищення ефективності діагностики системи обмолоту.

#### 1.4 Дослідження технології проведення ремонту комбайнів

Сучасні зернозбиральні комбайни є складними високотехнологічними машинами, що поєднують у собі механічні, гідравлічні, електричні та електронні системи. Їх ефективна експлуатація неможлива без своєчасного технічного обслуговування та якісного ремонту, особливо в умовах інтенсивного навантаження протягом жнивного періоду. Проведення діагностики та ремонту вимагає високої точності, спеціалізованого обладнання, дотримання визначених технологічних норм і послідовності операцій.

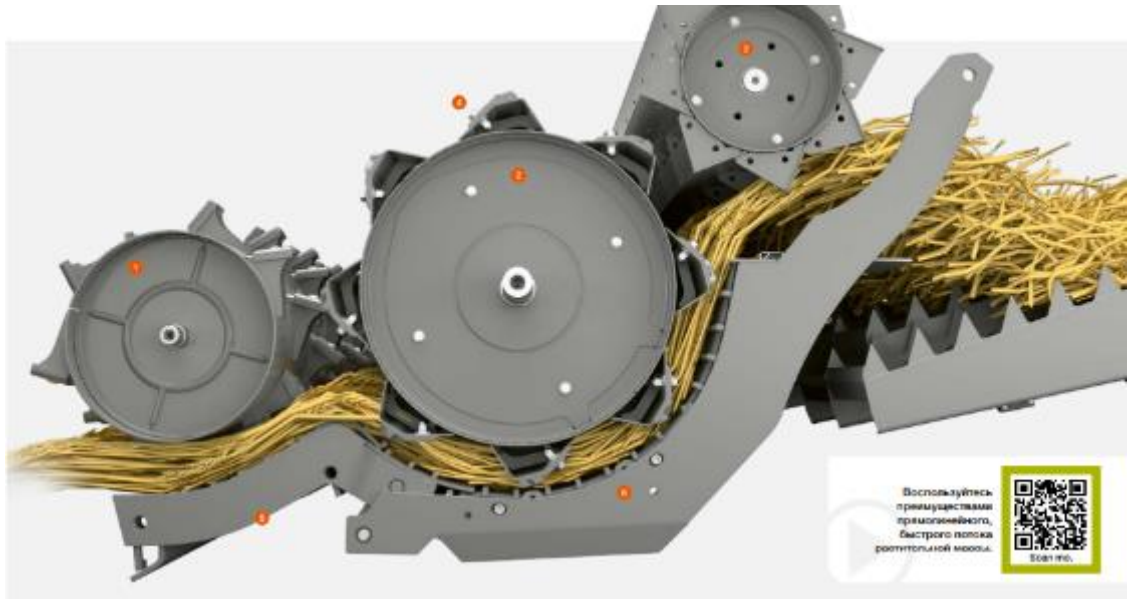


Рис 1.6 - Барабани системи APS



A)



B)



В)

Рис. 1.7 - Робочі вузли комбайна

### **Класифікація ремонтів комбайнів:**

Залежно від технічного стану машини та переліку необхідних робіт, розрізняють такі основні види ремонту:

1) Технічне обслуговування (ТО) — виконується регулярно згідно з регламентом заводу-виробника. Включає контроль і поповнення рівнів рідин, змащування вузлів, очищення фільтрів, перевірку тиску в шинах, натягу ременів та ланцюгів, стану електропроводки тощо.

2) Поточний ремонт — проводиться в разі виникнення незначних несправностей. Зазвичай не потребує демонтажу складних агрегатів. Включає заміну окремих вузлів або деталей (ременів, підшипників, гідрошлангів), регулювання зазорів, зняття та встановлення приводів або захисних елементів.

3) Середній ремонт — виконується в міжсезоння або після активної експлуатації техніки. Передбачає часткове розбирання основних систем: системи обмолоту, гідравліки, двигуна, трансмісії. Проводиться ретельна дефектація, відновлення або заміна зношених частин, перевірка на балансування, герметичність та інші характеристики.

4) Капітальний ремонт — найбільш трудомісткий вид ремонту, при якому здійснюється повне розбирання основних агрегатів комбайна, оцінка їх технічного стану, глибоке відновлення або повна заміна зношених деталей. Часто супроводжується оновленням електрообладнання, гідросистем, встановленням нових підшипників, валів, робочих органів, регулюванням усіх параметрів згідно з технічними стандартами.

### **Основні етапи проведення ремонту:**

Ремонт комбайнів проводиться за такою загальною послідовністю:

#### 1) Попередня підготовка

Комбайн встановлюється на рівну площадку, відключається живлення, очищується від забруднень. Персонал проходить інструктаж з техніки безпеки.

#### 2) Первинна діагностика та дефектація

Виконується огляд усіх основних систем — візуальний, акустичний, а також з використанням вимірювального і діагностичного обладнання. Здійснюється визначення дефектів, ступеня зносу, люфтів, тріщин, витоків та інших несправностей.

#### 3) Розбирання вузлів

Відповідно до виявлених несправностей виконується демонтаж окремих частин або агрегатів (двигуна, трансмісії, молотильної системи, гідронасосів, тощо).

#### 4) Ремонт та заміна деталей

Проводиться очищення, відновлення або заміна пошкоджених і зношених елементів. Можуть виконуватись токарні, зварювальні, фрезерні та слюсарні роботи. Використовуються оригінальні або сертифіковані запчастини.

#### 5) Збирання, регулювання та налаштування

Після відновлення деталі збираються з дотриманням монтажних схем, проводяться регулювання зазорів, натягів, перевірка співвісності та балансування.

#### 6) Випробування та контроль якості

Вузли, що пройшли ремонт, тестуються на спеціальних стендах. Повністю зібраний комбайн перевіряється в роботі (на холостому ходу та з навантаженням). Після успішного випробування машина вважається готовою до експлуатації.

#### 7) Документування результатів

Складається технічний акт або протокол виконаних робіт, вносяться відповідні записи у ремонтну документацію та сервісний журнал.

#### Особливості ремонту системи обмолоту

Система обмолоту є однією з найскладніших і найбільш навантажених частин комбайна. Вона включає молотильний барабан, підбарабання, клавішний соломотряс, привідні шківки, ремені, редуктори. Зношення або несправності навіть одного з елементів можуть призвести до втрати якості обмолоту або виходу з ладу всієї системи.

### **1.5 Висновки до розділу**

У результаті аналізу виробничої діяльності підприємства встановлено, що ремонтна майстерня забезпечує обслуговування широкого спектра сільськогосподарської техніки, включаючи ремонт гідравлічних агрегатів, двигунів, трансмісій та, зокрема, системи обмолоту комбайнів. Однак наявна матеріально-технічна база вимагає модернізації, а процес діагностики окремих вузлів — удосконалення.

Дослідження показало, що система обмолоту є однією з найскладніших і найвідповідальніших частин комбайна, а її несправності можуть призводити до значних втрат продукції. Існуючі методи діагностики мають низку обмежень: високу трудомісткість, потребу в розбиранні агрегатів, суб'єктивність оцінки.

На основі огляду сучасних засобів контролю обґрунтовано доцільність упровадження діагностичної установки, яка дозволяє швидко та точно визначати технічний стан системи обмолоту без демонтажу її елементів.

Установка має високу точність вимірювань, зручний інтерфейс, можливість автоматичного збору та аналізу даних, що істотно підвищує якість ремонту та скорочує час простою техніки.

Враховуючи вищезазначене, формулюються основні задачі дипломного проєкту:

1. Провести техніко-економічне обґрунтування реконструкції ремонтної майстерні.
2. Розробити план модернізації ділянки з урахуванням розміщення нового діагностичного обладнання.
3. Виконати підбір та розрахунок основного обладнання для обслуговування та діагностики комбайнів.
4. Розробити конструктивну схему ділянки із впровадженням установки.
5. Створити рекомендації щодо впровадження діагностичного пристрою в робочий процес підприємства.
6. Провести оцінку ефективності проєктних рішень, включаючи техніко-економічні показники, термін окупності та потенційні переваги.
7. Розглянути заходи з охорони праці та екологічної безпеки при реалізації проєкту.

Реалізація даного проєкту дозволить покращити якість технічного обслуговування сільськогосподарської техніки, зменшити витрати на ремонт, підвищити продуктивність праці та подовжити ресурс експлуатації машин.

## **2. ОБГРУНТУВАННЯ ПРОГРАМИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ТА ПРОЄКТУВАННЯ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ДЛЯ РЕМОНТУ СІЛЬГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ**

### **2.1 Обґрунтування необхідності реконструкції**

Підприємство ТОВ «Технік Машинес Інтернешенел» спеціалізується на проведенні технічного обслуговування, діагностування та ремонту сільськогосподарської техніки, зокрема зернозбиральних комбайнів і вузлів до них. Наявна ремонтна майстерня функціонує з моменту заснування підприємства (1996 р.) та на сьогодні вже не відповідає сучасним вимогам до організації ремонтно-технічного процесу.

Проведений аналіз організації праці та технічного забезпечення ремонтної майстерні дозволив виявити такі основні проблеми, що обмежують ефективність виробничого процесу:

- Нераціональне використання виробничих площ. Ремонтні зони розташовані неструктуровано, що спричиняє зайві простой та втрати часу на транспортування деталей і вузлів. Це спричинено відсутністю планування на початкових етапах роботи підприємства.
- Застаріле або фізично зношене обладнання. Частина верстатів, домкратів, ручного інструменту та стендів для перевірки вузлів давно вийшли з ладу або не забезпечують точності, необхідної для обслуговування сучасної високопродуктивної техніки. Обладнання для діагностування критично не вистачає, а те що є, часто не здатне працювати з новітньою технікою. Це особливо критично при ремонті комбайнів іноземного виробництва (John Deere, Claas, Case IH), де допуски вузлів значно вужчі.

Усі ці фактори негативно впливають на якість ремонтних робіт, тривалість ремонту, а також знижують рівень конкурентоспроможності підприємства. З урахуванням зростаючих вимог до швидкості обслуговування клієнтів та збільшення потоку техніки в сезонні періоди, реконструкція

ремонтної майстерні є необхідною умовою для стабільного розвитку та збереження позицій на ринку сервісного обслуговування сільськогосподарської техніки.

## 2.2 Розрахунок програми ремонтів і ТО

Річна програма роботи підприємства включає в себе ремонт та поточне обслуговування МТА.

Вихідні дані (кількість обслуговуваних машин) для розрахунку беремо зі звітності підприємства за 2020 рік [10].

### 2.2.1 Розрахунок кількості ТО та ремонтів тракторів

Відштовхуючись від вихідних даних, а саме кількості та об'єму робіт з МТА визначимо кількість ремонтів та ТО. Кількість капітальних ремонтів визначається за формулою [5]:

$$N_k = \frac{B_r \cdot N_m}{B_k}, \quad (2.1)$$

де  $B_r$  – середньорічний наробіток, ум. га.;

$N_m$  – кількість машин певної марки;

$B_k$  – періодичність проведення кап. ремонтів в ум. га.;

Кількість поточних ремонтів для тракторів визначимо за формулою [5]:

$$N_{\Pi} = \frac{B_r \cdot N_m}{B_{\Pi}} - N_k, \quad (2.2)$$

де  $B_{\Pi}$  – періодичність виконання поточних ремонтів, ум.га.

Кількість ТО-3 визначаємо за формулою [5]:

$$(2.3)$$

$$N_{\text{ТО-3}} = \frac{B_{\Gamma} \cdot N_{\text{М}}}{B_{\text{ТО-3}}} - (N_{\text{К}} + N_{\text{П}}),$$

де  $B_{\text{ТО-3}}$  – періодичність виконання ТО-3, ум.га.

Кількість ТО-2 визначимо за формулою [5]:

$$N_{\text{ТО-2}} = \frac{B_{\Gamma} \cdot N_{\text{М}}}{B_{\text{ТО-2}}} - (N_{\text{К}} + N_{\text{П}} + N_{\text{ТО-3}}), \quad (2.4)$$

де  $B_{\text{ТО-2}}$  – періодичність виконання ТО-2, ум.га.

Кількість ТО-1 визначимо за формулою [5]:

$$N_{\text{ТО-1}} = \frac{B_{\Gamma} \cdot N_{\text{М}}}{B_{\text{ТО-1}}} - (N_{\text{К}} + N_{\text{П}} + N_{\text{ТО-3}} + N_{\text{ТО-2}}), \quad (2.5)$$

де  $B_{\text{ТО-1}}$  – періодичність виконання ТО-1, ум.га.

Результати розрахунку занесемо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Результат розрахунку кількості ТО та ремонтів тракторів

Модель	Капільтаний ремонт	Поточний ремонт	ТО-3	ТО-2	ТО-1
CLAAS Arion 430	1	4	2	7	20
CLAAS Arion 650	1	3	1	6	16
CLAAS Axion 850	1	2	1	4	12
CLAAS Xerion 4000	0	2	1	2	9
Всього	3	11	5	19	57

### 2.2.2 Розрахунок кількості ТО та ремонтів для вантажних автомобілів

Розрахунки проводимо за формулами з минулого розділу, а саме (2,1; 2,4; 2,5). Періодичність проведення ремонтів і ТО беремо з [1]. Результати обчислення заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Обсяг робіт з ремонту та ТО вантажних автомобілів

Марка автомобіля	КР			ТО-2			ТО-1		
	Кількість	люд/год	Заг. Трудом. люд/год	Кількість	Трудом. 1КР, люд/год	Заг. Трудом. люд/год.	Кількість	Трудом. 1КР, люд/год	Заг. Трудом. люд/год.
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Renault T-series	1	345	345	4	19,5	78	9	5,2	46,8
MAN TGX	1	345	345	4	19,5	78	9	5,2	46,8
Mercedes-Benz Atego	0	-	-	3	19,5	58,5	7	5,2	36,4
Iveco Daily	0	-	-	3	19,5	58,5	7	5,2	36,4
Всього	2		690	14		273	32		166,4

### 2.2.3 Розрахунок кількості ТО та ремонтів для комбайнів

Розрахунки проводимо за формулами (2,1; 2,2; 2,5). Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Обсяг робіт з ремонту та ТО для комбайнів

Марка комбайна	КР			ПР			ТО-1		
	Кількість	Трудом. люди/год	Заг. Трудом., люди/год	Кількість	Трудом. люди/год	Заг. Трудом., люди/год	Кількість	Трудом. люди/год	Заг. Трудом., люди/год
CLASS Lexion 770	2	400	800	2	190	380	15	110	1650
CLASS Lexion 560	1	370	370	2	180	360	12	105	1260
CLASS Tucano 580	2	350	700	3	175	525	18	100	1800
CLASS Jaguar 960	2	420	840	1	200	200	12	120	1440
CLASS Dominator 118	1	320	320	1	170	170	6	95	570
Всього	8		3030	9		1635	63		6720

#### 2.2.4 Визначення кількості ремонтів сільськогосподарських агрегатів

Визначимо кількість поточних ремонтів сільськогосподарських агрегатів за формулою [6]:

$$N_{\text{т.ср}} = K_{\text{ох}} \cdot n_{\text{ср}}, \quad (2.6)$$

де  $K_{\text{ох}}$  – коефіцієнт охоплення поточним ремонтом, для плугів приймаємо  $K_{\text{ох}} = 0,8$  [6], для інших машин  $K_{\text{ох}} = 0,6 \dots 0,65$  [6].

$n_{\text{ср}}$  – кількість машин по видам і маркам.

Результати розрахунків занесемо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Обсяг робіт з ремонту сільськогосподарських агрегатів.

Марка машини	К-ть ПР	Трудомісткість 1 ПР, люд/год	Заг. трудомісткість, люд/год
AMAZONE Cataya 6000	2	38	76
AMAZONE UX 4200 Super	2	44	88
AMAZONE Cenio 3000	2	42	84
AMAZONE ZA-TS 3200	2	33	66
AMAZONE D9- 4000	1	38	38
CLAAS VARIANT 180	3	37	111
CLAAS CORTO 3200F	2	40	80
CLAAS Cenius 4003-2	2	42	84
CLAAS Disco 3050	1	40	40
Elvorti Vega 8 Profi	1	38	38
Elvorti Astra 5.4	2	38	76
Інші	2	35	70
Усього	21		992

### 2.3 Розробка генерального плану підприємства

За результатами розрахунку в розділі 2.2, наявною інформацією про підприємство [11] та державним стандартам проектуємо генеральний план підприємства.

Розробка генерального плану підприємства ТОВ «Технік Машинес Інтернешенел», що спеціалізується на ремонті сільськогосподарської техніки, базується на принципах функціональності, безпечності, ефективної логістики і відповідності нормативам (ДБН Б.2.2-12:2019, ДСТУ-Н Б В.2.2-10:2012). Територія поділяється на функціональні зони: адміністративну, виробничу, транспортно-ремонтну, складську, побутову, допоміжну та озеленену.

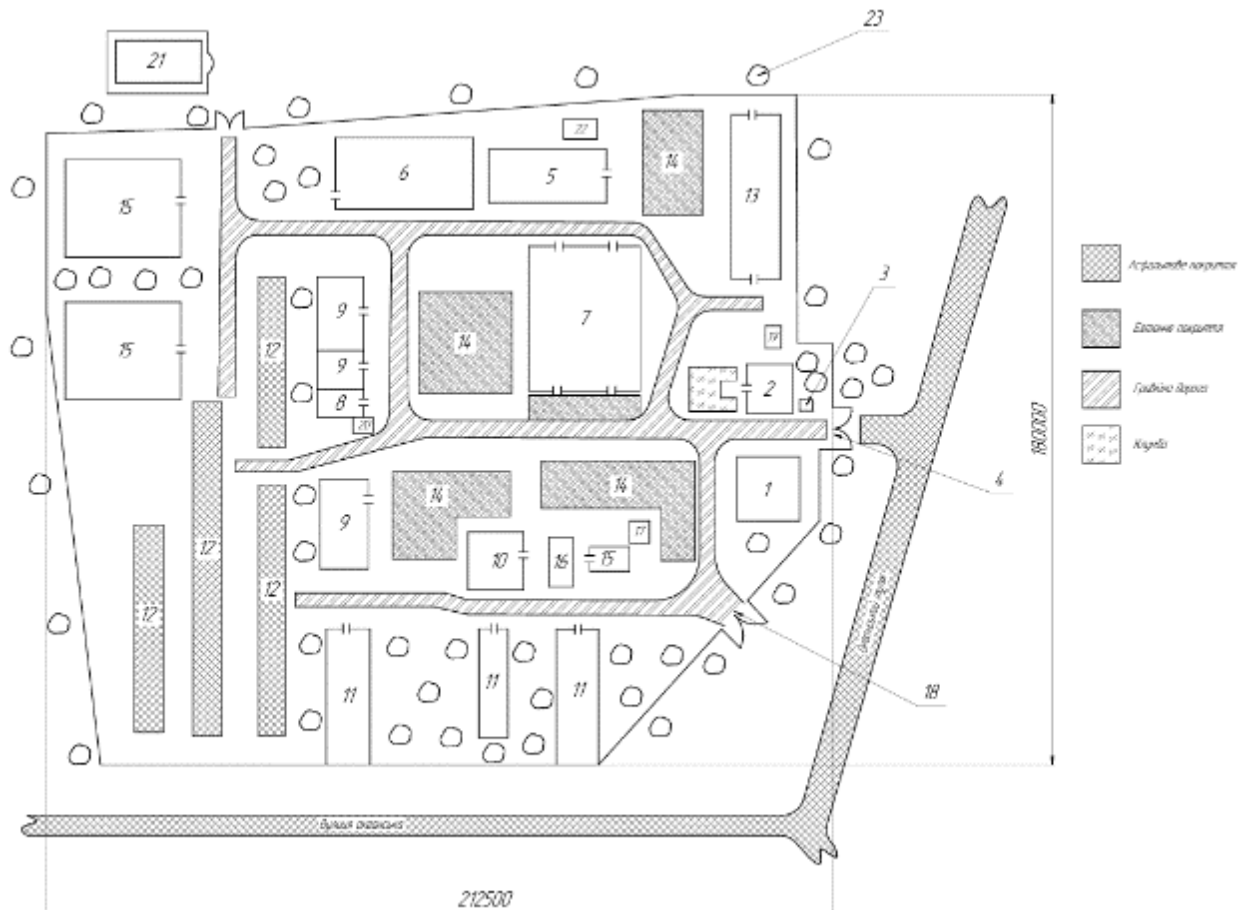


Рисунок 2.1 – Розроблений генеральний план для підприємства: 1 – адміністрація; 2 – диспетчерська; 3 – ККП; 4 - головний заїзд; 5 - цех для вантажних автомобілів; 6 - закрита стоянка для комбайнів; 7 - зона ТО; 8 - цех для легкових автомобілів; 9 - цех для тракторів; 10 - склад запчастин; 11 - складське приміщення; 12 - стоянка для сг-техніки; 13 - санітарно-побутове

приміщення; 14 - відкрита стоянка; 15 - комбайневий цех; 16 – котельня; 17 - протипожежне приміщення; 18 - запасний виїзд; 19 - гараж з оглядовою ямою; 20 - сторожова вежа; 21 - склад ПММ; 22 – естакада; 23 – дерево.

На генеральному плані передбачено використання різних типів покриттів, згідно з їх призначенням:

- Асфальтове покриття — основні транспортні магістралі, під'їзди до цехів. Забезпечує міцність і зносостійкість при проїзді важкої техніки.
- Бетонне покриття — місця з підвищеним навантаженням: зона ТО, стоянки, місця маневру техніки.
- Грунтові дороги — другорядні під'їзди, допоміжні шляхи.
- Клумби, озеленення — виконують функції естетики, пило- та шумопоглинання, зменшують перегрів території влітку.

Розглянемо більш детально кожен складову генерального плану підприємства.

Адміністрація - головний адміністративний корпус, де розміщено керівництво, бухгалтерію, відділ постачання, документообіг.

Диспетчерська - Оперативне управління прийомом, обліком, видачею техніки. Має прямий зв'язок з майстернею.

КПП - Контрольно-пропускний пункт — забезпечує безпеку, облік руху техніки та працівників.

Головний заїзд - основний в'їзд транспорту на територію, широке розташування дозволяє маневрування великогабаритної техніки.

Цех для вантажних авто - ремонт і технічне обслуговування вантажного автотранспорту.

Закрита стоянка комбайнів - зимове зберігання комбайнів у критому приміщенні, захист від погодних умов.

Зона ТО – центральна ремонтна ділянка, обладнана для технічного обслуговування всіх типів машин.

Цех для легкових авто – оскільки підприємство не спеціалізується на ремонті та обслуговування легкових авто, цей цех призначений для обслуговування службового та особистого транспорту співробітників.

Цехи для тракторів - зона ремонту тракторів — поділена на кілька ділянок з індивідуальними підйомниками або ямами.

Склад запчастин - зберігання оригінальних та уніфікованих запчастин. Розташування поряд з цехами мінімізує логістичні витрати.

Складські приміщення - приміщення для довготривалого зберігання інвентарю, матеріалів, масла, технічних рідин.

Стоянка для СГ-техніки - місце зберігання техніки, яка очікує ремонту або діагностики, або щойно пройшла його.

Санітарно-побутове приміщення - душові, роздягальні, їдальня для працівників, кімната охорони праці.

Відкриті стоянки - короткострокове паркування техніки, яка перебуває між ділянками обслуговування.

Комбайневий цех - спеціалізована зона капремонтів великогабаритної зернозбиральної техніки.

Котельня - забезпечення тепlopостачання в зимовий період. Винесена з центральної частини для зменшення ризиків.

Протипожежне приміщення - вогнегасники, гідранти, засоби локалізації займання — відповідно до пожежних норм.

Запасний виїзд - альтернативний виїзд з території, використовується під час евакуації або великого трафіку.

Гараж з оглядовою ямою - додаткове місце огляду і обслуговування службових машин.

Сторожова вежа - цілодобове відеоспостереження і охорона.

Склад ПММ - спеціалізоване сховище пального. Віддалене від майстерні, як вимагають пожежні правила.

Естакада - для обслуговування днища і шасі техніки.

Озеленення (дерева) - санітарно-захисна зона, природне затінення і протипилова функція.

Просторове розміщення об'єктів на території підприємства є результатом техніко-економічного аналізу й відповідає таким критеріям:

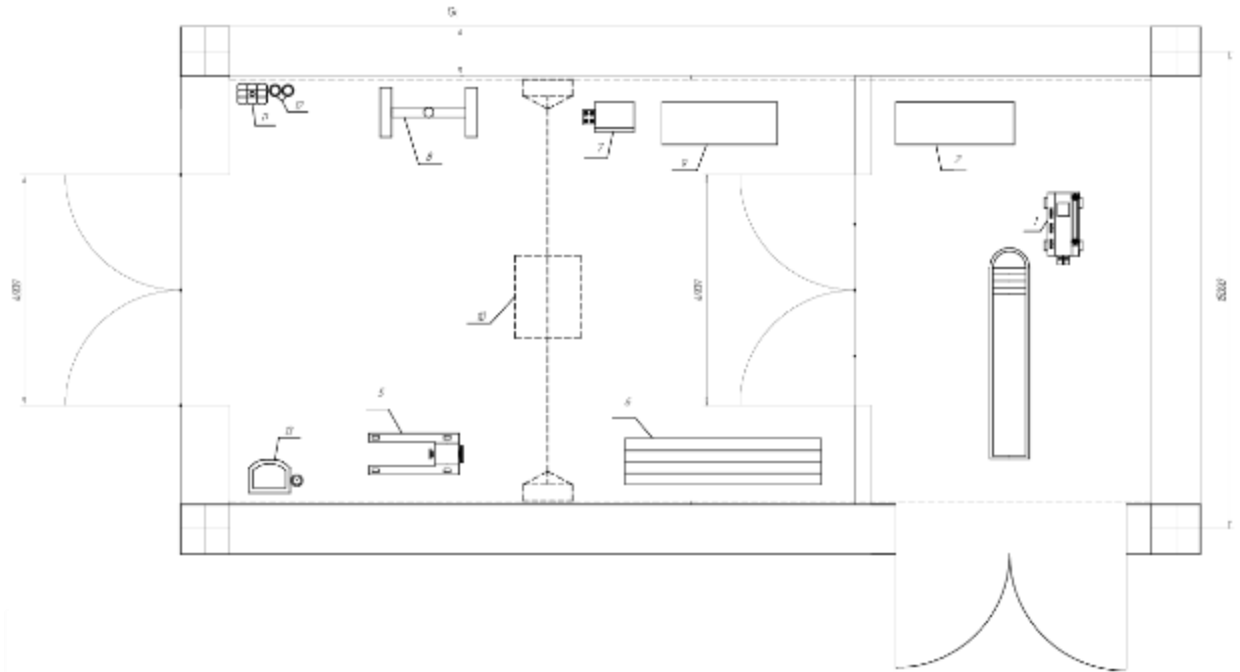
- Забезпечення лінійної логістики руху техніки — від в'їзду до ремонтних зон і назад без зустрічних потоків.
- Централізація основних ремонтних об'єктів (7,5,6,9,14) — зменшує витрати на транспортування вузлів та персоналу.
- Адміністративна та побутова зони винесені в східну частину ділянки — це забезпечує безпечне розділення адміністративного персоналу і виробничих потоків.
- Пожежна безпека та евакуація — передбачено котельню в ізольованій зоні (16), запасний виїзд (18) та обов'язкові відстані між об'єктами згідно з нормами.
- Склади розташовано біля ремонтної бази (10,11) — зменшує логістичні витрати на доставку деталей до місця встановлення.
- Природні насадження (23) створюють захисну буферну зону, що сприяє поліпшенню мікроклімату і захисту від пилу/шуму.

## **2.4 Проектування ремонтної ділянки**

У результаті реалізації програми реконструкції ремонтної майстерні було розроблено оновлене просторове та функціональне планування зони технічного обслуговування (рис.2.2.). Головна мета реконструкції — підвищення ефективності обслуговування сільськогосподарської техніки, створення сучасних умов праці, оптимізація технологічного потоку, а також підвищення точності діагностичних і монтажних-ремонтних операцій.

Опишемо основні зміни в результаті реконструкції. Оптимізовано розміщення обладнання відповідно до логіки ремонтного процесу: від дефектації до миття, обробки, діагностики і складання. Розширено функціонал

дільниці – вона тепер виконує не лише механічні ремонти, а й попередню підготовку, електродіагностику, промивання та зберігання. Введено нове обладнання, зокрема: мийна машина, стенд для електродіагностики, шафи для інструменту та рідини, підйомник. Покращено ергономіку робочого простору



– робочі зони розділені, персонал має зручний доступ до всіх етапів ремонту.

Рисунок 2.2 – Оновлене просторове та функціональне планування майстрені: 1 – діагностична установка; 2,9 – інструментальна шафа; 3 – стенд для діагностики гідравліки; 4 – стенд для діагностування електрообладнання; 5 – стенд для розрахунку розбору-збору двигунів; 6 – стелаж для деталей; 7 – мийна машина для деталей; 8 – гідравлічний прес; 10 – кран-балка; 11 – ємність для використаних рідин; 12 – ємність для чистого та брудного ганчір'я; 13 – умивальний для рук.

Ключові планувальні рішення:

- Поділ приміщення на дві робочі половини (зліва – підготовка і вимірювання; справа – монтаж, діагностика, підйомник), дозволяє уникати перетинання потоків робіт.
- Наявність двох входів/виїздів (по осі 4000 мм) дає змогу ефективно організувати потік великогабаритної техніки.

- Робоче обладнання розміщено з дотриманням санітарно-безпекових зон, що забезпечує безпечну роботу навіть із важкими вузлами.
- Миття, зберігання, утилізація рідин винесені в окрему ділянку — забезпечено екологічні вимоги.

## **2.5. Висновок до розділу**

У другому розділі дипломного проєкту проведено всебічне обґрунтування необхідності реконструкції ремонтної майстерні ТОВ «Технік Машинес Інтернешенел», що спеціалізується на обслуговуванні та ремонті сільськогосподарської техніки, переважно комбайнів та тракторів марок CLAAS і AMAZONE.

В результаті аналізу було встановлено ключові проблеми підприємства: нераціональне використання площ, застаріле обладнання та недостатнє просторове розміщення технологічних зон. З метою усунення цих недоліків запропоновано нову структуру генерального плану, яка враховує логіку руху техніки, розділення за типами обслуговування, оптимізацію площ виробничих приміщень та створення зручних умов для обслуговування великогабаритної техніки.

Реконструкція ремонтної зони включала зміщення і розширення окремих цехів, перепланування зони технічного обслуговування, оновлення схеми складських і побутових приміщень. Проведено розрахунки кількості обслуговуваної техніки (трактори, комбайни, вантажні автомобілі, сільськогосподарські агрегати), що підтвердило достатність та обґрунтованість прийнятих рішень.

Таким чином, реалізація запланованої реконструкції сприятиме підвищенню ефективності виробничих процесів, зменшенню простоїв техніки, покращенню умов праці персоналу та загальній модернізації ремонтної бази підприємства відповідно до сучасних вимог аграрної галузі.

### **3. ПРОЄКТУВАННЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ПІСЛЯРЕМОНТНОЇ ТА ПЕРЕДПРОДАЖНОЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.**

#### **3.1 Актуальність питання**

У сучасних умовах розвитку аграрного сектора України технічна справність сільськогосподарської техніки безпосередньо впливає на продуктивність, ефективність виробництва та економічну стабільність підприємств. Зношення машин, збільшення обсягів їх використання, а також недостатній рівень контролю після ремонту призводять до частих простоїв, додаткових витрат і зниження якості виконання агротехнологічних операцій.

Особливо важливою є перевірка техніки після проведення капітального або поточного ремонту, коли існує ризик прихованих дефектів або неправильного складання вузлів. Не менш актуальною є діагностика перед реалізацією вживаної або відновленої техніки, адже це дозволяє:

- гарантувати її технічну справність покупцю;
- підвищити довіру до сервісу;
- зменшити рекламацийні ризики.

На даний момент у багатьох ремонтних господарств відсутнє спеціалізоване обладнання для комплексної перевірки техніки у контрольованих умовах. Замість цього використовуються польові випробування, які є затратними, тривалими, неточними та часто небезпечними.

У зв'язку з цим розробка спеціалізованої установки для діагностування післяремонтної та передпродажної сільськогосподарської техніки є вкрай актуальною. Такий підхід дозволить:

- скоротити час перевірки техніки;
- стандартизувати процедуру оцінки технічного стану;
- підвищити якість ремонтних робіт;

- забезпечити безпечні умови роботи персоналу.

Впровадження діагностичних установок дозволяє не лише підвищити ефективність сервісного обслуговування, а й сприяє розвитку конкурентного технічного сервісу в аграрному секторі загалом.

### 3.2 Аналіз існуючих конструкцій

Shop Dog CBX — це мобільний сервісний агрегат, призначений для діагностики, обкатки та перевірки роботи активних компонентів жаток і техніки, без потреби підключення до трактора або комбайна. [12]



Рисунок 3.1 – Зовнішній вигляд установки

Основні функції:

- Імітація обертання РТО-приводу (кардана);
- Перевірка працездатності: шнеків, роторів, ножових механізмів, електричних приводів жаток;
- Виявлення вібрацій, шумів, неправильного напрямку обертання;

- Тестування електричних ліній живлення та комутаційних сигналів.

Переваги:

- Можна тестувати жатки без техніки;
- Швидке виявлення механічних та електричних проблем;
- Підходить для СТО, фермерських господарств, дилерів техніки;
- Сумісність із широким спектром брендів;
- Компактна і зручна конструкція, транспортабельна навіть вручну.

Kvaser CANdiag – це спеціалізований ПК-інтерфейс або модуль для діагностики сільськогосподарської техніки, що використовує CAN-інтерфейс відповідно до стандартів SAE J1939 та ISO 11783 (ISOBUS). Він дозволяє механікам отримувати діагностичні дані, керувати розгонами вузлів, аналізувати сигнали без втручання в електроживлення техніки. [15]

Основні можливості:

- Сумісність із ISOBUS – стандартизованою CAN-шину для тракторів та агрегатів;
- Галванічна ізоляція забезпечує захист від перенапруги, статичних розрядів та шуму;
- Мобільність та компактність: пристрій можна використовувати як у майстерні, так і безпосередньо в полі;
- Підтримка програмних інструментів — моніторинг, логування, запис/відтворення CAN-пакетів;

Переваги:

- Універсальність: підходить для більшості сучасної с/г техніки.
- Мобільність — портативний та захищений у польових умовах.
- Зручна діагностика — миттєвий доступ до бортових параметрів, збереження протоколів.

- Економічна ефективність — один пристрій обслуговує багато марок і моделей.

The Shop Dog Gen 5 — високопродуктивний мобільний діагностичний модуль, що забезпечує живлення та управління різними аграрними агрегатами



через внутрішню гідравлічну, електричну та РТО-систему. [9]

Рисунок 3.2 – Зовнішній вигляд агрегату Shop Dog Gen 5

Переваги моделі [9]:

- РТО-шарнір: 21 spline, 1–3/8" (адаптується також до 20 spline 1 3/4" та 540 RPM)
- Чотири швидкісні режими: 8, 20, 60, 120 RPM.
- Гідропідключення: три набори Pioneer швидкоз'ємних з'єднань (мешканський один — із бездротовим пультом).
- Електроживлення 12 V DC, включно з виходом для монітора, USB струм, інвертор.
- Сенсорний пульт і бездротовий контролер з опцією безпечної активації функцій.

- Вбудована акумуляторна система, захист від перенапруги, вимикачі для обслуговування
- 34,5 мм сталевий шасі з можливістю підйому Forklift pockets, розширений костьор (D-кільця), 50-футовий кабель.

Shop Dog Gen 5 — це стратегічно вдосконалена, універсальна платформа для обслуговування та діагностики сільгосптехніки різного типу, що поєднує гідравлічну силу, РТО-можливості і повноцінне електроживлення в одному компактному модулі, забезпечуючи максимальну ефективність і безпеку. [12]

Аналіз наявного обладнання показав, що на сучасному етапі одним із найефективніших рішень є мобільна установка Shop Dog CBX, яка розроблена спеціально для безпечної і точної діагностики системи обмолоту зернозбиральних комбайнів. Установка дозволяє імітувати реальні умови роботи ВОМ без підключення до трактора, з дистанційним керуванням та попередньо налаштованими режимами обертання.

Ключовими перевагами вибору цієї установки є:

- 1) мобільність і компактність конструкції;
- 2) безпечне дистанційне управління;
- 3) можливість тестування в майстерні або на виїзді;
- 3) точність контролю параметрів та зручність у роботі.

### **3.3 Опис проєктованої установки для діагностики**

У якості основи для проєктування було обрано перевірене в практиці рішення — Shop Dog CBX, портативну установку для діагностики та перевірки жаток і сільськогосподарських агрегатів з приводом від ВВП. Установка забезпечує обертовий момент на карданний вал, а також підтримує гідравлічне та електричне підключення до випробовуваного вузла.

На основі установки Shop Dog CBX пропонується наступне вдосконалення: додавання автономного акумуляторного живлення та розробка додаткових змінних шліцевих насадок для карданного валу.

Необхідність акумуляторного живлення аргументується сучасними умовами роботи в Україні. В період війни відключення світла стало нормою, наявність потужного акумулятора дозволить виконувати діагностику в умовах відключеної електроенергії та без запуску електрогенератора (наприклад, в умовах якщо запуск недоцільний або неможливий). Крім того наявність акумулятора дозволить більш широко застосовувати установку в польових умовах. Хоча в базовому варіанті присутня можливість подалі електроенергії від трактора, це може викликати незручності (наприклад, на малих господарствах з обмеженою кількістю техніки використання трактора для живлення установки може викликати проблеми). Крім того, як зазначають розробники базової установки [9], вона не здатна житися від усіх моделей тракторів і часто підключення супроводжується додатковими складностями. Наявність потужного акумулятора вирішить ці проблеми.

Крім того, вдосконалення передбачає розробку нових шліцевих насадок, які дозволять проводити діагностику для наявної в Україні вітчизняної техніки та радянської техніки (КЗ-9-1 «Херсонєць», СК-5 «Нива», Дон-1500 і т.д.) це дозволить збільшити кількість клієнтів. Основна відмінність цих насадок – розміри, які мають бути придатними для підключення до раніше описаних комбайнів.

На додаток до описаних вдосконалень пропонується замінити двигун та редуктор. Для цього проведемо розрахунки в наступних пунктах.

### **3.4. Розрахунок конструкції діагностичної установки**

#### **3.4.1 Вихідні дані**

Для забезпечення ефективної роботи установки необхідно виконати технічні розрахунки, які підтверджують, що її конструкція відповідає умовам експлуатації та навантаженням, характерним для системи обмолоту зернозбирального комбайна. У центрі цих розрахунків — обертальний момент, потужність, частота обертання та механічна надійність елементів.

Установка забезпечує оберти ВОМ на рівні до 1000 об/хв, що відповідає стандартним режимам експлуатації зернозбиральних комбайнів. Потужність електродвигуна становить 7,5 кВт, що дозволяє працювати з більшістю гідромеханічних систем без перевантаження.

Технічна характеристика установки:

- потужність: 7,5 кВт;
- передаточне відношення редуктора: 7,5
- частота обертання: 1000 об/хв;
- живлення: 230В, 1 фаза;
- кількість режимів обертання: 6;
- система керування: панель керування на корпусі установки;

В базовій конструкції використовується черв'яний мотор-редуктор, в проєктованому варіанті також буде використовуватись цей тип. Марка - NMRV 130 [11].

### 3.4.2 Розрахунок приводу

Необхідну потужність електродвигуна визначимо за формулою [6]:

$$P'_{ед} = \frac{P_{вих}}{\eta_{сум}}, \quad (3.1)$$

де  $P_{вих}$  – потужність установки, кВт;

$\eta_{сум}$  – сумарний ККД приводу [6]:

$$\eta_{сум} = \eta_{м} \cdot \eta_{п}^3 \cdot \eta_{лц} \cdot \eta_{зч}, \quad (3.2)$$

де  $\eta_{м} = 0,98$  – втрати муфти [6];

$\eta_{п} = 0,99$  – втрати потужності на тертя у підшипниках на опорних стійках [3];

$\eta_{\text{лц}} = 0,93$  – ККД ланцюгової передачі (відкритої) [6];

$\eta_{\text{зч}} = 0,96$  – ККД зубчастої передачі (черв'ячної, закритої) [6].

Отже сумарний ККД:

$$\eta_{\text{сум}} = 0,98 \cdot 0,99^3 \cdot 0,93 \cdot 0,96 = 0,85$$

Тоді потужність яку повинен мати електродвигун:

$$P_{\text{ед}} = \frac{6,3}{0,85} = 7,5 \text{ кВт}$$

Частоту вала електродвигуна визначимо за формулою [6]:

(3.3)

$$n'_{\text{ел}} = n_{\text{вих}} \cdot u_{\text{ч}} ;$$

$n_{\text{вих}}$  – частота обертання, на вихідному валу  $n_{\text{вих}} = 186,7$  об/хв [7];

$u_{\text{ч}}$  – передаточне відношення на черв'ячній передачі передачі, приймаємо  $u_{\text{ч}} = 7,5$  [8];

Тоді:

$$n'_{\text{ед}} = 186,7 \cdot 7,5 = 1400 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

Згідно з [3] приймаємо асинхронний двигун 4A132M4У3 з номінальною потужністю – 7,5 кВт та частотою обертання 1455 об/хв.

За формулою [3] визначимо крутний момент на валу електродвигуна:

(3.4)

$$T_{\text{ед}} = 9550 \cdot \frac{P_{\text{ед}}}{n_{\text{ед}}} = 9550 \cdot \frac{7,5}{1455} = 49,2 \text{ Нм}$$

Аналогічним чином визначимо параметри інших валів. Швидкохідний вал редуктора:

(3.5)

$$P_1 = P_{ед} \cdot \eta_m = 7,5 \cdot 0,98 = 7,35 \text{ кВт}$$

(3.6)

$$n_1 = n_{ед} = 1455 \text{ об/хв}$$

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P_1}{n_1} = 9550 \cdot \frac{7,35}{1455} = 48,2 \text{ Нм}$$

Тихохідний вал редуктора:

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{зч} \cdot \eta_{п} = 7,35 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 7,13 \text{ кВт} \quad (3.7)$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_ч} = \frac{1455}{7,5} = 194 \text{ об/хв} \quad (3.8)$$

$$T_2 = T_1 \cdot u_ч \cdot \eta_{зч} \cdot \eta_{п} = 48,2 \cdot 7,5 \cdot 0,96 \cdot 0,99 = 343,6 \text{ Нм} \quad (3.9)$$

### 3.4.3 Вибір муфти

На швидкохідний вал обираємо муфту МПВП-63. Муфта має наступні розміри:

Діаметр диска:  $D = 100 \text{ мм}$ ;

Загальна довжина:  $L = 76 \text{ мм}$ ;

Розточний діаметр:  $d = 24 \text{ мм}$ ;

Довжина напівмуфти:  $l = 36 \text{ мм}$ ;

Зазор:  $c = 4 \text{ мм}$ ;

Діаметр, що має маточина:  $d_{ст} = 40 \text{ мм}$ ;

Діаметр кола осей пальців:  $D_0 = 72 \text{ мм}$ ;

Діаметр отвору для втулки пальця:  $d_0 = 20 \text{ мм}$ ;

Визначимо радіальну консольну невірноважену силу  $F_M$ , що діє на муфті за формулою [3]:

$$F_M = (0,25 \dots 0,5) \frac{T_1}{0,5 \cdot D_0} = 0,5 \frac{48,2}{0,5 \cdot 0,072} = 669,4 \text{ Н} \quad (3.10)$$

#### 3.4.4 Розрахунок акумулятора

Споживану енергію можна розрахувати за формулою:

$$E_{\text{спож}} = \frac{P_{\text{ед}} \cdot t}{\eta} = \frac{7,5 \cdot 4}{0,85} = 35,3 \frac{\text{кВт}}{\text{год}}, \quad (3.11)$$

де  $t$  – необхідний час автономної роботи установки, (приймаємо 4 год);

$\eta$  – ККД інверторного живлення;

Розрахуємо струм споживача:

$$I = \frac{P}{U \cdot \eta} = \frac{7500}{48 \cdot 0,85} = 183,8 \text{ А}, \quad (3.12)$$

де  $U$  – робоча напруга батареї;

Визначимо ємність батареї:

$$C = I \cdot t = 183,8 \cdot 4 = 735,2 \frac{\text{А}}{\text{год}} \quad (3.13)$$

З врахуванням резерву ємність батареї буде:

$$C_{\text{фін}} = 735,2 \cdot 1,2 = 882 \frac{\text{А}}{\text{год}}$$

Асинхронні двигуни при запуску можуть мати пусковий струм у 5–7 разів вищий, ніж номінальний, тому:

$$I_{\text{пуск}} = 6 \cdot 183,8 = 1103 \text{ А}$$

Отже, акумуляторна система та інвертор мають бути розраховані на короткочасний імпульсний струм до 1200 А, хоча триває це не більше 2–5 секунд.

Оберемо тип акумулятора. Оскільки маємо портативну діагностичну установку, то одним з важливих критеріїв є маса. Крім того для акумулятора важливим є термін служби.

Визначимо необхідну масу AGM акумулятора:

$$m_{AGM} = \frac{E_{\text{спож}}}{k_{AGM}}, \quad (3.14)$$

де  $k_{AGM}$  – питома енергоємність AGM акумулятора (30 Вт\*год/кг);

$$m_{AGM} = \frac{35300}{30} = 1176 \text{ кг}$$

Визначимо необхідну масу LiFePO<sub>4</sub> акумулятора:

$$m_{LiFePO_4} = \frac{E_{\text{спож}}}{k_{LiFePO_4}}, \quad (3.15)$$

де  $k_{LiFePO_4}$  – питома енергоємність LiFePO<sub>4</sub> акумулятора (100 Вт\*год/кг);

$$m_{LiFePO_4} = \frac{35300}{100} = 353 \text{ кг}$$

Для AGM акумулятора типова гарантійна кількість робочих циклів складає близько 500, а типовий термін служби 1-3 роки [13].

Для LiFePO<sub>4</sub> акумуляторів типова гарантійка кількість робочих циклів складає від 3000 до 5000, а типовий термін служби 7-10 років [13].

Тобто, як бачимо за усіма параметрами краще обирати LiFePO<sub>4</sub> акумулятор. Єдиним його недоліком є ціна, він дорожчий за AGM в 2-3 рази. Проте різниця в ціні компенсується численними перевагами.

### **3.5 Принцип дії діагностичної установки**

Установка для діагностування імітує роботу трактора, який зазвичай використовується для обертання вала відбору потужності (ВОМ) комбайна під час діагностики. Після під'єднання карданного валу комбайна до вала установки, електродвигун приводить його в обертання на заданій швидкості. Вибір швидкості здійснюється з панелі керування.

У процесі роботи установка подає механічну енергію на систему обмолоту, дозволяючи оцінити її стан без включення всього комбайна. Це дає можливість виявити сторонні шуми, вібрації, заїдання або несправності в роботі молотильного барабана, шнека, соломотряса чи інших механізмів.

### **3.6 Методика діагностики системи обмолоту з використанням розробленої діагностичної установки**

Етапи діагностики:

1. Підготовка комбайна:
  - a. Комбайн встановлюється на рівному майданчику.
  - b. Вмикається стоянкове гальмо.
  - c. Знімається захисні кожухи з системи для доступу до ключових вузлів.
2. Підключення пристрою:

- a. Карданний вал комбайна під'єднується до вала діагностичної установки.
- b. Перевіряється надійність з'єднання та відсутність люфта.
- 3. Початок діагностики:
  - a. Увімкнення електророзживлення.
  - b. Вибір режиму обертання (швидкості) за допомогою пульта.
  - c. Поступове збільшення швидкості - від низьких до максимальних значень.
- 4. Візуальний та звуковий контроль:
  - a. Спостереження за обертанням молотильного барабана, шнеків, систем транспортування.
  - b. Виявлення сторонніх шумів, вібрацій або нерівномірностей.
- 5. Додаткова перевірка:
  - a. Можливе застосування віброметра, стетоскопа, термокамери для поглиблення діагностики підшипників, муфт тощо.
  - b. Завершення роботи:
    - a. Плавне зменшення швидкості обертання до нуля.
    - b. Вимкнення живлення та від'єднання кардану.
    - c. Аналіз результатів та визначення потреби у ремонті.

### **3.7 Висновок до розділу**

У третьому розділі дипломної роботи було розроблено сучасну діагностичну установку на базі прототипу Shop Dog CBX, що призначена для перевірки технічного стану сільськогосподарської техніки після ремонту та перед продажем.

Здійснено аналіз існуючих мобільних і стаціонарних діагностичних установок, проведено порівняння функціональності та виявлено актуальну потребу у вдосконаленні базової моделі. В результаті розроблено вдосконалену конструкцію, яка дозволяє використовувати установку не тільки

в майстернях, а й у польових умовах — завдяки впровадженню системи гібридного живлення (акумулятор + ВВП трактора), що забезпечує автономну роботу протягом 4 годин.

Окрему увагу приділено універсалізації агрегату. Розроблено нові шліцьові насадки для карданного валу, які дозволяють обслуговувати як імпорتنу (CLAAS, AMAZONE), так і вітчизняну техніку (в т.ч. КЗС «Херсонець»). Запропоновано модернізацію карданного валу із телескопічною конструкцією та фіксатором довжини, що полегшує регулювання залежно від габаритів агрегатованої техніки.

Виконано розрахунок акумуляторної батареї, підібрано параметри живлення, підтверджено достатню потужність приводу. Також запропоновано креслення ключових вузлів конструкції, зокрема: шліцьових насадок, телескопічного вала та поперечного перерізу установки.

Таким чином, проєктована установка забезпечує високу мобільність, енергонезалежність, функціональну сумісність із різною технікою та відповідає сучасним вимогам агросервісного обслуговування.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Загальні вимоги безпеки в ремонтній майстерні

Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності людини в процесі трудової діяльності.

У ремонтній майстерні обслуговується великогабаритна сільськогосподарська техніка, проводяться діагностичні, демонтажні та відновлювальні роботи, пов'язані з використанням електрообладнання, пневмо- та гідросистем, мастильних матеріалів, палив, ріжучих і обертових інструментів. Такі умови визначають високий рівень професійних ризиків, що потребує комплексного підходу до організації безпеки.

Згідно з Законом України «Про охорону праці», роботодавець зобов'язаний створити на кожному робочому місці умови праці відповідно до вимог нормативно-правових актів, забезпечити працівників інструкціями, засобами індивідуального захисту, провести медогляди й навчання.

Основні шкідливі та небезпечні фактори:

1. **Фізичні:** обертові елементи, підвищений рівень шуму (>85 дБ), вібрації, пил, електричне напруження;
2. **Хімічні:** мастила, пари пального, мийні речовини;
3. **Психофізіологічні:** монотонність операцій, відповідальність, висока концентрація уваги;
4. **Травмонебезпечні ситуації:** робота під підйимальною технікою, використання інструментів, обробка великих деталей.

Для зниження дії цих факторів у проектованій ремонтній майстерні передбачено:

1. Встановлення попереджувальних знаків;

2. Організація правильного зонування — виділення мийної, діагностичної, ремонтної та побутової зон;
3. Оснащення приміщення природною та примусовою вентиляцією;
4. Розміщення вогнегасників, аптечки, плану евакуації.

#### **4.2 Вимоги безпеки при експлуатації установки**

Установка для діагностування — це мобільний діагностичний пристрій, що дозволяє імітувати обертання валу відбору потужності комбайна без підключення до трактора. Вона працює від мережі 230 В, має декілька режимів обертання (до 1000 об/хв) і дистанційне керування. Оскільки агрегат розрахований на створення обертового моменту, робота з ним вимагає суворого дотримання правил безпеки.

Потенційні небезпеки:

- 1) Ураження електричним струмом — при пошкодженні ізоляції, неправильному заземленні, потраплянні вологи;
- 2) Механічні травми — при потраплянні рук чи одягу до обертових вузлів;
- 3) Термічні опіки — при перегріванні двигуна або редуктора;
- 4) Ушкодження слуху — через шум при роботі (до 80 дБ).

Місце встановлення та вимоги:

- 1) Розміщується біля стіни, з вільною зоною не менше 1,5 метра навколо;
- 2) Обов'язково підключення до заземленої розетки з автоматом захисту;
- 3) Перед запуском перевіряється надійність карданного з'єднання;
- 4) Оператор повинен бути на відстані не менше 2 метрів, мати на собі ЗІЗ: рукавиці, окуляри, щиток;
- 5) Заборонено працювати без захисних кожухів або з несправним пультом;
- 6) При аварії — натискається кнопка екстреної зупинки.

Ці вимоги є обов'язковими та мають бути включені до інструкції з охорони праці на робочому місці оператора установки.

### **4.3 Пожежна безпека в майстерні**

У ремонтній майстерні накопичуються горючі матеріали: мастила, дизпаливо, гідравлічні рідини, ганчір'я, фарби. Наявність електроприладів та зварювального обладнання створює потенційну загрозу займання.

Заходи пожежної безпеки:

- 1) Встановлено не менше трьох вогнегасників ВП-5 — біля входу, біля зварювального поста та в діагностичній зоні;
  - 2) Обмежене зберігання горючих матеріалів — у спеціальних металевих шафах;
  - 3) Заборонено куріння на території цеху — лише у спеціально визначених місцях;
  - 4) Усі електрощити — герметичні, з автоматичним відключенням при короткому замиканні;
  - 5) Проведення щомісячної перевірки стану електромережі;
- Оповіщення про пожежу (сигналізація) та план евакуації вивішені на видному місці.

### **4.4 Санітарно-гігієнічні умови праці**

Мікроклімат ремонтної майстерні безпосередньо впливає на продуктивність і безпеку персоналу. Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99, оптимальні параметри для внутрішнього середовища:

- 1) температура в холодний період року: +16...+20 °С;
- 2) відносна вологість: 40–60%;
- 3) швидкість повітря: до 0,3 м/с;

#### 4.5 Екологічні рішення у межах реконструкції

В результаті реконструкції прийнято наступні рішення, для збереження довкілля:

- Встановлення окремої герметичної зони для зберігання та утилізації небезпечних відходів, включаючи ПММ, мастила та акумулятори;
- Організація санітарно-побутового приміщення (позиція 13 на генплані), що дозволяє забезпечити належні умови особистої гігієни персоналу та зменшити санітарне навантаження на виробничу зону;
- Впровадження ємностей для збору стічних вод і локальної очисної установки, яка очищує води перед скидом у каналізацію;
- Озеленення території та збереження дерева (позиція 23) з метою покращення мікроклімату та зменшення рівня запиленості;
- Забезпечення твердого покриття відкритих стоянок і проїздів, що запобігає ерозії ґрунтів та потраплянню нафтопродуктів у ґрунтові води.

#### 4.6 Утилізація відходів

Усі відходи, які утворюються в процесі технічного обслуговування, підлягають роздільному збиранню:

- відпрацьовані мастила та рідини — здаються на переробку відповідно до договору зі спеціалізованою організацією;
- зношені металеві частини — зберігаються у відповідному контейнері й здаються на вторинну переробку;
- акумулятори — передаються ліцензованим операторам з поводження з небезпечними відходами.

#### **4.7 Висновок до розділу**

В розділі наведені основні вимоги щодо охорони праці, безпеки на виробництві та захисту навколишнього середовища.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЄКТУ

### 5.1. Вихідні дані

У процесі реконструкції було змінено планування не лише ремонтної ділянки, а й усього підприємства. Економічну оцінку проведемо саме для ремонтної ділянки (зони ТО). Площа ремонтної ділянки складає 450 м<sup>2</sup>, а річна трудомісткість робіт складає близько 13500 людино-годин, що приблизно дорівнює 45-ти умовним ремонтам. Вихідні дані до розрахунку внесемо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності.

Показники	Умовні позначення	Значення
Обсяг ремонтних робіт та ТО, ум.рем.	$Q$	45
Кількість робітників на цій ділянці, чол	$K_{пр}$	3
Сума заробітної плати для робітників	$ЗП_{ср}$	25000
Витрати на реконструкції ділянки	$B_{пр}$	1000000
Обсяг електроенергії, що витрачається (за рік), кВт/год	$Q_{ел}$	18000
Ціна електроенергії для підприємств, кВт/год*грн	$Ц_{ел}$	8,25
Середня вартість умовного ремонту, грн	$Ц_{ум.рем}$	45000

### 5.2 Економічний розрахунок

Загальні річні витрати на проведення ремонту визначимо за формулою:

$$B_{пр} = Q \cdot Ц_{ум.рем} \quad (5.1)$$

$$B_{\text{пр}} = 45 \cdot 45000 = 2025000 \text{ грн}$$

Експлуатаційні витрати, тобто витрати на керування господарством та обслуговуванням виробництва визначаються за формулою:

$$EB = ЗП + A + B_{\text{ел}} + B_{\text{рем}} + IB, \quad (5.2)$$

де ЗП – заробітна плата для виробників, грн;

$A$  – амортизаційні відрахування, грн;

$B_{\text{ел}}$  – витрати на електроенергію, грн;

$B_{\text{рем}}$  – витрати на ремонтні матеріали, грн;

$IB$  – інші витрати, грн;

Амортизаційні витрати знаходимо за формулою:

$$A = \frac{B_{\text{пр}} \cdot \lambda}{100}, \quad (5.3)$$

$\lambda$  – встановлена норма амортизації, згідно [14]  $\lambda = 25\%$ ;

$$A = \frac{1000000 \cdot 25}{100} = 250000 \text{ грн};$$

Витрати на електроенергію визначаються за формулою:

$$B_{\text{ел}} = Q_{\text{ел}} \cdot C_{\text{ел}} = 18000 \cdot 8,25 = 148500 \text{ грн}; \quad (5.4)$$

Витрати на ремонтні матеріали зазвичай складають 30% [14] від амортизаційних витрат, тому:

$$B_{\text{рем}} = \frac{A \cdot 30}{100} = \frac{250000 \cdot 30}{100} = 75000 \text{ грн}; \quad (5.5)$$

Інші витрати зазвичай приймають рівними 3% від загальних експлуатаційних витрат:

$$IB = \frac{(3П + A + B_{ел} + B_{рем}) \cdot 3}{100} \quad (5.6)$$

$$IB = \frac{(75000 + 250000 + 148500 + 75000) \cdot 3}{100} = 16450 \text{ грн};$$

Тоді експлуатаційні витрати будуть дорівнювати:

$$EB = 75000 + 250000 + 148500 + 75000 + 16450 = 1661950 \text{ грн}$$

Собівартість ремонту визначається за формулою:

$$ПС = EB \cdot 1,02, \quad (5.7)$$

$$ПС = 1661950 \cdot 1,02 = 1695000 \text{ грн};$$

Прибуток від ремонтів та ТО визначається за формулою:

$$П = B_{пр} - ПС; \quad (5.8)$$

$$П = 2025000 - 1661950 = 363050 \text{ грн}$$

Рентабельність визначається за формулою:

$$P = \frac{П \cdot 100}{ПС} = \frac{363050 \cdot 100}{1695000} = 21,42 \% \quad (5.9)$$

Термін окупності складе:

$$T_o = \frac{B}{\Pi} = \frac{1000000}{363050} = 2,7 \text{ роки (близько 33 місяців)} \quad (5.10)$$

Результати розрахунку наведені в графічній частині проєкту.

### **5.3 Висновок до розділу**

Економічний розрахунок реконструкції майстерні показав його доцільність. Рентабельність складає 21,42%, а термін окупності складає близько 2,7 років, що є досить непоганим результатом.

## ВИСНОВКИ

У процесі виконання дипломного проекту на тему «Реконструкція ремонтної майстерні сільськогосподарської техніки з розробкою пристрою для діагностування в товаристві з обмеженою відповідальністю» досягнуто поставлену мету — підвищення ефективності обслуговування сучасної імпоротної та вітчизняної техніки шляхом удосконалення організації ремонтної ділянки та розробки діагностичної установки нового типу.

У першому розділі проведено аналіз виробничої діяльності підприємства ТОВ «Технік Машинес Інтернешенел», яке спеціалізується на ремонті техніки CLAAS, AMAZONE, John Deere та вітчизняних марок. Встановлено, що на момент початку реконструкції підприємство мало проблеми з нераціональним використанням площ, відсутністю компактного обладнання для діагностики та обмеженим доступом до сучасного сервісного інструменту.

У другому розділі було розроблено оновлений генеральний план підприємства, що передбачає реорганізацію ремонтної зони, введення цехів, складських і побутових приміщень, нових під'їздів, зони ТО та відкритої стоянки. Обґрунтовано реконструкцію ремонтної ділянки, включаючи перепланування площ, оновлення обладнання та модернізацію робочих постів;

Проведено розрахунок річної програми ремонту, визначено річну трудомісткість робіт (близько 18500 людино-годин)

У третьому розділі розроблено вдосконалену мобільну діагностичну установку на базі прототипу Shop Dog CBX з новими технічними рішеннями. Реалізовано гібридне живлення: живлення від ВВП трактора та акумулятора на 4 год роботи. Визначено параметри електроживлення: двигун потужністю 7,5 кВт, швидкість обертання вала — 1400 об/хв, ємність акумулятора — не менше 800 А·год.

У результаті економічної оцінки встановлено, що рентабельність складає 21,42%, а термін окупності 2,7 роки (близько 33 місяців).

Таким чином, проєкт повністю досягає поставлених цілей, відповідає сучасним вимогам до організації сервісного обслуговування аграрної техніки та може бути впроваджений у практику господарської діяльності.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Черній О. Дослідження безвідказності тракторів John Deere серії 8R в експлуатаційних умовах України. Теоретичні та практичні питання аграрної науки : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 2022. С. 117–120.
2. Черній О. Деякі проблеми технічної надійності сільськогосподарських тракторів JOHN DEERE. The 7 th International scientific and practical conference “Innovations and prospects of world science”(March 2-4, 2022) Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2022. С. 13–19.
3. Хлудєєв Б.С. Шляхи оптимізації роботи дилерсько-сервісних центрів техніки John Deere / Б.С. Хлудєєв, Є.В. Калганков // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу: Матеріали Міжнародної науково - практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково - навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2019. – С. 180–185.
4. Мельянцов П.Т. Методичні рекомендації «Організація та технологія ремонту МТП в умовах сільськогосподарського підприємства» / Мельянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І. – Д.: ДДАУ, 2010. – 125 с.
5. Деталі машин: підручник / [Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков Є.І. та ін.]. – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. – 308 с.
6. Черній О.А. Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з дисципліни «Деталі машин» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» зі спеціальності 208 «Агроінженерія» освітнього ступеня «бакалавр» денної та заочної форм навчання/ В.І. Дирда, Є.В. Калганков, О.А. Черній. – Дніпро: Дніпровський державний аграрно – економічний університет, 2021. – 91 с.
7. Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Козуб Ю.Г., Рижков І.Є. Деталі машин. Практикум та курсове проектування. Навчальний посібник. – Дніпропетровськ – Луганськ – Львів: Авантаж. – 2009. – 285 с.

8. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.

9. Дирда В.І. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК [Навчальний посібник] / Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т., Толстенко О.В., Кириленко О.І., Цаніди І.М.– Д.: «Герда», 2014. – 100 с.

10. Годяєв С. Г. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці» в дипломних роботах студентів інженерно-технологічного факультету, ОКР бакалавр за напрям підготовки: 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». / С.Г. Годяєв, Л.Д. Устимович. Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 21 с.

11. Документація по черв'ячному редуктору GS – Drive SV110 (дата звернення 12.05.2025): <https://ua-motor.com/uk/product/chervyachnyj-motor-reduktor-nmrv>

12. Документація по установках Shop Dog (дата звернення 12.05.2025): <https://www.shopdogindustries.com/shop-dog-cbx>

13.Звітність діяльності підприємства ТМІ (дата звернення 13.05.2025): [https://zvitnist.com/30443517\\_TOVARYSTVO\\_Z\\_OBMEZHENOOU\\_VDPOVDA\\_LNSTU\\_TENNIK\\_MASHY](https://zvitnist.com/30443517_TOVARYSTVO_Z_OBMEZHENOOU_VDPOVDA_LNSTU_TENNIK_MASHY)

14. Інформація по підприємству «Технік Машинес Інтернешенел» (дата звернення 11.04.2025): <https://tmi.com.ua/>

15. Документація по програмному забезпеченню CAN (дата звернення 20.05.2025): <https://kvaser.com/>

16. Додаткова інформація з охорони праці (дата звернення 12.05.2025): <https://uk.wikipedia.org/wiki/>

17. Інформація Про затвердження Положення про порядок визначення амортизації та віднесення амортизаційних відрахувань на витрати виробництва (обігу) (дата звернення 16.05.2025): <https://zakon.rada.gov.ua/go/1075-96-%D0%BF>

# ДОДАТКИ



№	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	к-ть	Примітка
				<u>Документація</u>		
			46КП.194.100.000.ВЗ	Загальний вигляд установки		
				<u>Складальні одиниці</u>		
	4		46КП.194.104.000	Пульт керування	1	
	7		46КП.194.107.000	Карданний вал	1	
	8		46КП.194.108.000	Стійка	1	
	10		46КП.194.110.000	Електро-виделка	1	
	11		46КП.194.111.000	Діодний індикатор	1	
	12		46КП.194.112.000	Кнопка аварійної зупинки	1	
	13		46КП.194.113.000	Ручка	1	
	15		46КП.194.115.000	Відсік під акумулятор	1	
				<u>Деталі</u>		
	1		46КП.194.101.000	Шліцева насадка №1	1	
	2		46КП.194.102.000	Шліцева насадка №2	1	
	3		46КП.194.103.000	Шліцева насадка №3	1	
	5		46КП.194.105.000	Передній захистний ковпак	1	
	6		46КП.194.106.000	Задній захистний ковпак	1	
	9		46КП.194.109.000	Захистний кохух	1	
	14		46КП.194.114.000	Вихідний вал	1	
				46КП.194.100.000.ВЗ		
Зм.	Док.	№ докум.	Підпис	Висновок	Літера.	Аркуш
Виконав		Поговорі Г.М.				
Перевір.		Чуєнко О.А.				
Інженер.		Іванів В.В.				
Зачин.		Дубин В.В.				
Загальний вигляд установки					АІ-2-21	







**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
Інженерно-технологічний факультет  
Кафедра інжинірингу технічних систем

**РЕКОНСТРУКЦІЯ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ З РОЗРОБКОЮ  
ПРИСТРОЮ ДЛЯ ТЕХНІЧНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ**

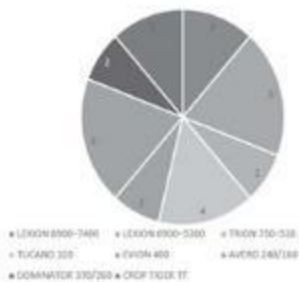
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4го курсу, групи АІ -2-21  
Насонов Єгор Максимович

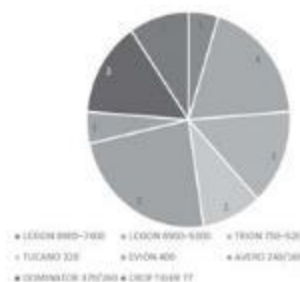
Керівник: ст. викладач  
Черній Олександр Анатолійович

Дніпро - 2025

0000007642099



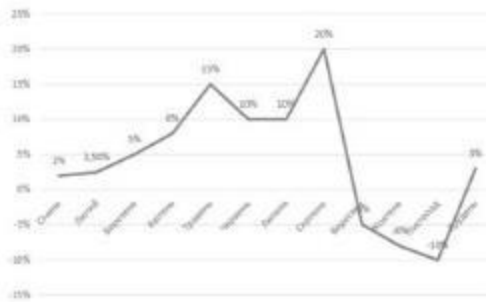
Кількість відремонтованих комбанів за 2024 рік



Кількість проданих комбанів за 2024 рік

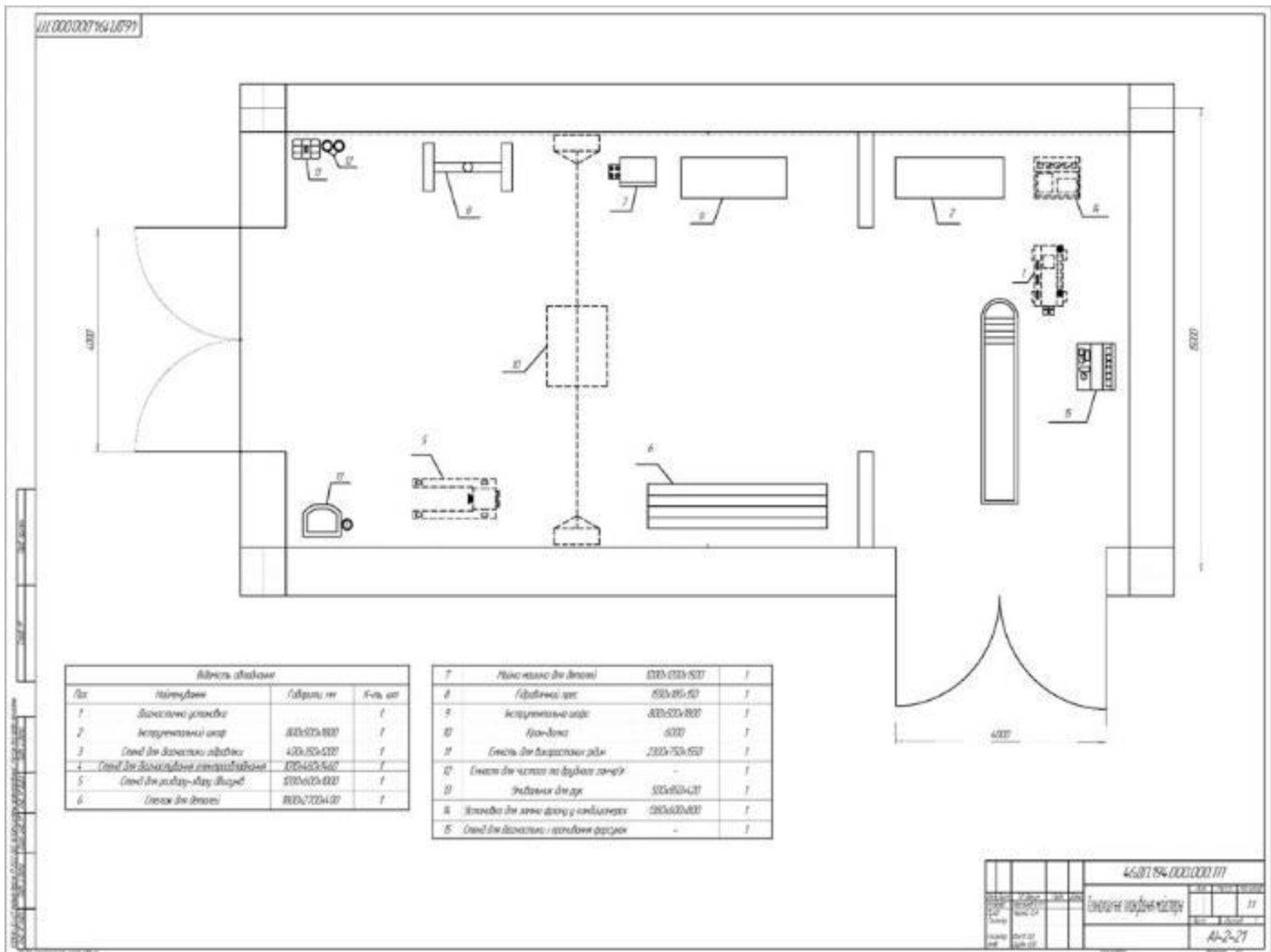


Області в яких працює підприємство



Зміна продукту за місяць порівняно з попереднім місяцем за 2024р, %

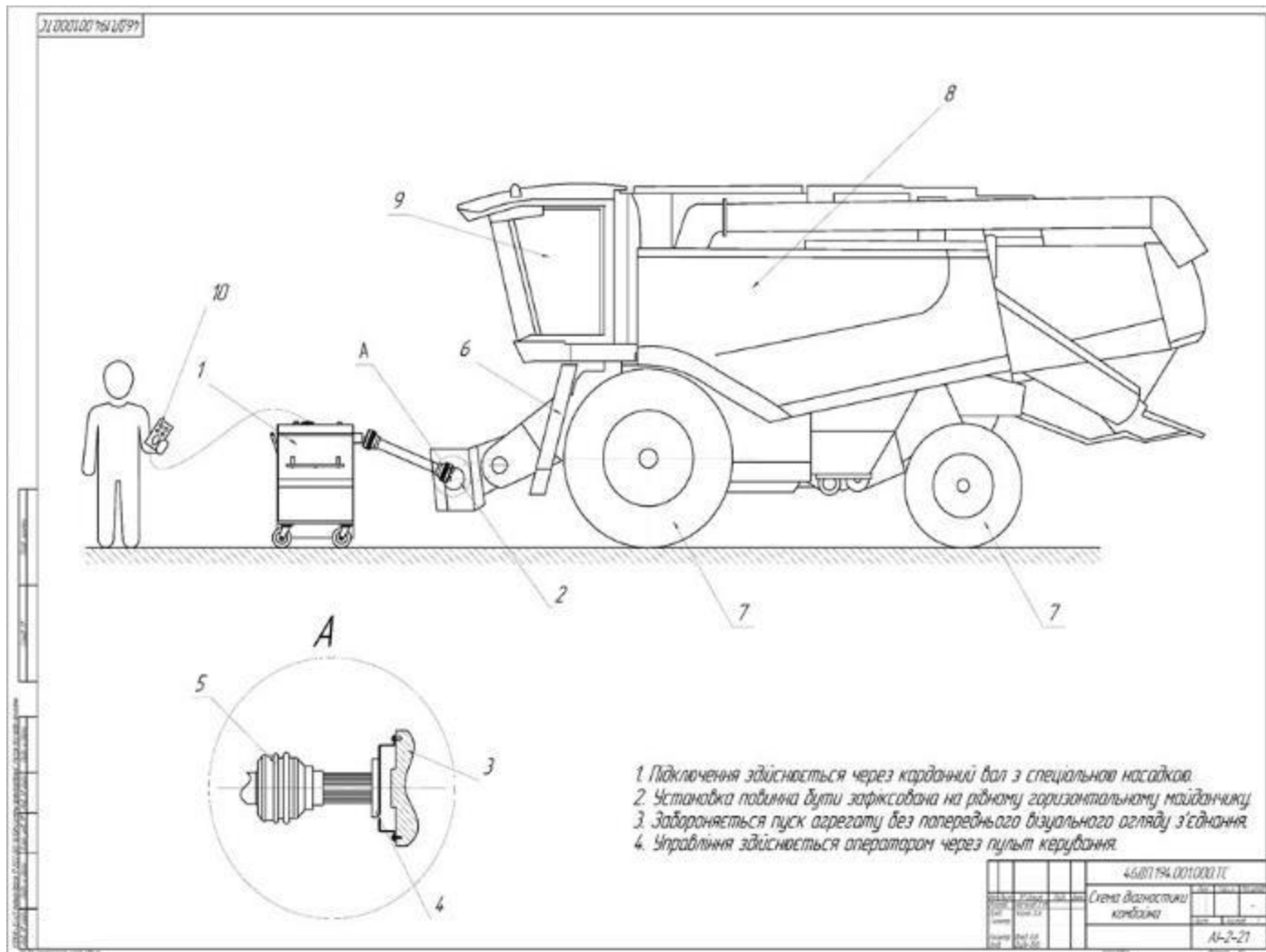
4627194.000.000	
Головний бухгалтер	_____
Підприємство	_____
АІ-2-21	_____

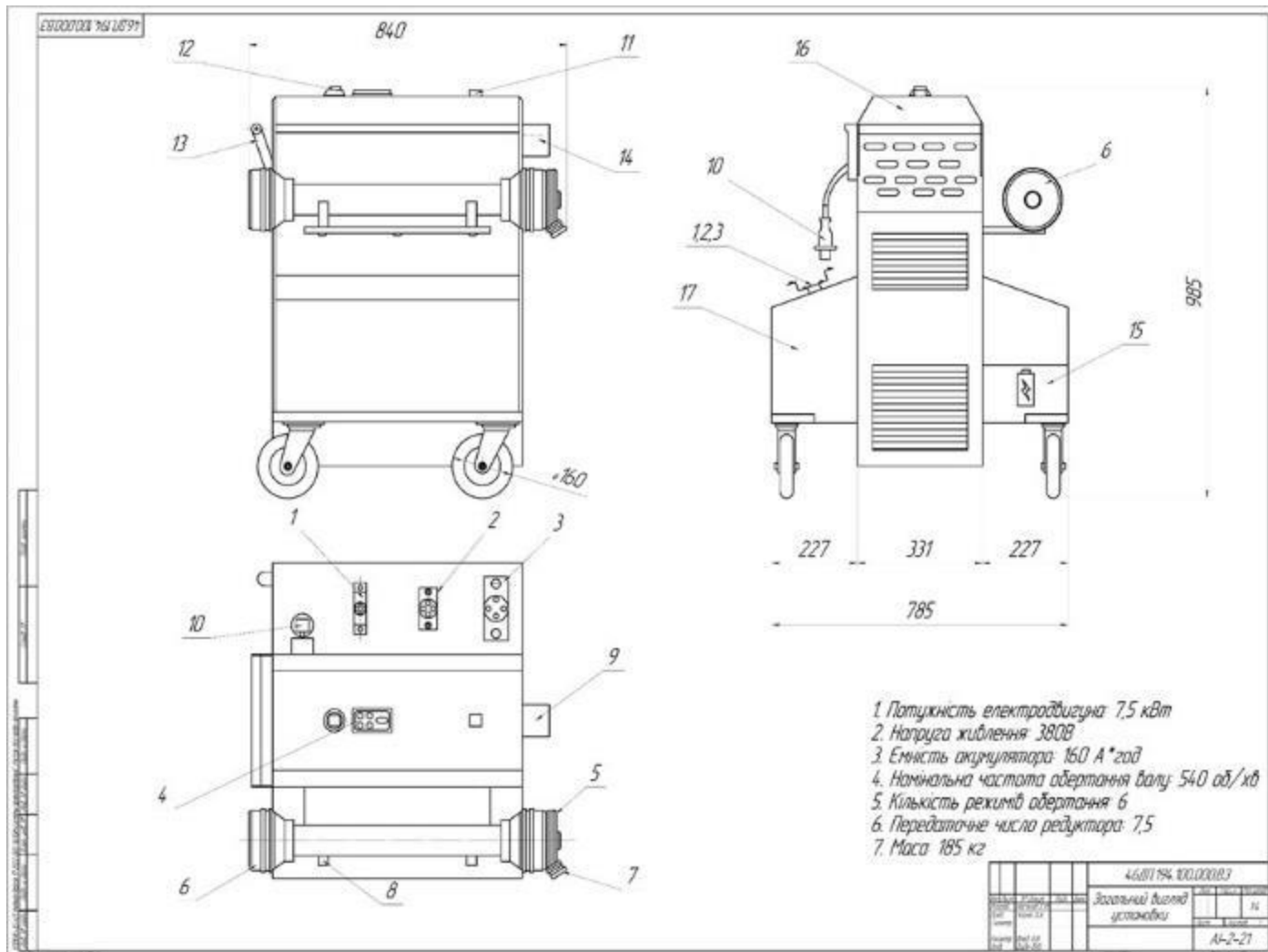


Абстрактная таблица			
№	Наименование	Единица изм.	К-во. шт.
1	Диванная группа	шт	1
2	Кресельный уголок	шт	1
3	Стол для переговоров	шт	1
4	Стол для переговоров	шт	1
5	Стол для переговоров	шт	1
6	Стол для переговоров	шт	1

7	Кресло для переговоров	шт	1
8	Кресло для переговоров	шт	1
9	Кресельный уголок	шт	1
10	Кресло	шт	1
11	Стол для переговоров	шт	1
12	Стол для переговоров	шт	1
13	Стол для переговоров	шт	1
14	Стол для переговоров	шт	1
15	Стол для переговоров	шт	1

46.01.94.000.000.111	
Итого	11
Ал-2-21	







463714.0001.0001	
Найменування показника	Значення показника
Об'єм ремонтних робіт, умовних ремонтів	45
Середня вартість одного умовного ремонту, грн	45000
Прибуток з проведення ремонтів, грн	2025000
Число родітників, чол.	3
Витрати коштів на реконструкцію ділянки, грн	1000000
Експлуатаційні витрати, грн	1661950
- зарплата родітників	75000
- відрахування на амортизацію обладнання та будівель і споруд, грн	250000
- витрати на оплату використаної електроенергії, грн	148500
- витрати на оплату ремонтних матеріалів, грн	75000
- інші невраховані витрати коштів, грн	16450
Содієвартість ремонтних робіт, грн	1695000
Річний прибуток від ТО та ремонтів, грн	363050
Рентабельність підприємства, %	2142
Термін окупності капіталовкладень, років	2,7

		463714.0001.0001	
№	Код	Назва	Значення
1	2	3	4
1	2	3	4
1	2	3	4
		Економічні параметри	
		А1-2-21	

