

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему: «Проектування ремонтно-обслуговуючої майстерні з розробкою
стенду для проведення розбирально-складальних робіт»

Виконав:

(підпис)

Браташ А. В.
(Прізвище, ініціали)

Група:

АІ 2202-1 с.т.

(Науковий) керівник:

(підпис)

Воліна Т. М.
(Прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“___” _____ 202_ року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Браташу Анатолію Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Проектування ремонтно-обслуговуючої майстерні з розробкою стенду для проведення розбирально-складальних робіт,

керівник роботи: Воліна Тетяна Миколаївна, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “___” _____ 202_ року
№ _____

2. Строк подання здобувачем роботи: “___” _____ 202_ року.

3. Вихідні дані до роботи: Огляд стану питання в галузі ремонту машин. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

1. Загальна характеристика господарства;
2. Проектування ремонтно-обслуговуючої майстерні;
3. Розробка стенду для проведення розбирально-складальних робіт;
4. Охорона праці;
5. Техніко-економічна оцінка пропонуваних рішень.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу:

1. Характеристика об'єкту проектування;
2. Схема технологічного процесу ремонту машин;
3. Технологічне планування майстерні;
4. Загальний вигляд тенду для складально-розбиральних робіт;
5. Складальне креслення фіксуючої опори;
6. Техніко-економічна оцінка пропонуваних рішень;
7. Креслення нестандартних деталей.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи:

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--------------------------|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Охорона праці | | | |
| Економічне обґрунтування | | | |
| Нормоконтроль | | | |

7. Дата видачі завдання: “09” вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфікаційної роботи | Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи | Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи |
|-------|---|---|---|
| 1. | Обрання теми | до 13.09.2024 р. | |
| 2. | Аналіз літературних джерел з обраної тематики | до 11.10.2024 р. | |
| 3. | Складання плану роботи | до 18.10.2024 р. | |
| 4. | Написання вступу | до 08.11.2024 р. | |
| 5. | Написання першого розділу «Загальна характеристика господарства» | до 06.12.2024 р. | |
| 6. | Написання другого розділу «Проектування ремонтно-обслуговуючої майстерні» | до 17.01.2025 р. | |
| 7. | Написання третього розділу «Розробка стенду для проведення розбирально-складальних робіт» | до 21.02.2025 р. | |
| 8. | Підготовка розділів «Охорона праці» та «Економічне обґрунтування» | до 21.03.2025 р. | |
| 9. | Написання висновків | до 18.04.2025 р. | |
| 10. | Подання роботи на перевірку унікальності | до 15.05.2025 р. | |
| 11. | Подання роботи на рецензування | до 23.05.2025 р. | |
| 12. | Подання роботи до попереднього захисту | до 27.05.2025 р. | |

Здобувач вищої освіти

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

(підпис)

Браташ А. В.

(прізвище та ініціали)

Воліна Т.М.

(прізвище та ініціали)

Реферат

Кваліфікаційна робота на тему «Проектування ремонтно-обслуговуючої майстерні з розробкою стенду для проведення розбирально-складальних робіт», виконана Браташем А. В. за спеціальністю 208 Агроінженерія (Сумський національний аграрний університет, м. Суми, 2025 р.), містить:

- пояснювальну записку: 60 стор., 7 іл., 12 табл., 20 викор. джерел, додатки;
- графічний матеріал.

Метою роботи є підвищення ефективності функціонування ремонтно-обслуговуючої майстерні шляхом її реконструкції з розробкою стенду для проведення розбирально-складальних робіт. Об'єктом дослідження є ремонтно-обслуговуюча майстерня. Предметом дослідження є вплив прогресивних технологічних процесів і впровадження сучасного технологічного оснащення на ефективність її функціонування.

Приведено основні характеристики товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»». Запропоновано проект ремонтно-обслуговуючої майстерні. Розроблено стенд для проведення розбирально-складальних робіт. Встановлено імовірні ризики при роботі в майстерні та стан охорони праці в цілому. За результатами досліджень викладено висновки та пропозиції. Проаналізовано економічний ефект від впровадження.

Ключові слова: МАЙСТЕРНЯ, РЕМОНТ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, СТЕНД.

Зміст

| | |
|--|----|
| Вступ | 6 |
| 1 Загальна характеристика товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»» | 7 |
| 1.1 Основні відомості | 7 |
| 1.2 Опис ремонтно-обслуговуючої бази | 12 |
| 1.3 Технологія технічного обслуговування та ремонту автотракторного парку | 15 |
| Висновки до розділу 1 | 18 |
| 2 Проектування ремонтно-обслуговуючої майстерні | 20 |
| 2.1 Загальна програма робіт майстерні | 20 |
| 2.2 Трудомісткість робіт майстерні | 23 |
| 2.3 Проектування технологічного процесу | 27 |
| 2.4 Розподіл трудомісткості по виробничим дільницям майстерні | 29 |
| 2.5 Потреба майстерні в обладнання | 32 |
| 2.6 Потреба майстерні в персоналі | 36 |
| 2.7 Виробнича площа дільниць майстерні | 37 |
| Висновки до розділу 2 | 38 |
| 3 Розробка стенду для проведення розбирально-складальних робіт | 40 |
| 3.1 Обґрунтування конструктивних рішень | 40 |
| 3.2 Конструктивний розрахунок | 41 |
| 3.3 Характеристики та опис функціонування стенду | 45 |
| Висновки до розділу 3 | 47 |
| 4 Охорона праці | 48 |
| 4.1 Стан охорони праці в господарстві | 48 |
| 4.2 Охорона праці при проведенні ремонтних робіт | 49 |
| 4.3 Заходи з мінімізації впливу на оточуюче середовище | 50 |
| 5 Техніко-економічна оцінка пропонованих рішень | 51 |

| | |
|----------------------------|----|
| Загальні висновки | 56 |
| Список використаних джерел | 58 |
| Додатки | 61 |

Вступ

Забезпечення ефективної роботи сільськогосподарських підприємств, що використовують техніку, значною мірою залежить від складу ремонтно-обслуговуючих об'єктів та рівня їх оснащеності необхідним технологічним обладнанням. Попри те, що більшість господарств володіють достатньо розвиненою інфраструктурою для ремонту та обслуговування, вони зазнають значних втрат через часті поломки техніки, її обмежений ресурс і недостатню якість технічного обслуговування.

У зв'язку з цим вирішення питання своєчасного та якісного виконання ремонтно-обслуговуючих робіт набуває ключового значення, і з часом актуальність цієї проблеми лише зростатиме через природне зношування машинно-тракторного парку господарств.

Для забезпечення належного технічного обслуговування тракторів необхідно, щоб основні виробничі підрозділи господарств були укомплектовані як основним, так і допоміжним обладнанням. Ремонтні майстерні повинні мати достатню площу для виконання основних операцій, а також забезпечувати наявність кваліфікованих працівників.

Досягнення зазначених вимог можливе лише за умови впровадження сучасних методів і технологій проведення ремонтно-обслуговуючих заходів.

1 Загальна характеристика товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»»

1.1 Основні відомості

Товариство з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»» було зареєстровано 11.09.2001 р. за адресою: 42004, Україна, Сумська область, місто Ромни, вулиця Полтавська, будинок 121, офіс 2 (рис. 1.1). Керівником є Ткаченко Вадим Юрійович. Розмір статутного капіталу становить 61 800 грн.

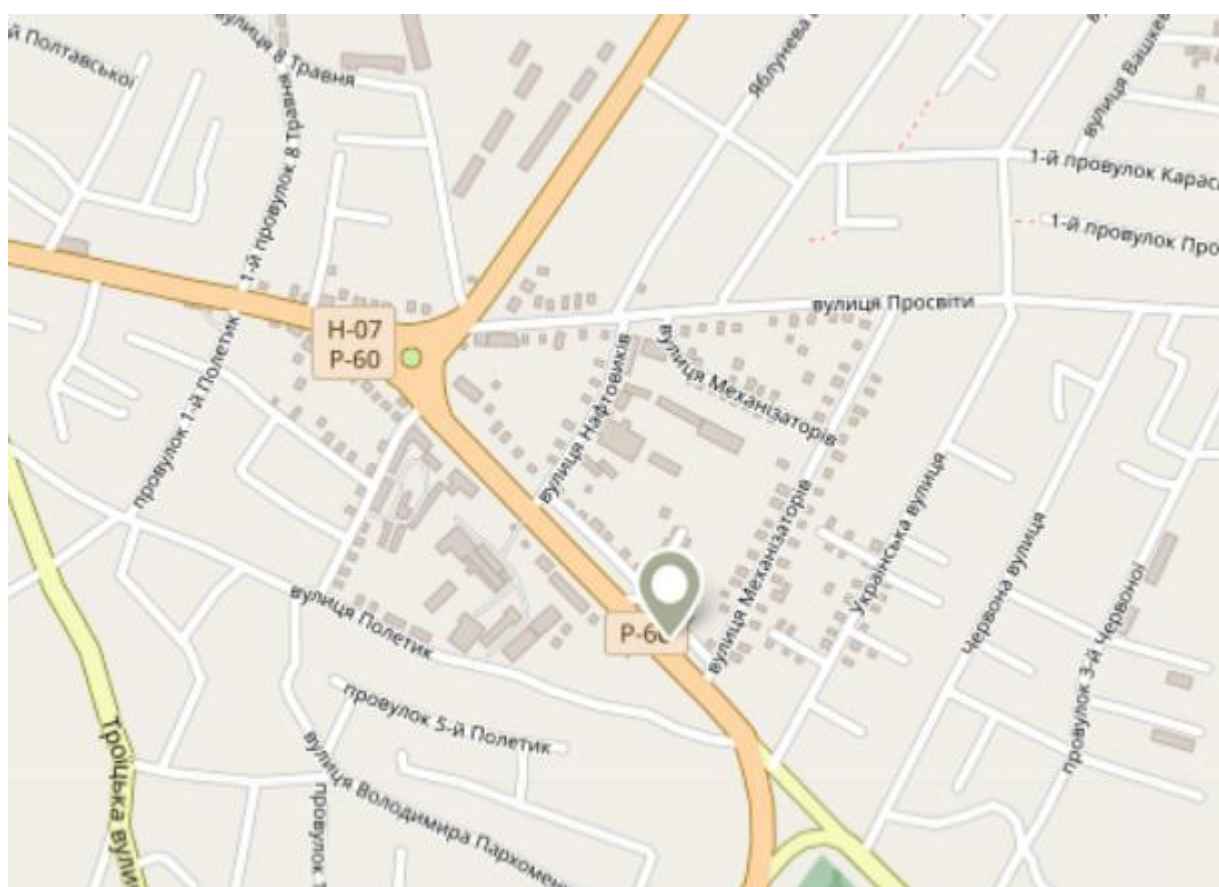


Рисунок 1.1 – Розташування товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»»

Ромни – районний центр в південно-західній частині Сумської області України. Воно знаходиться на лівобережжі Сули, що впадає в річку Дніпро. Віддаленість до центра області – міста Суми, становить приблизно 110 км на

північний схід. Ромни розташовані в зоні лісостепу з помірно континентальним кліматом.

Через місто Ромни проходять важливі автомобільні шляхи державного та регіонального значення:

- Н07 – автомобільна дорога Київ – Суми, яка з'єднує столицю з Сумською областю;
- Р60 – дорога Кролевець – Пирятин, що проходить через низку значущих міст та забезпечує зв'язок із Чернігівською та Полтавською областями.

Місто має зручне транспортне сполучення, що сприяє розвитку торгівлі та промисловості.

Ромни є важливим залізничним вузлом. Через місто проходить залізнична лінія, що з'єднує Суми, Бахмач, Прилуки та Київ. Найближчі великі залізничні станції:

- станція Ромни – здійснює перевезення пасажирів та вантажів;
- станція Сулимівка – розташована неподалік від міста.

Головна водойма міста – річка Сула, яка протікає вздовж його східної частини. Крім того, в околицях міста є кілька невеликих приток Сули та штучні водойми (ставки й озера), що використовуються для зрошення, рибальства та рекреаційних цілей.

Ромни розташовані в зоні помірно-континентального клімату, характерного для лісостепової зони України. Основними кліматичними особливостями є тепле літо (+19...+22 °С) та зима без наднизьких температур (-5...-7 °С). Період із середньодобовою температурою вище +10 °С триває близько 160–170 днів на рік, що створює сприятливі умови для вирощування основних сільськогосподарських культур.

Переважаючий тип ґрунтів у районі міста Ромни – чорноземи опідзолені та чорноземи типові, які характеризуються високою родючістю. Такі ґрунти сприятливі для вирощування зернових культур, соняшнику, буряків, картоплі та

інших сільськогосподарських рослин. У низинних ділянках трапляються лугово-болотні та дерново-підзолисті ґрунти.

Протягом року випадає приблизно 0,5–0,6 м опадів. Період з травня до липня є найбільш вологим. Взимку опади випадають, формуючи стійкий сніговий покрив товщиною до 20–30 см. Дефіцит вологи інколи спостерігається в літні місяці через нерівномірний розподіл опадів.

Строки польових робіт у Роменському районі визначаються кліматичними умовами та типом ґрунтів:

- весняна сівба: зазвичай розпочинається в середині квітня, коли ґрунт прогрівається до +8...+10 °С;
- збирання ранніх зернових: триває з кінця липня до середини серпня;
- осіння сівба озимих культур: проводиться у вересні – на початку жовтня;
- підготовка ґрунту до зими: завершується до кінця жовтня.

Польові роботи в регіоні значною мірою залежать від погодних умов, зокрема від кількості опадів та температурних коливань у весняно-літній період.

Основним напрямком діяльності товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»» є вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур. Додатковими напрямками та видами діяльності є наступні:

- ✓ розведення великої рогатої худоби молочних порід;
- ✓ допоміжна діяльність у рослинництві;
- ✓ виробництво продуктів борошномельно-круп'яної промисловості;
- ✓ роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями та тютюновими виробами;
- ✓ вантажний автомобільний транспорт;
- ✓ інша допоміжна діяльність у сфері транспорту;
- ✓ ремонт і технічне обслуговування машин і устаткування промислового призначення.

Товариству з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»» належить близько 500 га посівних площ.

Фінансова звітність товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»» за 2022–2023 роки представлена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Фінансова звітність товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»»

| | 2022 р. | 2023 р. |
|--------------------------------|----------------|----------------|
| Дохід, грн | 119 661 100 | 86 488 500 |
| Чистий прибуток, грн | 8 139 000 | 16 265 200 |
| Активи, грн | 299 269 900 | 263 614 800 |
| Зобов'язання, грн | 144 079 300 | 117 815 600 |
| Кількість співробітників, чол. | 68 | 61 |

Показники урожайності основних сільськогосподарських культур, що вирощуються у товаристві з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»», наведені в таблиці 1.2 та на рисунках 1.2–1.3.

Таблиця 1.2 – Показники урожайності основних культур товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»»

| Культура | Площа, га | Урожайність, т/га |
|-----------------|------------------|--------------------------|
| Пшениця озима | 150 | 4,2 |
| Ячмінь озимий | 150 | 4,8 |
| Горох | 100 | 2,7 |
| Ріпак озимий | 50 | 3,2 |
| Кукурудза | 50 | 5,0 |

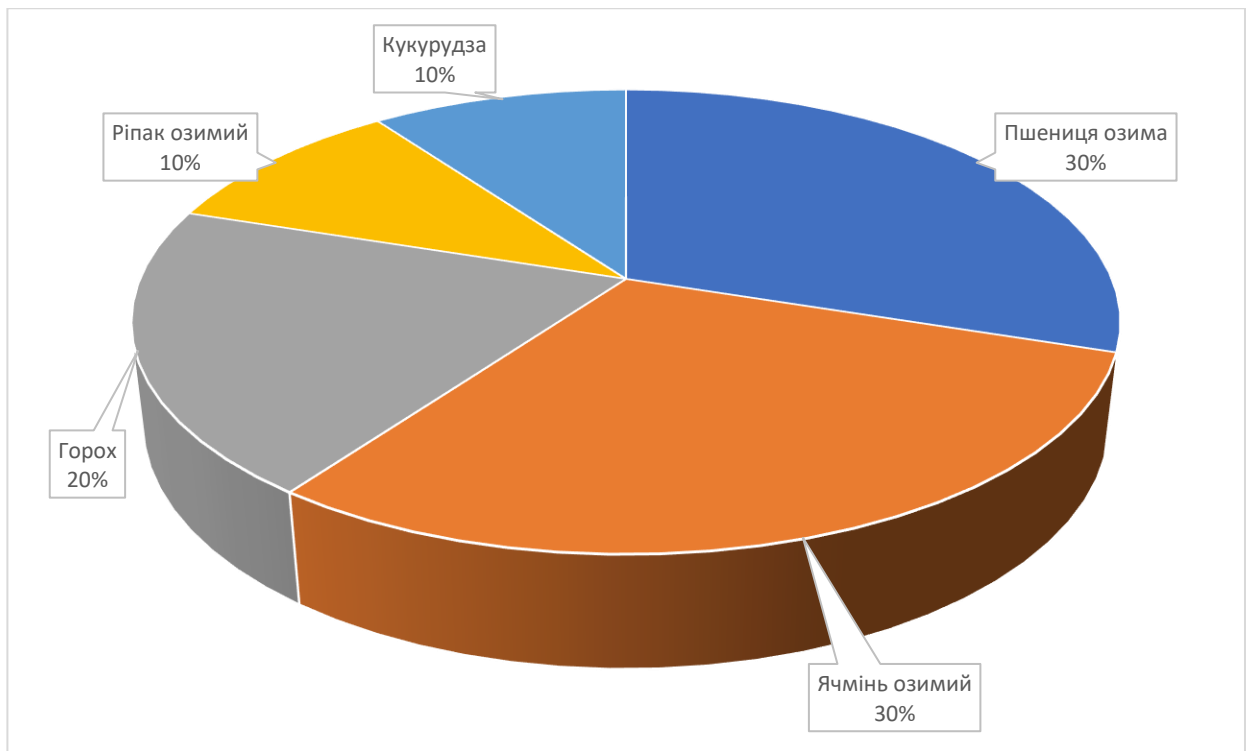


Рисунок 1.2 – Площа земельних угідь під основні культури товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»»

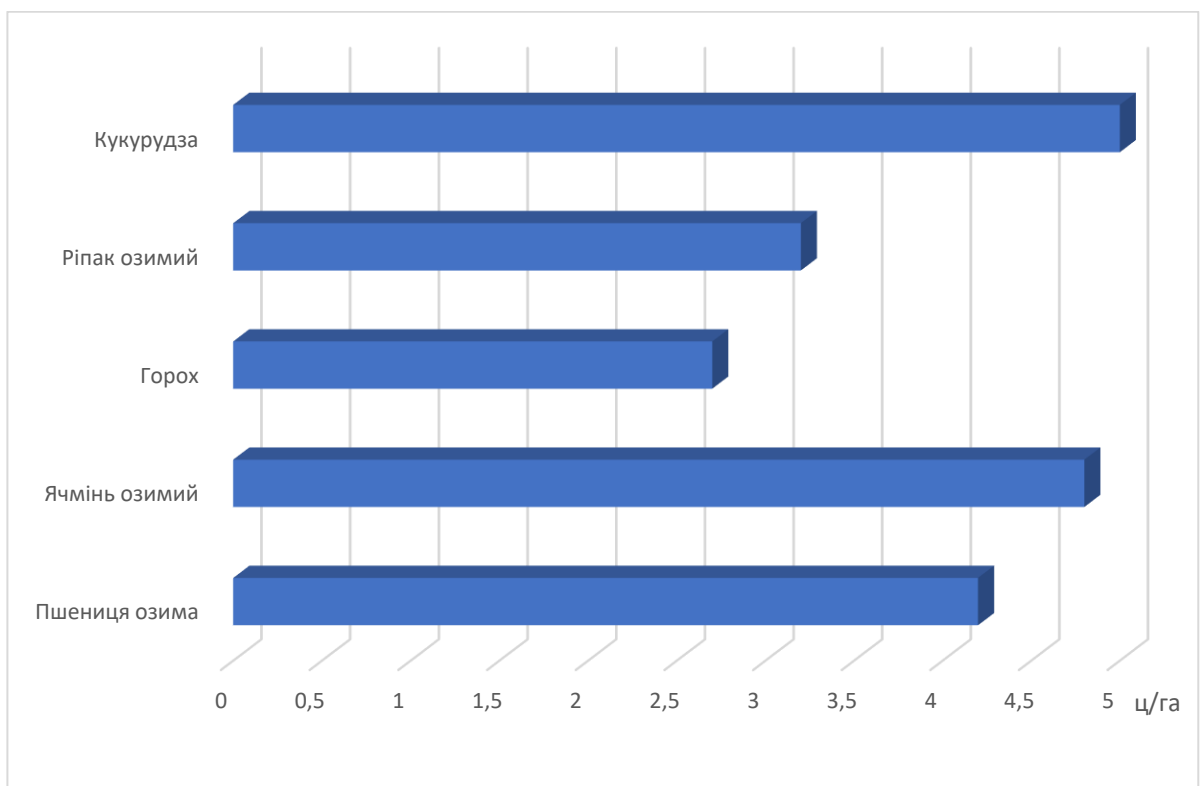


Рисунок 1.3 – Урожайність основних культур товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»»

1.2 Опис ремонтно-обслуговуючої бази

Ремонтно-обслуговуюча база товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»» включає наступні об'єкти:

1. Ремонтну майстерню пункту технічного обслуговування, що призначена для періодичного технічного обслуговування тракторів і комбайнів, а також ремонту агрегатів сільськогосподарської техніки та обладнання. Її функціонування передбачає спільну роботу з пересувними засобами для діагностики, обслуговування та ремонту [12, 17];
2. Приміщення для стоянки тракторів;
3. Заправочний пост;
4. Ремонтну зону, що слугує місцем обслуговування сільськогосподарської техніки, виконання робіт із демонтажу обладнання, деталей і вузлів, проведення технічного обслуговування під час зберігання машин. Вона також використовується для доукомплектування та налаштування машинно-тракторних агрегатів, складання, випробування та обкатки нової техніки, а також для розбирання та виявлення дефектів у деталях машин, які підлягають списанню [9];
5. Зону для налаштування і комплектації;
6. Профілакторій.

Варто зазначити, що такі пункти технічного обслуговування зазвичай орієнтовані на виконання нескладних поточних ремонтів через обмежену кількість основного обладнання [2]. Частково цю проблему вдається вирішити завдяки взаємодії з центральною ремонтною майстернею господарства, яка, проте, відсутня у товаристві з обмеженою відповідальністю. У такій ситуації виникає необхідність у технічному переоснащенні або реконструкції існуючих об'єктів ремонтно-обслуговуючої бази, щоб забезпечити належне функціонування машинно-тракторного парку господарства [6, 18].

Аналіз поточного планування майданчика виявив відсутність спеціалізованої зони для зовнішнього миття техніки, а також місць для стоянки

жаток і комбайнів. Майданчик, призначений для тривалого зберігання машин, використовується як стоянка машинно-тракторних агрегатів і не виділений в окрему зону. Площі, де виконуються поточний ремонт і комплектація агрегатів, розташовані на значній відстані від майстерні, що призводить до необхідності додаткових транспортних переміщень під час виконання ремонтних робіт.

Перелік основного обладнання, розташованого на дільницях майстерні та пункту технічного обслуговування, а також допоміжного оснащення, наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Основне та допоміжне обладнання майстерні

| Найменування обладнання відповідно до дільниці | Тип, марка | Кіл-сть |
|--|-----------------------|---------|
| <u>Ковальсько-зварювальна дільниця</u> | | |
| 1. Горн ковальський газовий | – | 1 |
| 2. Ванна електрична масляна | Q 200 | 1 |
| 3. Панель для інструментів | Kistenberg | 1 |
| 4. Наковальня | Bass Polska 9293 | 1 |
| 5. Лещата слюсарні поворотні | Toptul DJAC0105 | 1 |
| 6. Обдирно-шліфувальний верстат підвісний настільний | ACETI | 1 |
| 7. Зварювальний напівавтомат | Tesla Weld 302 | 1 |
| 8. Стіл зварювальний | MODUL(C) | 1 |
| 9. Ящик експедиційний | MV-60 | 1 |
| <u>Слюсарно-механічна дільниця</u> | | |
| 10. Верстак слюсарний | 21 1200 Ф | 1 |
| 11. Підставка ремонтна з упорними п'ятами | ROCKFORCE RF-TH56001B | 1 |
| 12. Настільний свердлильний верстат | JET JDP-10L-M | 1 |
| <u>Дільниця з ремонту агрегатів машин</u> | | |

| | | |
|--|---------------------------|---|
| 13. Верстак слюсарний | 21 1200 Ф | 1 |
| 14. Підставка ремонтна з упорними п'ятами | ROCKFORCE RF- TH56001B | 1 |
| 15. Візок гідравлічний | СВУ JC 20 | 1 |
| <u>Пост технічного обслуговування машин</u> | | |
| 16. Установка для промивки системи мащення двигуна | GI21111 GIKRAFT | 1 |
| 17. Верстак слюсарний | 21 1200 Ф | 1 |
| 18. Горловина для затоки масла | Iveco E2 2,8 TD GP | 1 |
| 19. Ванна для зливу відпрацьованого масла | ODBP9500 X3CO | 1 |
| 20. Установка маслороздавальна | SR-305 | 1 |
| 21. Акумуляторний шприц для пластичного змащення | TLGB 20 SKF | 1 |
| 22. Нагнітач портативний | Gros GS (44250) | 1 |
| 23. Компресор двоступінчастий | IMPETUS 22-75 | 1 |
| 24. Кран-балка підвісний електричний | - | 1 |

Аналіз таблиці 1.3 свідчить про те, що наявне технологічне планування майстерні не забезпечує можливості виконання поточного ремонту агрегатів сільськогосподарської техніки в повному обсязі. У зв'язку з цим виникла потреба у реконструкції майстерні, що дозволить не лише здійснювати поточні ремонти машинно-тракторного парку, але й виконувати трудомісткі регламентні технічні обслуговування. Однак реалізація таких заходів за умов ринкової економіки є досить складною для господарства з фінансової точки зору [5]. Тому всі роботи, пов'язані зі зміною технологічного планування майстерні, необхідно планувати з урахуванням раціонального розподілу функцій між об'єктами ремонтно-обслуговуючої бази та ділянками самої майстерні [19].

Крім того, було виявлено, що на ремонтно-монтажній ділянці відсутнє механізоване устаткування для проведення розбирання та збирання вузлів, а на

дільниці технічного обслуговування бракує обладнання для виконання складних робіт, зокрема стендів для налаштування механізмів і мийних установок.

Таким чином, проведений аналіз ремонтно-обслуговуючої бази дозволив виявити ключові недоліки та визначити напрями їх усунення:

- виконати реконструкцію основних дільниць майстерні, таких як ремонтно-монтажна дільниця та дільниця технічного обслуговування;
- здійснити матеріальне оновлення обладнання майстерні з урахуванням її нового планування [20].

1.3 Технологія технічного обслуговування та ремонту автотракторного парку

В таблиці 1.4 наведена кількість одиниць машино-тракторного парку товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»».

Таблиця 1.4 – Склад машино-тракторного парку товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»»

| Марка | Кількість |
|-------------|-----------|
| Трактори | |
| Т-150 | 3 |
| К-701 | 1 |
| МТЗ-82 | 2 |
| ЮМЗ-6Л | 6 |
| Комбайни | |
| ДОН-1500 | 1 |
| Автомобілі | |
| ЗІЛ-ММЗ-555 | 3 |
| ГАЗ-53Б-САЗ | 4 |

Організація ремонтних і обслуговуючих робіт залежить від існуючої інфраструктури, яка охоплює майданчики, дільниці та спеціалізовані пости, обладнані всім необхідним устаткуванням і пристроями.

Поточне технічне обслуговування тракторів, а також ТО-1 виконується на майданчику для налаштування машин. Для виконання ТО-2 і ТО-3 обладнано спеціальний пост, де здійснюється діагностика, регулювання, змащення тертьових поверхонь, а також заміна мастил і фільтрувальних елементів із застосуванням спеціалізованих агрегатів. ТО-1 і ТО-2 здійснюється і у польових умовах за допомогою мобільних агрегатів технічного обслуговування. Роботи, що належать до ТО-3, проводяться в майстерні за участю майстра-діагноста.

Для тракторів із високою енергоємністю ТО-3 виконується на цьому ж посту, оскільки в господарстві відсутня діюча станція технічного обслуговування енергонасичених машин.

Поточний ремонт тракторів і комбайнів здійснюється на ремонтно-монтажній дільниці. Роботи розпочинаються із зовнішнього очищення техніки, яке проводять біля майстерні. Далі трактор направляється на дільницю для розбирання, а зняті вузли та деталі проходять сортування після дефектування: придатні залишаються для подальшого використання, деталі, що потребують відновлення, направляють у спеціалізовані майстерні, а непридатні – здають на металобрухт.

Деталі, що потребують термічної обробки або зварювання, направляються до ковальсько-зварювальної дільниці. Компоненти, які відновлюються шляхом наплавлення з наступною механічною обробкою, ремонтуються в кооперативних майстернях. Ремонт двигунів, паливних систем, гідравліки та електрообладнання також здійснюється за межами господарства або шляхом заміни на нові агрегати.

Завершальний етап ремонту передбачає складання техніки з подальшою обкаткою під поступовим навантаженням до 75 % від максимальної потужності. У разі відсутності дефектів трактор вважається придатним до експлуатації.

Аналіз існуючої технології ремонту виявив низку проблем, зокрема, нестачу робочих місць і обладнання для механічної обробки деталей. Через це

значна частина деталей направляється на зовнішні підприємства. Окрім того, процеси розбирання та складання виконуються вручну без застосування механізованих засобів, що збільшує ризик пошкодження компонентів. Огляд вузлів проводиться лише візуально, без детального розбирання, що знижує якість діагностики та ремонтних робіт.

Впровадження спеціалізованої дільниці для ремонту агрегатів дозволить суттєво підвищити ефективність обслуговування, скоротити час простою техніки та забезпечити своєчасність проведення робіт.

Підтримка працездатності машинно-тракторного парку здійснюється завдяки проведенню регулярних профілактичних заходів. У господарстві проводяться переважно планові технічні обслуговування, хоча більшість з них відбувається без чіткого графіка. Змінне технічне обслуговування виконується безпосередньо в польових умовах із застосуванням пересувних заправних агрегатів. Усі операції при цьому виконує тракторист.

У господарстві відсутній довгостроковий план технічних обслуговувань та ремонтів. Через це ремонти виконуються лише у разі виникнення несправностей. Планового проведення поточних та капітальних ремонтів не передбачено, що пояснюється недостатньою адаптованістю ремонтної бази для таких робіт.

Усунення полумок здійснюється агрегатним методом із застосуванням тупикового способу розміщення машин. Роботи виконують два слюсарі та механізатор, закріплений за майстернею. Відсутність чітких планів ремонтних заходів призводить до нерівномірного завантаження майстерні, що негативно впливає як на якість виконання робіт, так і на їх своєчасність.

Восени та взимку тривалість робочої зміни становить 7 годин. Весною та влітку вона стає більшою через підвищену трудомісткість обслуговування.

На постійній основі в майстерні працюють три робітники: слюсар, верстатник і зварювальник. Для виконання ремонтів у польових умовах використовується пересувна майстерня.

Проведений аналіз організації ремонтних робіт виявив такі ключові недоліки:

- відсутність перспективних планів ремонтно-обслуговуючих заходів;
- невідповідність існуючої організації праці сучасним методам виконання ремонтних робіт.

Висновки до розділу 1

Проаналізувавши діяльність товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»», можна зробити висновок, що, незважаючи на загальне дотримання основних вимог щодо проведення ремонтно-обслуговуючих робіт для підтримки технічного парку в робочому стані, існує ряд суттєвих проблем у створенні ремонтної бази, технологічних процесах та організації роботи. До основних недоліків належать:

- відсутність спеціально обладнаного поста для зовнішнього миття техніки та стоянкової зони для жниварок і комбайнів на території машинного двору;
- використання майданчика для тривалого зберігання техніки як місця для стоянки машинно-тракторних агрегатів замість облаштування окремої зони для цього;
- значна віддаленість ремонтного майданчика та зони комплектування агрегатів від майстерні, що ускладнює виконання ремонтних робіт;
- існуюча схема планування майстерні не передбачає можливості ефективного виконання поточних ремонтів сільськогосподарської техніки;
- недостатня кількість основного технічного обладнання, необхідного для якісного виконання ремонтно-обслуговуючих робіт, а наявне допоміжне обладнання часто використовується не за призначенням;
- відсутність перспективного плану ремонтно-обслуговуючих робіт, який враховував би особливості ремонтної бази;
- застарілі форми організації праці, які не відповідають сучасним методам виконання ремонтних робіт.

Для усунення зазначених недоліків у межах даного дипломного проєкту передбачається реалізувати такі завдання:

- перепланувати ремонтно-технічну базу господарства;
- розробити обґрунтовану програму ремонтно-обслуговуючих робіт, визначивши їхню загальну трудомісткість;
- проаналізувати сучасні методи виконання ремонтно-обслуговуючих робіт і визначити найбільш ефективні підходи для впровадження у технологічний процес поточного ремонту та обслуговування техніки;
- сформулювати робочі пости та обґрунтувати необхідну кількість персоналу для їх обслуговування;
- відповідно до обраного технологічного процесу провести реконструкцію майстерні та визначити потребу в основному обладнанні;
- спроектувати додаткові засоби технологічного оснащення, необхідні для виконання запланованих операцій, та виконати розрахунки, що підтверджують працездатність цього процесу;
- розробити заходи з поліпшення умов охорони праці та забезпечення техніки безпеки;
- виконати техніко-економічні розрахунки, які підтвердять доцільність і ефективність запропонованих заходів.

Запропонований підхід дозволить не лише усунути існуючі недоліки, але й суттєво підвищити якість ремонтно-обслуговуючих робіт та ефективність використання технічних засобів у господарстві.

Отже, метою роботи є підвищення ефективності функціонування ремонтно-обслуговуючої майстерні шляхом її реконструкції з розробкою стенду для проведення розбирально-складальних робіт.

2 Проектування ремонтно-обслуговуючої майстерні

2.1 Загальна програма робіт майстерні

Для визначення обсягу необхідних ремонтних робіт у майстерні товариства з обмеженою відповідальністю потрібно встановити річну кількість ремонтів і технічних обслуговувань, які мають бути виконані. Плани щодо проведення ремонтних заходів та технічного обслуговування формуються на основі встановленої періодичності їх проведення [3]. Річна кількість капітальних ремонтів (КР) тракторів певної марки (і) обчислюється за формулою:

$$\eta_{\text{КР}}^i = \frac{W^i \cdot n_{T1}^i}{\text{П}_{\text{КР}}} + \frac{W^i \cdot n_{T2}^i}{\text{П}_{\text{КР}} \cdot \lambda}, \quad (2.1)$$

де W^i – річне навантаження трактору відповідної марки, мото-год.;

$\text{П}_{\text{КР}}$ – періодичність проведення капітального ремонту трактору відповідної марки, мото-год.;

n_{T1}^i – кількість нових тракторів, шт;

n_{T2}^i – кількість тракторів, що підлягали ремонту, шт;

$\lambda = 0,8$ – коефіцієнт скорочення ресурсу.

Для комбайнів річна кількість капітальних ремонтів становить:

$$\eta_{\text{КР}}^i = G_{\text{КР}} \cdot n_K^i, \quad (2.2)$$

де n_K^i – кількість комбайнів відповідної марки, шт;

$G_{\text{КР}} = 0,2$ – коефіцієнт охоплення капітальним ремонтом.

Для автомобілів річна кількість капітальних ремонтів становить:

$$\eta_{\text{КР}}^i = \frac{W^i \cdot n_1^i}{\text{П}_A} + \frac{W^i \cdot n_2^i}{\text{П}_{A1}}, \quad (2.3)$$

де W^i – плановий середній пробіг, тис.км;

n_1^i – кількість нових автомобілів, шт;

n_2^i – кількість автомобілів, що підлягали ремонту, шт;

П_A – міжремонтний пробіг автомобілів без капітального ремонту, тис.км;

P_{A1} – міжремонтний пробіг автомобілів з капітальним ремонтом, тис.км.

Річна кількість поточних ремонтів (ПР) тракторів певної марки (і) обчислюється за формулою:

$$\eta_{\text{ПР}}^i = \frac{W^i \cdot n_T^i}{P_{\text{ПР}}} - \eta_{\text{КР}}^i, \quad (2.4)$$

де n_T^i – кількість тракторів відповідної марки, шт;

$P_{\text{ПР}}$ – періодичність проведення поточного ремонту

Для комбайнів річна кількість поточних ремонтів становить:

$$\eta_{\text{ПР}}^i = G_{\text{КР}} \cdot P_{\text{К}}, \quad (2.5)$$

де $P_{\text{К}}$ – кількість технічних обслуговувань ТО-1 і ТО-2 комбайнів, шт.

Поточний ремонт автомобілів проводиться за потребою.

Кількість технічних обслуговувань ТО-3 тракторів певної марки (і) розраховується наступним чином:

$$\eta_{\text{ТО-3}}^i = \frac{W^i \cdot n_T^i}{P_{\text{ТО-3}}} - \eta_{\text{КР}}^i - \eta_{\text{ПР}}^i, \quad (2.6)$$

де $P_{\text{ТО-3}}$ – періодичність проведення ТО-3 трактору відповідної марки, мото-год.

Кількість технічних обслуговувань ТО-2 тракторів певної марки (і) розраховується наступним чином:

$$\eta_{\text{ТО-2}}^i = \frac{W^i \cdot n_T^i}{P_{\text{ТО-2}}} - \eta_{\text{КР}}^i - \eta_{\text{ПР}}^i - \eta_{\text{ТО-3}}^i, \quad (2.7)$$

де $P_{\text{ТО-2}}$ – періодичність проведення ТО-2 трактору відповідної марки, мото-год.

Для комбайнів кількість технічних обслуговувань ТО-2 становить:

$$\eta_{\text{ТО-2}}^i = G_{\text{ТО-2}} \cdot n_{\text{К}}^i, \quad (2.8)$$

де $G_{\text{ТО-2}}$ – коефіцієнт охоплення технічним обслуговуванням ТО-2.

Для автомобілів кількість технічних обслуговувань ТО-2 становить:

$$\eta_{\text{ТО-2}}^i = \frac{W^i \cdot n_i}{P_{\text{ТО-2}}} - \eta_{\text{КР}}^i, \quad (2.9)$$

де n_i – кількість автомобілів, шт;

$P_{\text{ТО-2}}$ – періодичність проведення ТО-2 автомобіля відповідної марки, мото-год.

Кількість технічних обслуговувань ТО-1 тракторів певної марки (і) розраховується наступним чином:

$$\eta_{\text{ТО-1}}^i = \frac{W^i \cdot n_{\text{T}}^i}{P_{\text{ТО-1}}} - \eta_{\text{КР}}^i - \eta_{\text{ПР}}^i - \eta_{\text{ТО-3}}^i - \eta_{\text{ТО-2}}^i, \quad (2.10)$$

де $P_{\text{ТО-1}}$ – періодичність проведення ТО-1 трактору відповідної марки, мото-год.

Для комбайнів кількість технічних обслуговувань ТО-1 становить:

$$\eta_{\text{ТО-1}}^i = G_{\text{ТО-1}} \cdot n_{\text{К}}^i, \quad (2.11)$$

де $G_{\text{ТО-1}}$ – коефіцієнт охоплення технічним обслуговуванням ТО-1.

Для автомобілів кількість технічних обслуговувань ТО-2 становить:

$$\eta_{\text{ТО-1}}^i = \frac{W^i \cdot n_i}{P_{\text{ТО-1}}} - \eta_{\text{КР}}^i - \eta_{\text{ТО-2}}^i, \quad (2.12)$$

де $P_{\text{ТО-1}}$ – періодичність проведення ТО-1 автомобіля відповідної марки, мото-год.

Кількість СТО тракторів та автомобілів певної марки (і) становить:

$$\eta_{\text{СТО}}^i = 1,4 \cdot n_{\text{T}}^i. \quad (2.13)$$

Результати розрахунків за формулами (2.1) – (2.13) наведено у таблиці 2.1.

У таблиці 2.1 наведено перелік усіх запланованих ремонтних і обслуговуючих заходів для наявного машинно-тракторного парку. Однак, не всі види ремонтних робіт можуть бути виконані безпосередньо в умовах господарства. Тому необхідно розглянути питання щодо обґрунтування переліку робіт, які доцільно виконувати на місці.

Товариство з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»» належить до категорії сільськогосподарських підприємств, ремонтно-обслуговуючий потенціал яких відповідає базовому рівню. Це означає, що в межах господарства виконуються лише дрібні ремонти обладнання та механізмів, а також проводяться регламентні технічні обслуговування тракторів та комбайнів.

Водночас для забезпечення ефективності ремонтних та обслуговуючих заходів необхідно раціонально розподілити їх обсяг між наявними підрозділами господарства, а також між тими, що заплановані до модернізації.

Таблиця 2.1 – Розрахункова кількість ремонтів та технічних обслуговувань

| Марка | Кількість | Кількість | | | | | |
|-------------------|-----------|--------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | | $\eta_{\text{КР}}$ | $\eta_{\text{ПР}}$ | $\eta_{\text{ТО-3}}$ | $\eta_{\text{ТО-2}}$ | $\eta_{\text{ТО-1}}$ | $\eta_{\text{СТО}}$ |
| Трактори | | | | | | | |
| Т-150 | 3 | 1 | 1 | 2 | 2 | 15 | 4 |
| К-701 | 1 | - | 1 | - | 1 | 5 | 2 |
| МТЗ-82 | 2 | - | 1 | 1 | 1 | 10 | 3 |
| ЮМЗ-6Л | 6 | 1 | 2 | 3 | 6 | 36 | 8 |
| Комбайни | | | | | | | |
| ДОН-1500 | 1 | - | 1 | - | 1 | 4 | - |
| Автомобілі | | | | | | | |
| ЗІЛ-ММЗ-555 | 3 | - | - | - | 6 | 18 | 6 |
| ГАЗ-53Б-САЗ | 4 | - | - | - | 8 | 24 | 8 |

Слід брати до уваги наявність ремонтно-обслуговуючих потужностей вищого рівня, де передбачено виконання капітальних ремонтів агрегатів, вузлів і навіть комплексного ремонту машин.

Приблизний розподіл робіт з ремонту та технічного обслуговування сільськогосподарської техніки між дільницями у відсотковому співвідношенні наведено в таблиці 2.2.

2.2 Трудомісткість робіт майстерні

Річний обсяг робіт, що виконується у майстерні, є одним із ключових параметрів, який впливає на її ефективність. Від цього показника залежить розмір виробничих приміщень, структура та чисельність персоналу, а також кількість і тип основного обладнання, необхідного для забезпечення ремонтного процесу. На основі загальної трудомісткості визначається необхідна кількість

умовних ремонтів, що дозволяє оптимально організувати всі ремонтно-обслуговуючі заходи [7].

Таблиця 2.2 – Розподіл робіт з ремонту та технічного обслуговування сільськогосподарської техніки між об’єктами ремонтно-обслуговуючої бази

| Найменування робіт | Спеціалізовані підрозділи районного рівня | | | | Ремонтна база господарства | | |
|---|---|------|------|-----|----------------------------|---------------|--------------------|
| | Ремонтна майстерня | СТОТ | СТОА | СТО | ПТО | Машинний двір | Ремонтна майстерня |
| Капітальний ремонт тракторів | 100 | - | - | - | - | - | - |
| Капітальний ремонт комбайнів | 100 | - | - | - | - | - | - |
| Капітальний ремонт автомобілів | - | - | - | - | - | - | 100 |
| Поточний ремонт тракторів | - | - | - | - | - | - | 100 |
| Поточний ремонт комбайнів | - | - | - | - | 40 | - | 60 |
| ТО-3 тракторів | - | - | - | - | - | - | 100 |
| ТО-2, ТО-1 | - | - | - | - | - | - | 100 |
| Сезонні технічні обслуговування тракторів | - | - | - | - | 20 | - | 80 |

Трудомісткість поточного ремонту визначається за формулою:

$$T_{\text{пр}} = 0,001 \cdot n^i \cdot B_{\eta} \cdot H_T, \quad (2.14)$$

де B_{η} – плановий річний пробіг, км;

H_T – нормована трудомісткість на 1000 пробігу, люд.-год.

Трудомісткість ТО визначається за формулою:

$$T_{\text{ТО}} = \eta_{\text{ТО}}^{\square} \cdot H_{\text{ТО}}, \quad (2.15)$$

де $H_{\text{ТО}}$ – нормативна трудомісткість технічного обслуговування, люд.-год.;

$\eta_{\text{ТО}}^{\square}$ – кількість технічних обслуговувань, шт.

Трудомісткість усунення технічних несправностей визначається наступним чином:

$$T_{\text{тн}} = 0,5 \cdot (T_{\text{ТО-1}} \cdot T_{\text{ТО-2}} \cdot T_{\text{ТО-3}}). \quad (2.16)$$

Трудомісткість виконання сезонного обслуговування визначається наступним чином:

$$T_{\text{сез}} = \eta_{\text{СТО}}^{\square} \cdot H_{\text{СТО}}, \quad (2.17)$$

де $H_{\text{СТО}}$ – нормативна трудомісткість сезонного обслуговування, люд.-год.

Сумарна трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт становить:

$$T_{\text{сум}} = T_{\text{пр}} + \sum T_{\text{ТО}} + T_{\text{тн}} + T_{\text{сез}}. \quad (2.18)$$

Результати розрахунків трудомісткості за формулами (2.14) – (2.18) зведено у таблицю 2.3.

Розрахунки, що наведені в таблиці 2.3, демонструють, що загальна трудомісткість робіт з ремонту та технічного обслуговування, які здійснюються в майстерні, становить 941,8 люд.-год. Проте, планування обсягу робіт повинно також враховувати трудові витрати на оснащення виробничого підрозділу необхідним обладнанням, інструментами, а також на ремонт самого обладнання, що додається до загальної трудомісткості, пов'язаної з основною діяльністю.

Річна трудомісткість або завантаження майстерні є одним з основних показників її функціонування [16]. Від величини цього параметра залежить розмір виробничих площ, склад і кількість працівників майстерні, а також тип і

кількість основного виробничого обладнання. Загальна трудомісткість використовується для формування виробничого графіка ремонтної майстерні.

Таблиця 2.3 – Трудомісткість робіт майстерні

| Марка | Кількість | Кількість та трудомісткість ПР | | Кількість та трудомісткість ТО | | | | | | Т _{тн} | Т _{сез} | Т _{сум} |
|-------------------|-----------|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|
| | | $\eta_{\text{ПР}}^{\square}$ | Т _{пр} | $\eta_{\text{ТО-3}}^{\square}$ | Т _{ТО-3} | $\eta_{\text{ТО-2}}^{\square}$ | Т _{ТО-2} | $\eta_{\text{ТО-1}}^{\square}$ | Т _{ТО-1} | | | |
| Трактори | | | | | | | | | | | | |
| Т-150 | 3 | 1 | 280 | 2 | 20,5 | 2 | 6,8 | 15 | 1,9 | 14,6 | 120 | 443,8 |
| К-701 | 1 | 1 | 320 | - | - | 1 | 11,6 | 5 | 2,2 | 6,9 | 101 | 441,7 |
| МТЗ-82 | 2 | 1 | 250 | 1 | 19,8 | 1 | 6,8 | 10 | 2,7 | 14,7 | 75 | 369 |
| ЮМЗ-6Л | 6 | 2 | 240 | 3 | 18,6 | 6 | 5,2 | 36 | 2,2 | 13 | 200 | 479 |
| <i>Разом</i> | | | | | | | | | | 49,2 | 496 | 545,2 |
| Комбайни | | | | | | | | | | | | |
| ДОН-1500 | 1 | 1 | 168 | - | - | 1 | 7,1 | 4 | 6,2 | 6,7 | - | 188 |
| Автомобілі | | | | | | | | | | | | |
| ЗІЛ-ММЗ-555 | 3 | - | 372 | - | - | 6 | 16,5 | 48 | 4,0 | 10,3 | 84 | 486,8 |
| ГАЗ-53Б-САЗ | 4 | - | 480 | - | - | 8 | 13,6 | 24 | 3,3 | 8,5 | 106 | 611,4 |
| <i>Разом</i> | | | | | | | | | | 18,7 | 190 | 208,7 |
| <i>Всього</i> | | | | | | | | | | | | 941,8 |

Загальна трудомісткість обчислюється з урахуванням допоміжних завдань, до яких належать:

- ремонт технічного обладнання в майстернях $T_{\text{обл}} - 6...8 \%$;
- виготовлення і ремонт обладнання та інструментів $T_{\text{о.і.}} - 3...5 \%$;
- ремонт і виробництво окремих компонентів $T_{\text{о.к.}} - 3...5 \%$;
- роботи, що не були передбачені $T_{\text{ін}} - 6...8 \%$.

Загальна трудомісткість розраховується за формулою:

$$T_3 = T_{\text{сум}} + T_{\text{обл}} + T_{\text{о.і.}} + T_{\text{о.к.}} + T_{\text{ін}}, \quad (2.19)$$

де $T_{обл}$ – трудомісткість ремонту технічного обладнання в майстернях, люд.-год.:

$$T_{обл} = 0,07 \cdot T_{сум} = 0,07 \cdot 741,8 = 51,9, \quad (2.20)$$

$T_{о.і.}$ – трудомісткість виготовлення і ремонту обладнання та інструментів, люд.-год.:

$$T_{о.і.} = 0,04 \cdot T_{сум} = 0,04 \cdot 741,8 = 29,7, \quad (2.21)$$

$T_{о.к.}$ – трудомісткість виготовлення і ремонту окремих компонентів, люд.-год.:

$$T_{о.к.} = 0,04 \cdot T_{сум} = 0,04 \cdot 741,8 = 29,7, \quad (2.22)$$

$T_{ін}$ – трудомісткість робіт, що не були передбачені, люд.-год.:

$$T_{ін} = 0,07 \cdot T_{сум} = 0,07 \cdot 741,8 = 51,9. \quad (2.23)$$

З урахуванням розрахунків (2.20) – (2.23) за формулою (2.19) отримуємо:

$$T_3 = 741,8 + 51,9 + 29,7 + 29,7 + 51,9 = 905. \quad (2.24)$$

Отже, загальна трудомісткість робіт, спрямованих на підтримку машинно-тракторного парку в робочому стані, становить 905 люд.-год.

2.3 Проектування технологічного процесу

Загальний порядок технологічного процесу ремонту обладнання машинно-тракторного парку визначається запланованими видами ремонтних та обслуговуючих робіт, які мають бути виконані на підприємстві, та базується на типових технологічних схемах із залученням наявної ремонтно-обслуговуючої інфраструктури [10].

Попередньо було встановлено обсяги ремонтних та обслуговуючих робіт і виконано їх розподіл між об'єктами ремонтної бази регіону. Враховуючи ці дані, було розроблено технологічний процес із урахуванням заходів щодо технічного оновлення ремонтної дільниці майстерні товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»».

Ремонт машин розпочинається з їх мийки з подальшим направленням на дільниці та робочі пости в залежності від характеру ремонтних робіт. Наприклад, для виконання регламентних технічних обслуговувань ТО-1 і ТО-2 тракторів,

комбайнів та автомобілів використовується спеціальний майданчик із навісом. Він обладнаний резервуарами для зливу використаного масла, фільтрами та столами. За допомогою мобільного посту здійснюється злив відпрацьованого мастила, змащування систем, механізоване фарбування поверхонь, обдування стисненим повітрям тощо.

Трактори, що підлягають технічному обслуговуванню ТО-3, зазвичай направляються на спеціальний пост діагностики та обслуговування, який розміщений у майстерні. Окрім обладнання для виконання ТО-3, на цьому посту передбачено устаткування для ресурсної діагностики. У випадку, якщо діагностика не виявляє необхідності в ремонті, проводяться операції ТО-3 та додатково перевіряються засоби управління та елементи системи впорскування паливного матеріалу.

Якщо в ході діагностики встановлено потребу машини у поточному ремонті, її доставляють на ремонтний пост, де розпочинаються розбірні роботи. У зоні дільниці встановлено підвісний електричний кран вантажопід'ємністю 2 тони. Демонтовані деталі, що потребують ремонту, відправляються на агрегатно-механічну дільницю з універсальним стендом. На ньому розташоване мийне та підйомне обладнання, слюсарні верстати, пристрій для розбирання та складання вузлів.

Уособлено розташовується пост проведення механічних робіт. На ньому встановлено верстати для виконання токарних, фрезерних, свердлильних операцій, що застосовуються для обробки деталей до ремонтного розміру, виготовлення нових елементів тощо.

Організовується також спеціалізована ремонтна ділянка. На ній встановлюються стенди для розбирання та складання двигунів, столи для слюсарних робіт, мийні ванни та кран-балка для монтажу і демонтажу двигунів.

Агрегатно-механічна дільниця займає площі інструментально-роздаткової комори. Елементи та вузли, що вимагають значного обсягу ремонтних робіт (електричне та гідравлічне обладнання, рульове керування), передаються на ремонт за кооперацією з іншими підприємствами. У випадках, коли агрегати є

справними, немає необхідності у їх демонтажі. В разі потреби у їх мийці, їх розміщують на спеціальних підставках після очищення [8].

Деталі, що потребують зварювальних, термічних та механічних робіт для відновлення, передаються на ковальсько-зварювальну дільницю майстерні. Під час ремонту вузлів та агрегатів паралельно можуть проводитися роботи з відновлення кузовних елементів безпосередньо на машині за допомогою пересувних трансформаторних агрегатів або здійснюється заміна пошкоджених деталей та вузлів, якщо відновлення неможливе.

Схема організації ремонтно-обслуговуючих робіт наведена в додатку А.

Деталі та вузли, які визнані непридатними та відправлені на утилізацію, замінюються новими з наявного складу або відновленими за кооперацією із спеціалізованими підприємствами належного профілю. За потреби може бути розроблений індивідуальний комплекс операцій для ремонту окремої деталі. Після ремонту деталі монтується на машину, після чого виконується її повне складання. Далі здійснюються контрольні операції, регулювальні роботи за необхідності, експериментальне поетапне навантажування машини [11]. У разі потреби проводиться відновлення лако-фарбового покриття.

2.4 Розподіл трудомісткості по виробничим дільницям майстерні

До складу ремонтно-обслуговуючих об'єктів товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»» входить майстерня для проведення технічного обслуговування, збудована згідно з типовим проектом. Основне призначення майстерні – виконання регламентованих обслуговуючих і поточних ремонтних робіт тракторів та агрегатів.

Однак, як самостійний елемент ремонтно-обслуговуючої інфраструктури, майстерня не здатна забезпечити виконання повного спектра необхідних ремонтних та обслуговуючих операцій. З огляду на це, заплановано технічне переоснащення ділянки виконання поточних ремонтних робіт згідно з загальною технологією ремонтно-обслуговуючих робіт, описаної у підрозділі 2.3.

Серед існуючих робочих зон, передбачених типовим проектом, присутні:

- ділянка для виконання ковальських та зварювальних робіт;
- ділянка для обслуговуючих робіт;
- ділянка для ремонтних робіт;
- складські приміщення;
- приміщення котельні;
- інші допоміжні приміщення.

Відповідно до технологічного процесу передбачено модернізацію робочих зон. Ділянка для обслуговуючих робіт не потерпає мін, проте головна увага зосереджується на проведенні ТО-3 та діагностичних робіт, необхідних для визначення обсягів ремонтних заходів.

На місці складських приміщень пропонується створити агрегатно-механічне відділення. Це відділення забезпечуватиме механічну обробку деталей до ремонтних розмірів, виконання поточного ремонту двигунів, трансмісійних агрегатів тощо.

Стосовно ділянки для ремонтних робіт пропонується перенести близько 60 % їх об'єму до критої площадки у машинному дворі. Решта ділянок зберігають свої функції відповідно до їх початкового призначення, зокрема ковальсько-зварювальна ділянка залишатиметься незмінною.

Для організованих робочих зон майстерні буде проведено розрахунок трудомісткості виконуваних ремонтних робіт. Загальна трудомісткість становить 905 люд.-год. Цей показник розподіляється між ділянками пропорційно до обсягів виконуваних робіт. Детальний розподіл трудомісткості представлено у табл. 2.4.

В результаті аналізу таблиці 2.4 та рисунку 2.1 було встановлено, що найбільше навантаження припадає на ділянку для проведення ремонтних робіт (40 %).

Таблиця 2.4 – Розподіл трудомісткості ремонтних робіт за їх видами по дільницям

| Назва дільниці | Навантаження на дільницю, % від T_z | Навантаження на дільницю, люд.-год. |
|---|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Ковальсько-зварювальна | 14,0 | 125 |
| Дільниця діагностування і ТО | 12,0 | 110 |
| З усунення несправностей тракторів та ремонту агрегатів СГМ | 40,0 | 360 |
| Агрегатно-механічне відділення | 34,0 | 310 |
| Всього | 100 | 905 |

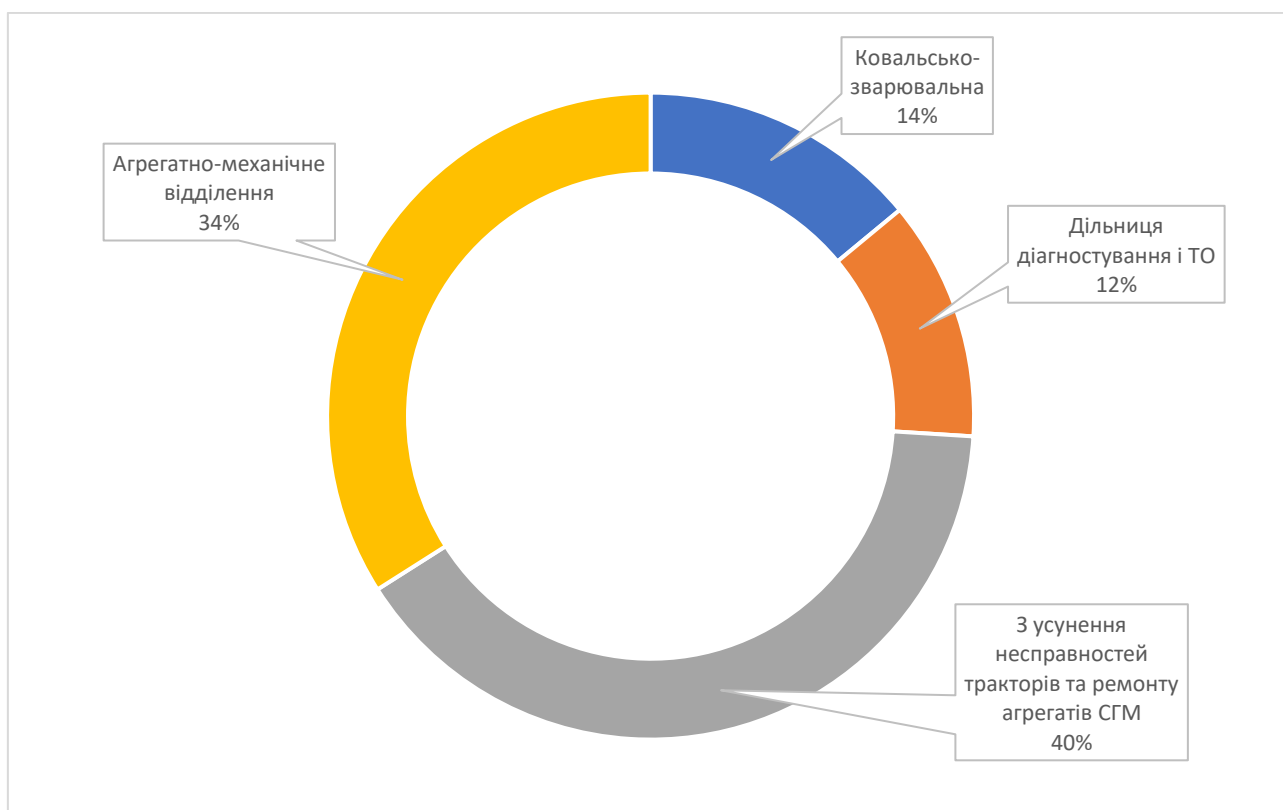


Рисунок 2.1 – Розподіл трудомісткості ремонтних робіт за їх видами по дільницям

2.5 Потреба майстерні в обладнання

Основою для визначення необхідної кількості обладнання є перелік необхідних робіт і операцій та трудомісткість їх виконання [14].

Важливо врахувати, що до складу технологічного обладнання входить основне обладнання, призначене для виконання ключових операцій, а також допоміжне обладнання, яке включає верстати, тумби, інструментальні шафи, контейнери тощо. Допоміжне обладнання підбирається відповідно до специфіки операцій, передбачених технологічним процесом. Згідно з технологічним процесом, обрано обладнання, перелік якого наведено у таблиці 2.5.

В процесі обслуговування та ремонту машин особливу увагу приділяють очищенню техніки, яке виконується у кілька етапів [13]. Зовнішнє очищення машин здійснюється на спеціально облаштованому майданчику, тоді як очищення окремих деталей проводиться у пересувних мийних ваннах. Кількість таких ванн визначається за формулою:

$$N_{\text{м.в.}} = \frac{\sum Q}{\Phi_{\text{до}} \cdot z \cdot k_{\text{в}}}, \quad (2.25)$$

де $\sum Q$ – сумарна вага деталей, що підлягають очищенню, кг;

$\Phi_{\text{до}} = 2010$ год – фактичний робочий час установки протягом року, год;

z – тривалість одного процесу очищування, год;

$k_{\text{в}} = 0,7$ – часовий коефіцієнт використання мийної ванни.

Сумарна вага деталей, що підлягають очищенню, визначається наступним чином:

$$\sum Q = \beta_1 \cdot Q_P \cdot N_P + \beta_2 \cdot Q_a \cdot N_a, \quad (2.26)$$

де $\beta_1 = 0,5, \beta_2 = 0,7$ – коефіцієнти, що враховують долю деталей і складальних одиниць, які потребують очищення, у загальній масі двигуна;

Q_P – вага трактора, кг;

Q_a – вага двигуна, кг;

N_P – кількість ремонтів трактора, шт;

N_a – кількість ремонтів двигуна, шт.

Тоді, за формулою (2.26):

$$\sum Q = 0,5 \cdot (7750 \cdot 1 + 3500 \cdot 2 + 5450 \cdot 1 + 3900 \cdot 1 + 7200 \cdot 1) + \\ + 0,7 \cdot (900 \cdot 1 + 300 \cdot 2 + 610 \cdot 1 + 350 \cdot 1 + 1000 \cdot 1) = 18072 \text{ кг.}$$

Кількість ван за формулою (2.24) становить:

$$N_{\text{м.в.}} = \frac{18072}{2010 \cdot 200 \cdot 0,7} = 0,1.$$

Отже, розрахунки показали, що потрібна одна мийна ванна.

Необхідна кількість верстатного обладнання розраховується за формулою:

$$S_B = \frac{T_B \cdot K_H}{\Phi_{\text{до}} \cdot \vartheta_{\text{об}}}, \quad (2.27)$$

де T_B – річна трудомісткість робіт, до виконання яких залучене верстатне обладнання, год;

$K_H = 0,3$ – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність завантаження виробництва;

$\Phi_{\text{до}} = 2030$ год – фактичний час роботи верстатів протягом року з урахуванням змінності;

$\vartheta_{\text{об}} = 0,86$ – коефіцієнт завантаження в часі.

$$S_B = \frac{627,2 \cdot 1,3}{2030 \cdot 0,86} = 0,5 \text{ шт.}$$

Таким чином, у майстерні цілком доцільно використовувати один верстат. Обрано токарно-гвинторізний верстат моделі 9craft PL305. Разом із цим, практичний досвід свідчить, що в майстерні часто виникає необхідність у виконанні свердлильних робіт. З огляду на це, заплановано встановлення свердлильного верстака моделі Hesler LS-2200. Що стосується заточних верстатів, їх використання приймається без попередніх розрахунків.

Кількість необхідного зварювального обладнання розраховується за формулою:

$$N_{\text{з.о.}} = \frac{T_{\text{зв}}}{\Phi_{\text{д.н.}} \cdot K_B}, \quad (2.28)$$

де $T_{зв}$ – річна трудомісткість робіт, до виконання яких залучене верстатне обладнання, год;

$\Phi_{д.н.} = 2010$ год – фактичний час роботи зварювального обладнання.

Тоді:

$$N_{з.о.} = \frac{697,5}{2010 \cdot 0,7} = 0,5.$$

Отже, необхідним є один зварювальний напівавтомат Tesla Weld 302.

Необхідна кількість горнів для ковальсько-зварювальної дільниці:

$$N_{г} = \frac{Q_{г}}{\Phi_{до} \cdot k_{г}}, \quad (2.29)$$

де $Q_{г} = 62000$ кг – вага деталей, які підлягають нагріванню, протягом року;

$k_{г} = 6$ – годинна продуктивність горна.

Звідси:

$$N_{г} = \frac{6200}{2010 \cdot 6} = 0,5.$$

Отже, приймаємо один ковальський газовий горн.

Таблиця 2.5 – Відомість технологічного обладнання майстерні

| № поз. | Найменування дільниці та обладнання | Тип, марка | Габаритні розміри, мм | Кіл-сть |
|--------|---|------------------|-----------------------|---------|
| | <u>І. Ковальсько-зварювальна дільниця</u> | | | |
| 1 | Горн ковальський газовий | – | 1000x1200x800 | 1 |
| 2 | Ванна електрична масляна | Q 200 | 600x800x820 | 1 |
| 3 | Панель для інструментів | Kistenberg | 1000x500x850 | 1 |
| 4 | Наковальня | Bass Polska 9293 | 160x670x250 | 1 |
| 5 | Лещата слюсарні поворотні | Toptul DJAC0105 | d 600 | 1 |
| 6 | Обдирно-шліфувальний верстат підвісний настільний | ACETI | 1000x536x420 | 1 |
| 7 | Зварювальний напівавтомат | Tesla Weld 302 | 670x700x670 | 1 |
| 8 | Стіл зварювальний | MODUL(C) | 1100x800x650 | 1 |
| 9 | Ящик експедиційний | MV-60 | 720x500x500 | 1 |
| 10 | Ящик для піску | Daken Pit Box | 680x400x1000 | 1 |
| 11 | Шафа для газових балонів | ШДБ-8 | 1800x500x800 | 1 |

| | | | | |
|--|--|---------------------------|----------------|---|
| 12 | Візок для перевезення балонів | ТДБ-2 | 1200x800x1600 | 1 |
| 13 | Екран захисний | вл.виготовлення | - | 1 |
| 14 | Гартувальний бак | БО-10.10.8 | 1000x1000x800 | 1 |
| 15 | Візок вантажний платформний | Yi-Lift XF3060 | 168x79x169 | 1 |
| 2. Дільниця діагностування і ТО | | | | |
| 16 | Установка для промивки системи мащення двигуна | GI21111 GIKRAFT | 1600x700x800 | 1 |
| 17 | Стіл (верстат) | Stw 122 | 1200x750x600 | 1 |
| 18 | Верстак слюсарний | 21 1200 Ф | 1600x800x1400 | 1 |
| 19 | Шафа металева | Levmetal ШБМ-18 | 1800x600x500 | 1 |
| 20 | Горловина для затоки масла | Iveco E2 2,8 TD GP | d 300 | 1 |
| 21 | Ванна для зливу відпрацьованого мастила | ODBP9500 X3CO | d 360, h 1100 | 1 |
| 22 | Однощіткова мийна установка | EASY WASH 50 E | 1100x1200x4300 | 1 |
| 23 | Паливний бак | МАН 240 | 400x450x1450 | 1 |
| 24 | Установка маслороздавальної | SR-305 | 760x560x800 | 1 |
| 25 | Металевий стелаж | MRL-1800 | 450x900x1400 | 1 |
| 26 | Акумуляторний шприц для пластичного змащення | TLGB 20 SKF | 1000x600x1400 | 1 |
| 27 | Нагнітач портативний | Gros GS (44250) | 490x800x600 | 1 |
| 28 | Компресор двоступінчастий | IMPERTUS 22-75 | 400x800x600 | 1 |
| 29 | Кран-балка підвісний електричний | - | - | 1 |
| 3. Дільниця з усунення несправностей тракторів та ремонту агрегатів СГМ | | | | |
| 30 | Верстак слюсарний | 21 1200 Ф | 1600x800x1400 | 1 |
| 31 | Підставка ремонтна з упорними п'ятами | RoCKFORCE RF- TH56001B | 800x820x600 | 2 |
| 32 | Прес гідравлічний | Proflin 97385 | 1400x800x1500 | 1 |
| 33 | Візок гідравлічний | СВУ JC 20 | 1000x800x600 | 1 |
| 34 | Кран-балка підвісний електричний | - | - | 1 |
| 4. Агрегатно-механічне відділення | | | | |
| 35 | Стенд для розбирання та складання кареток | ОПР-1402 | 1000x900x1400 | 1 |
| 36 | Підставка під вузли і деталі | 5143 | 700x700x800 | 1 |
| 37 | Ванна для миття деталей | вл.виробництва | 800x400x900 | 1 |
| 38 | Верстак слюсарний | 21 1200 Ф | 1600x800x1400 | 1 |
| 39 | | 9craft 7550V | 1200x800x1600 | 1 |

| | | | | |
|----|---|----------------|---------------|---|
| 40 | Верстак вертикально-фрезерний консольний | Hesler LS-2200 | 838x838x2500 | 1 |
| 41 | Верстак свердлильний | вл.виробництва | 800x400x800 | 2 |
| 42 | Ванна для промивки деталей | вл.виробництва | 800x400 | 1 |
| 43 | Контейнер для деталей | ОПР-989 | 900x900 | 1 |
| 44 | Стенд універсальний для розбирання і збирання двигунів | Toptul | 1560x710x827 | 1 |
| 45 | Верстат | 9craft PL305 | 2225x1275x122 | 1 |
| 46 | Верстат токарно-гвинторізний | ІНТЕРТЕХ | - | 1 |
| | Кран консольно-поворотний | | | |

2.6 Потреба майстерні в персоналі

Кількість основних працівників майстерні визначається загальними витратами праці на виконання всіх запланованих на рік робіт. Згідно з виконаними розрахунками цей обсяг становить 905 люд.-год. Фактична чисельність виробничих працівників розраховується на основі номінального фонду робочого часу:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_p}{\Phi_{\text{н.р.}} \cdot k}, \quad (2.30)$$

де T_p – витрати праці на виконання певної роботи протягом року, год;

$\Phi_{\text{н.р.}} = 2010$ год – річна тривалість робочого часу робітника;

$k = 1,05$ – коефіцієнт.

Результати розрахунків за формулою (2.30) по кожній дільниці зведено в таблицю 2.6.

Аналіз таблиці 2.6 свідчить, що для виконання ремонтних робіт необхідно залучити двох працівників. При цьому слід враховувати, що вони виконуватимуть суміщені завдання для забезпечення повного річного завантаження.

Зокрема, всі ковальські та зварювальні роботи на ковальсько-зварювальній дільниці буде виконувати один працівник. Він також здійснюватиме ремонтні роботи на агрегатно-механічній дільниці та виконуватиме зварювальні роботи в

польових умовах і в інших підрозділах господарства, що дозволить забезпечити його повну зайнятість.

Таблиця 2.6 – Потреба у персоналі відповідно до дільниці

| Назва дільниці | Навантаження на дільницю, люд.-год. | Кількість робочих, чол | |
|---|-------------------------------------|------------------------|----------|
| | | розрахункова | прийнята |
| Ковальсько-зварювальна | 125 | 0,06 | - |
| Дільниця діагностування і ТО | 110 | 0,05 | 1 |
| З усунення несправностей тракторів та ремонту агрегатів СГМ | 360 | 0,17 | - |
| Агрегатно-механічне відділення | 310 | 0,15 | 1 |
| Всього | 905 | - | 2 |

Слюсар, який працює на дільниці з усунення несправностей і ремонту сільськогосподарської техніки, буде залучатися до виконання робіт на дільниці діагностики та технічного обслуговування. Такий підхід зумовлений невеликою трудомісткістю ремонтно-обслуговуючих робіт, що створює певні труднощі у розподілі працівників за спеціалізованими видами діяльності.

2.7 Виробнича площа дільниць майстерні

Розрахунки виробничих площ майстерні виконуються для тих дільниць, які створюються в результаті загального перепланування приміщення [1]. Площі решти дільниць залишаються без змін.

Відповідно до технологічного процесу, в майстерні передбачається організація агрегатно-механічної дільниці. Розрахунок площі цієї дільниці

здійснюється на основі площі, зайнятої обладнанням, з урахуванням робочих зон та проходів, за формулою:

$$F_{\text{д}} = F_{\text{об}} \cdot \sigma, \quad (2.31)$$

де $F_{\text{об}} = 9 \text{ м}^2$ – площа під обладнання агрегатно-механічної дільниці (табл. 2.5);

$\sigma = 4$ – стала для врахування необхідного вільного простору між обладнанням.

За формулою (2.31) спроектована дільниця має площу:

$$F_{\text{д}} = 9 \cdot 4 = 36 \text{ м}^2.$$

Отже, для спроектованої дільниці необхідно виділити загалом 36 м^2 площі майстерні.

Раціональне визначення необхідної площі майстерні сприятиме зниженню накладних витрат та зменшенню собівартості ремонтних робіт.

Висновки до розділу 2

1. Під час виконання поточного ремонту машинно-тракторного парку в умовах ремонтної майстерні доцільно використовувати персоніфікований метод ремонту із застосуванням тупикового способу організації робіт;

2. Загальна трудомісткість ремонтних робіт, необхідних для відновлення та підтримки технічного стану машинно-тракторного парку в майстерні, становить 905 люд.-год.

3. Удосконалення переліку операцій для проведення ремонтних робіт було спрямоване на створення агрегатно-механічного відділення, що дозволило збільшити пропускну здатність майстерні.

4. Розрахунок загальної трудомісткості ремонтних робіт і розподіл їх за видами між підрозділами ремонтної зони дали змогу визначити необхідну кількість основних працівників – 2 особи, а також обчислити потребу в основному обладнанні, що дозволило провести технологічне планування реконструкції ремонтної зони.

5. Розрахунки площі агрегатно-механічної ділянки, виконані з урахуванням робочих зон та проходів, виявили, що необхідна мінімальна площа становить 36 м².

3 Розробка стенду для проведення розбирально-складальних робіт

Пропонована конструкція стенда розроблена для розбирання та складання агрегатів і вузлів сільськогосподарських машин із одночасним виконанням пресових операцій, що свідчить про її універсальність. Поєднання розбирання або складання з пресовими операціями дозволяє значно зменшити трудомісткість процесів і покращити умови праці слюсаря [15].

Ця конструкція може бути ефективно використана в виробничих підрозділах фермерських господарств, машинно-технологічних станціях і ремонтних майстернях господарств з невеликою програмою ремонтних робіт. Стенд дозволяє виконувати слюсарно-ремонтні роботи, при цьому його компактні габарити не вимагають великої площі, що є важливим для підприємств такого роду.

3.1 Обґрунтування конструктивних рішень

Загальний вигляд розробленої конструкції стенда для виконання розбирально-складальних операцій під час ремонту агрегатів приведено на рисунку 3.1.

Конструкція стенду складається з кількох основних елементів. Струбцина 2, змонтована на рамі 1, служить фіксуючим елементом. Гідроциліндр 12 монтується на укосину 9. Насосна станція приводить його в дію. Вона складається з двигуна електричного 4, насосу гідравлічного 7, баку гідравлічного 10 та гідророзподільника 8. Подача мастила під тиском до гідроциліндра здійснюється гідророзподільником 8, а контролювання тиску відбувається за допомогою манометра 11, встановленого на укосині.

Стенд укомплектовано змінними елементами, такими як насадки, опорні шайби, знімачі та інші деталі, комплектність яких залежить від деталей, що потребують виконання пресових операцій.

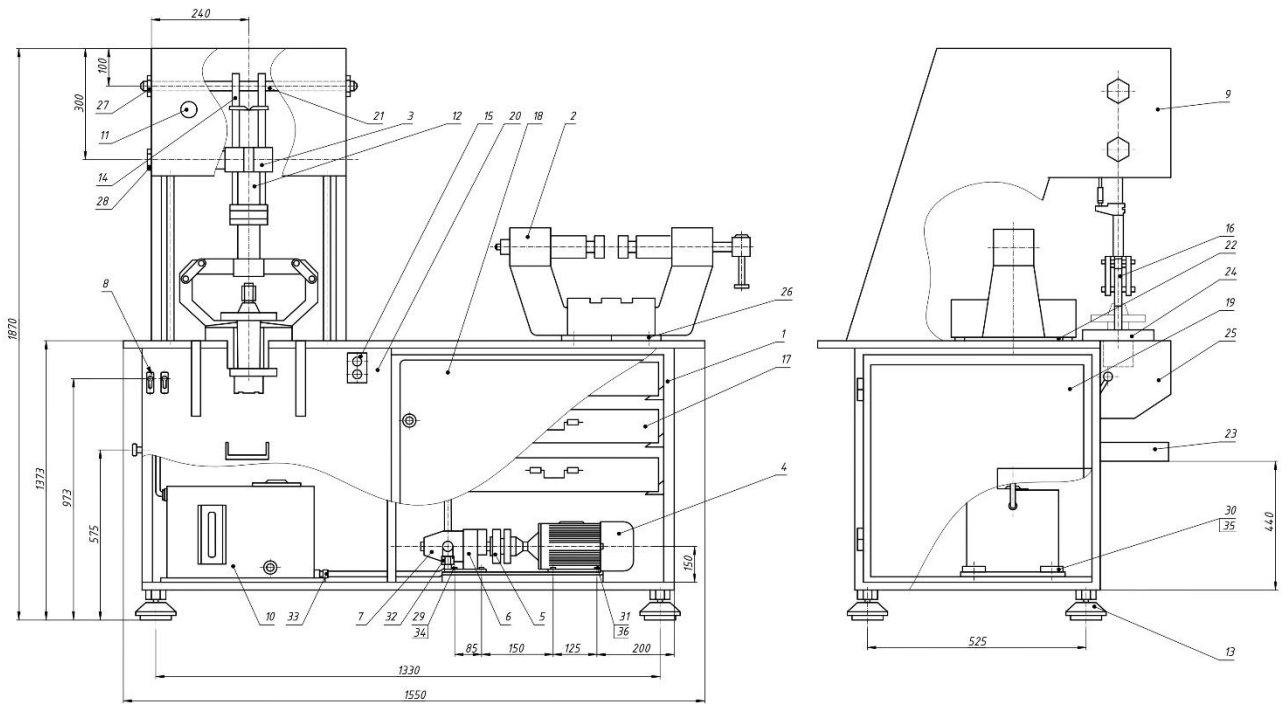


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд конструкції станда: 1 – рама; 2 – струбцина; 3 – опора фіксуюча; 4 – електродвигун; 5 – муфта; 6 – плита кріплення насосу; 7 – насос гідравлічний; 8 – гідророзподільник; 9 – укосина; 10 – бак гідравлічний; 11 – манометр; 12 – гідроциліндр; 13 – опора; 14 – панель кронштейна; 15 – станція кнопка; 16 – знімач; 17 – ящик; 18 – двері передні; 19 – двері бічні; 20 – панель ліва; 21 – вісь; 22 – плита опорна; 23 – уловлювач; 24 – втулка упорна; 25 – ребро; 26–31, 34–36 – з’єднання різьбові; 32 – з’єднання роз’ємні для рукавів; 33 – рукав

Універсальність пропонованої конструкції дає змогу поєднувати розбирання/складання агрегатів під час їх ремонту з пресувальними роботами.

3.2 Конструктивний розрахунок

Розрахуємо робоче зусилля N_y гідроциліндра, що забезпечить необхідне зусилля пресу в межах 7...125 кН:

$$N_y = P_z \cdot k, \quad (3.1)$$

де $k = 1,25$ – це витрати, спричинені дією сили тертя.

Тоді за формулою (3.1):

$$N_y = 125 \cdot 1,25 = 156.$$

Приведемо формулу для визначення розмірів поршня:

$$N_y = \frac{\pi \cdot D_{\text{пор}}^2}{4} \cdot P_{\text{НОМ}}, \quad (3.2)$$

де $P_{\text{НОМ}} = 16$ МПа – показник тиску в робочому стані.

Із виразу (3.2) маємо:

$$D_{\text{пор}} = \sqrt{\frac{4 \cdot N_y}{\pi \cdot P_{\text{НОМ}}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 156}{3,14 \cdot 16 \cdot 10^{-3}}} = 111,4 \text{ мм}. \quad (3.3)$$

Приведемо формулу для визначення зовнішніх габаритів гідроциліндра:

$$\pi \cdot (D_{\text{Н}}^2 - D_{\text{пор}}^2) \cdot [G]_P = N_y, \quad (3.4)$$

де $[G]_P$ – максимальне навантаження, МПа, що визначається наступним чином:

$$[G]_P = \frac{G_m}{n}, \quad (3.5)$$

де $G_m = 380$ МПа – межа текучості матеріалу циліндра, МПа;

$n = 6,5$ – стала, що характеризує міцність матеріалу.

$$[G]_P = \frac{380}{6,5} = 58,4.$$

З (3.4) маємо:

$$D_{\text{Н}} = \sqrt{\frac{4 \cdot N_y}{\pi \cdot [G]_P} + D_{\text{пор}}^2} = \sqrt{\frac{4 \cdot 156}{3,14 \cdot 58,4 \cdot 10^{-3}} + 111,4^2} = 126 \text{ мм}. \quad (3.6)$$

Відповідно до проведених розрахунків обираємо циліндр гідравлічний Ц-120. Його розрахункові характеристики: діаметр поршня 120 мм, товщина стінок корпусу 3 мм.

В розрахунках застосуємо рівність:

$$G = \frac{N_y}{F} \leq [G], \quad (3.7)$$

де $[G] = 246$ МПа – межа текучості матеріалу штока;

F – показник, який може бути визначено з правої частини виразу (3.7):

$$F = \frac{N_y}{[G]} \cdot 10^3 = \frac{156}{246} \cdot 10^3 = 634 \text{ мм}^2. \quad (3.8)$$

Діаметр штока визначимо з виразу:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 634}{3,14}} = 28 \text{ мм.} \quad (3.9)$$

Отже, із нормативного ряду обираємо шток діаметру 40 мм.

Виконаємо розрахунок штока циліндра на стійкість до поздовжніх згинань за умови закріплення одного його кінця та вільного – іншого (рис. 3.2).

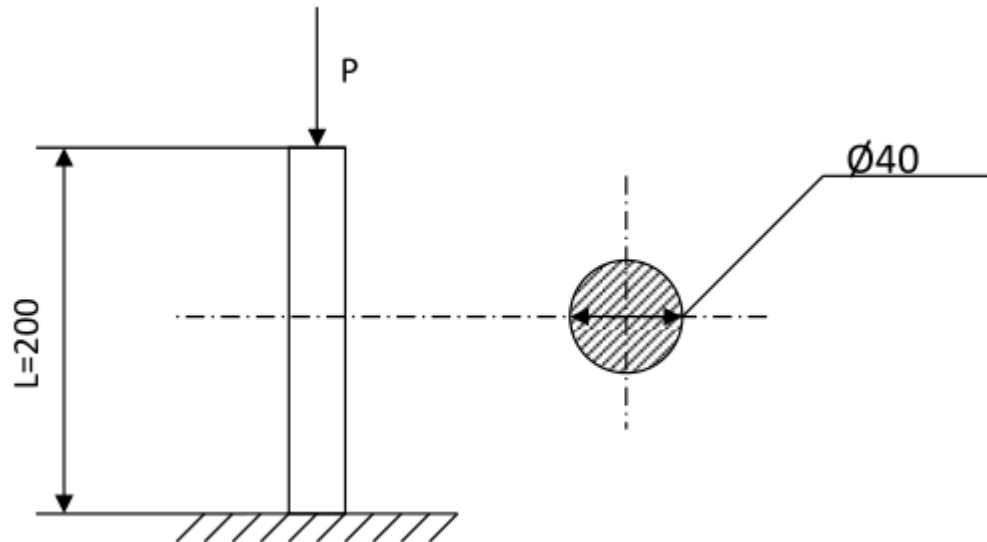


Рисунок 3.2 – Схема до розрахунку штоку на поздовжній вигин

Величину інерційного радіусу зрізу розрахуємо наступним чином:

$$i = \sqrt{\frac{I_{min}}{F}} = \sqrt{\frac{4 \cdot \pi \cdot d^4}{64 \cdot \pi \cdot d^2}} = \frac{d}{4} = \frac{40 \cdot 10^{-3}}{4} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ м.} \quad (3.10)$$

Здатність до згинання характеризується виразом:

$$\lambda = \frac{2 \cdot l}{i}, \quad (3.11)$$

де l – довжина виступаючої частини штока.

$$\lambda = \frac{2 \cdot 200 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} = 40.$$

Отже:

$$G = \frac{4 \cdot N_y}{\pi \cdot d^2 \cdot \varphi}, \quad (3.12)$$

де $\varphi = 0,89$ – стала, що характеризує максимально можливе згинання.

Маємо:

$$G = \frac{4 \cdot 156 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 40^2 \cdot 0,89} = 139 \text{ МПа.}$$

Необхідною умовою є:

$$G \leq [G], \quad (3.13)$$

що справджується ($139 \leq 246$) відповідно до наших розрахунків. Це вказує на правильний вибір габаритів гідравлічного циліндра.

Пропонована універсальна конструкція включає ряд пристосувань прямокутного перерізу для демонтажу підшипників (рис. 3.3). Доцільно розрахувати розміри такого зйомника.

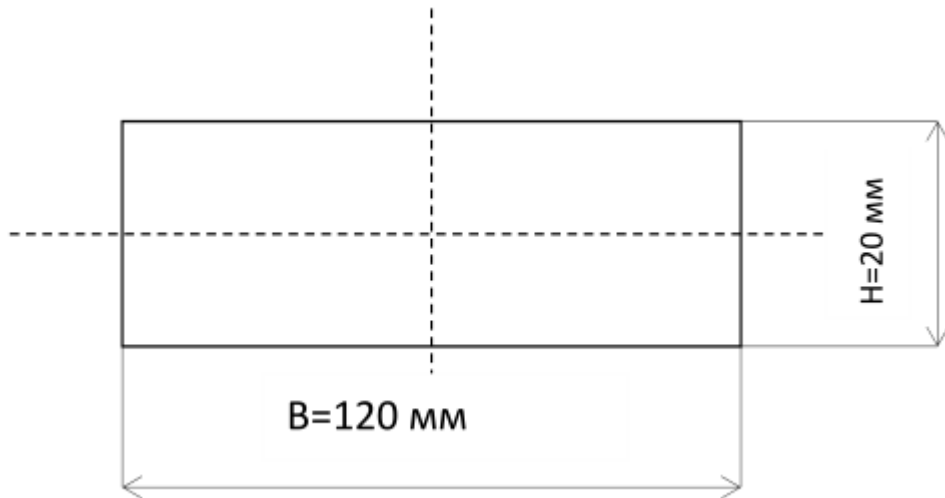


Рисунок 3.3 – Переріз фланцю зйомника

Розглянемо умову допустимості супротиву згинанню:

$$\sigma_{зг} = \frac{M_{max}}{W} \leq [\sigma_{зг}], \quad (3.14)$$

де

$$M_{max} = \frac{32 \cdot 10^3 \cdot 100}{2} = 1,6 \text{ к·Нм.} \quad (3.15)$$

Нехай зйомник виготовлено зі сталі 20:

$$[\sigma_{зг}] = 1,2 \cdot \sigma_T = 1,2 \cdot 220 = 264 \text{ МПа.} \quad (3.16)$$

Для перерізу прямокутної форми статичний момент протидії згину становить:

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{120 \cdot 10^{-3} \cdot (20 \cdot 10^{-3})^2}{6} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3. \quad (3.17)$$

З урахуванням того, що $\sigma_{зг} = 20$ МПа умова (3.17) виконується ($20 \leq 264$).

Зріз захвату матиме наступну площу:

$$\frac{F_p \cdot 0,5}{S} \leq [\sigma_p]. \quad (3.18)$$

Із (3.18) визначаємо:

$$S = \frac{32}{2 \cdot 169 \cdot 10^{-3}} = 94,7 \text{ мм}^2. \quad (3.19)$$

Відповідно до (3.19) з нормативного ряду приймаємо переріз зйомників 300 мм^2 .

Зріз пристосувань для демонтажу з краю, який слугує опорою, становить:

$$S_{оп} = \frac{F_p \cdot 0,5}{[\tau_{ph}]} = \frac{32}{2 \cdot 0,25 \cdot 220 \cdot 10^{-3}} = 280 \text{ мм}^2. \quad (3.20)$$

Відповідно до (3.20) з нормативного ряду може бути обрана площа 300 мм^2 .

Розрахуємо розмір осі фланцю:

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot F_p \cdot 0,5}{\pi \cdot [\tau_{ph}]}} = \sqrt{\frac{32}{3,14 \cdot 1,2 \cdot 220 \cdot 10^{-3}}} = 6,2 \text{ мм}. \quad (3.21)$$

Заокруглюємо отримане значення та обираємо цей показник на рівні 8 мм .

3.3 Характеристики та опис функціонування стенду

Технічні характеристики стенда визначаються на основі ключових параметрів, зокрема, його габаритів. Це є важливим для правильного вибору місця його встановлення у виробничому процесі [4].

Конструкція стенда передбачає механізацію робіт, що обумовлює потребу у використанні електродвигуна. Крім того, вагу стенда слід враховувати при навантажувальних операціях.

Технічні характеристики стенда зведено у таблицю 3.1.

Запропонована конструкція стенда призначена для використання на майданчиках, на яких проводиться великий обсяг розбирально-складальних

робіт із випресовуванням та запресовуванням. До них відноситься агрегатно-механічна дільниця ремонтної майстерні.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики пропонованої конструкції

| Характеристика | Значення |
|--------------------------------------|-------------------|
| Габаритні розміри, мм | 1870 × 830 × 1550 |
| Встановлена потужність, кВт | 3,2 |
| Живлення від мережі змінного струму: | |
| - напруга, В | 380 |
| - частота, Гц | 50 |
| Маса, кг | 720 |

До першого запуску конструкцію має бути зафіксовано на попередньо підготовленому місці. За допомогою регульованих віброізоляторів слід виставити горизонтальний рівень установки. Наступним кроком відбувається під'єднання до електромережі із параметрами за таблицею 3.1.

Операції на стенді виконуються одним працівником. Агрегат, що має бути відремонтований, очищується і подається до стенду за допомогою візка або кран-балки. Далі агрегат фіксується у струбцинах стенда для виконання розбиральних операцій.

Демонтовані елементи можуть бути розміщені на стелажах. Деталі або вузли, які потребують випресовування, складаються у спеціальний контейнер. З метою проведення випресовування обираються відповідні насадки чи знімачі залежно від типу з'єднання, після чого вони закріплюються на штоку гідроциліндра.

Після завершення розбиральних робіт конструкція стенда дає змогу приступити до слюсарних, що включають вирівнювання деталей, підгонку поверхонь у спряженнях, нарізання різьблення тощо.

Після складання агрегат за допомогою підйомно-транспортного обладнання, яке є у майстерні, транспортується до місця монтажу.

Висновки до розділу 3

1. Пропоноване конструктивне рішення належить до обладнання, що поєднує розбирально-складальні, слюсарно-ремонтні та пресові операції. Це дозволяє суттєво знизити трудомісткість виконуваних робіт і покращити умови праці слюсаря. Стенд є особливо доцільним для використання в ремонтних майстернях, які мають обмежену виробничу площу та велику різноманітність ремонтних завдань.

2. Проведені розрахунки, що підтвердили якісне виконання операцій за допомогою пропонованої конструкції, дозволили обґрунтовано вибрати гідравлічний циліндр моделі Ц-120 для проведення випресовування та запресовування.

4 Охорона праці

4.1 Стан охорони праці в господарстві

Для забезпечення безпечних умов праці роботодавцями має бути вжито низку пунктів стосовно утворення здорового та безпечного робочого середовища, запобігання травматизму на виробництві та організації робочих місць відповідно до встановлених санітарно-гігієнічних вимог, згідно з Кодексом законів про працю.

Усі дії, пов'язані з охороною праці, організовуються керівником підприємства згідно з вимогами чинного законодавства. Він несе особисту відповідальність за їх виконання та забезпечує дотримання підприємством законодавчих норм, наказів та інструкцій державних органів. Він також займається формуванням відповідного відділу згідно зі штатним розписом, аналізує стан безпеки на виробничих об'єктах, організовує фінансування заходів із покращення умов праці та медичного обслуговування персоналу.

Зважаючи на невелику кількість працівників у господарстві, функції відповідального за безпеку покладені на інженера з експлуатації техніки. Його діяльність здійснюється згідно з планом, затвердженим керівником підприємства, а також у співпраці з іншими спеціалістами щодо питань безпеки.

Керівники виробничих підрозділів, зокрема завідувач майстерні та бригадир машинного парку, беруть активну участь у плануванні та впровадженні заходів із покращення умов роботи. До їхніх обов'язків входить проведення інструктажів, оформлення допусків до самостійної роботи, ведення облікової документації, контролювання дотримання інструкцій і стандартів безпеки.

Крім цього, вони забезпечують дотримання правил гігієни, трудової дисципліни та відповідних норм, розслідують випадки виробничого травматизму, встановлюють причини інцидентів та розробляють заходи для запобігання подібним ситуаціям у майбутньому.

3.2 Охорона праці при проведенні ремонтних робіт

На досліджуваному підприємстві виконуються поточні ремонти мобільної техніки та її агрегатів. Ці роботи вирізняються високою трудомісткістю та широким спектром своїх різновидів, є травмонебезпечними та вибагливими до вимог з безпеки їх виконання.

Невід'ємною складовою ремонтного процесу є очищення агрегатів. Цей етап слід проводити на спеціально відведених ділянках із використанням відповідного обладнання. Особливу увагу слід приділяти справності мийних пристроїв та правильному приготуванню мийних розчинів, які зазвичай базуються на лужних компонентах. Підготовка таких розчинів повинна здійснюватися у спеціальних приміщеннях із належною вентиляцією.

У разі використання мийних машин, що працюють із лужними розчинами при температурі до 75 °С, необхідно обладнати місцеву витяжну вентиляцію над установками для видалення випарів. Після очищення агрегати слід зберігати у герметичних контейнерах, що виключають можливість витоку залишків розчину на підлогу.

Після завершення етапу очищення розпочинається процес розбирання агрегатів. У майстернях фермерських господарств розбирання та складання зазвичай виконуються на одному робочому місці. Тому необхідно організувати на робочих зонах полиці, ящики та інші місця для зберігання інструментів та обладнання, що підвищує зручність виконання робіт. Рекомендується також облаштувати поруч із робочими зонами місця для зберігання контейнерів, підставок, столів та кошиків для деталей і складальних елементів, які не вміщуються на основному робочому столі.

Слюсарно-ремонтні операції є ключовими в процесі відновлення агрегатів, оскільки від їх якості залежить тривалість подальшої експлуатації техніки. Ці операції виконуються на окремих робочих місцях, обладнаних електричними та пневматичними пристроями, призначеними для випрямлення деталей, нарізання різьби, свердління тощо.

Під час роботи з електричним і пневматичним обладнанням слід обов'язково використовувати захисні окуляри та перевіряти справність інструменту перед початком роботи. Забороняється складати деталі поблизу працюючих механізмів.

Після завершення ремонту відновлені агрегати підлягають обкатці та тестуванню на спеціалізованих стендах. Для обслуговування цих робочих місць необхідно використовувати підйомно-транспортне обладнання. Якщо в процесі випробувань утворюються шкідливі викиди, слід забезпечити ефективну місцеву вентиляцію для безпечних умов роботи.

4.3 Заходи з мінімізації впливу на оточуюче середовище

Виробнича діяльність ремонтно-обслуговуючої бази має певний вплив на навколишнє середовище. Для мінімізації цього впливу слід забезпечити реалізацію таких заходів:

- забруднені мийні розчини повинні піддаватися регенерації та повторно використовуватися в замкнутому циклі;
- стічні води необхідно збирати у спеціальні колектори з подальшим відведенням до централізованої системи каналізації;
- браковані деталі та металева стружка мають зберігатися на призначених для цього майданчиках і регулярно вивозитися до пунктів прийому вторинної сировини згідно з установленим графіком;
- територію виробничого підрозділу слід підтримувати в чистоті та порядку. Сміття необхідно регулярно прибирати, а навколишню територію озеленювати та облаштовувати зонами відпочинку для працівників.

Дотримання цих вимог сприятиме не лише підтримці екологічного балансу, а й створенню комфортних умов праці для персоналу.

5 Техніко-економічна оцінка пропонованих рішень

Першочерговим завданням є визначення сумарним експлуатаційних витрат, які включають оплату праці, амортизаційні нарахування на обладнання, оплату електроенергії, ремонтні витрати, витрати на запасні частини та інші супутні витрати.

Річна зарплатня з нарахуваннями складає:

$$Z_p = 1,22 \cdot Z_{cp} \cdot N_{pob} \cdot 12, \quad (5.1)$$

де $Z_{cp} = 18000$ грн (на червень 2024 року) – середня заробітна плата;

N_{pob} – кількість працівників, чол.

Для базового і проектного варіантів відповідно за формулою (5.1):

$$Z_{p.б.} = 1,22 \cdot 18000 \cdot 1 \cdot 12 = 263520 \text{ грн,}$$

$$Z_{p.пр.} = 1,22 \cdot 18000 \cdot 2 \cdot 12 = 527040 \text{ грн.}$$

Витрати на амортизацію машин і обладнання становлять:

$$A_{обл} = \frac{C_{об.} \cdot H_a}{100}, \quad (5.2)$$

де $C_{об.}$ – вартість обладнання, грн (150000 і 240000 грн для базового і проектного варіантів відповідно);

$H_a = 21,93\%$ – нормований коефіцієнт амортизації.

Для еталонного і проектного варіантів відповідно за формулою (5.2):

$$A_{обл.б.} = \frac{150000 \cdot 21,93}{100} = 32895 \text{ грн,}$$

$$A_{обл.пр.} = \frac{240000 \cdot 21,93}{100} = 52632 \text{ грн.}$$

Сплата електроенергії становить:

$$B_e = (N_{обл.} \cdot t_{обл.} + N_{осв.} \cdot t_{осв.}) \cdot П, \quad (5.3)$$

де $N_{обл.}$ – потужність на шинах (21 і 26 кВт для базового і проектного варіантів відповідно);

$t_{обл.} = 1500$ год – час в роботі на протязі року;

$N_{осв.}$ – потужність системи освітлення (1,5 і 2 кВт для базового і проектного варіантів відповідно);

$t_{\text{осв.}} = 2070$ год – тривалість освітлення;

$\Pi = 8,08 \frac{\text{грн}}{\text{кВт}\cdot\text{год}}$ – вартість електроенергії для малих побутових споживачів класу напруги 27,5 кВ і вище на 01 грудня 2024 року.

Для базового і проектного варіантів відповідно за формулою (5.3):

$$V_{\text{е.б.}} = (21 \cdot 1500 + 1,5 \cdot 2070) \cdot 8,08 = 279608,40 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{е.пр.}} = (26 \cdot 1500 + 2 \cdot 2070) \cdot 8,08 = 348571,20 \text{ грн.}$$

Затрати коштів на виконання ремонтних робіт:

$$V_{\text{рем}} = \frac{A_{\text{обл}} \cdot 30}{100}. \quad (5.4)$$

Для базового і проектного варіантів відповідно за формулою (5.4):

$$V_{\text{рем.б.}} = \frac{32895 \cdot 30}{100} = 9868,50 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{рем.пр.}} = \frac{52632 \cdot 30}{100} = 15789,60 \text{ грн.}$$

Затрати коштів на придбання запчастин розраховуються за формулою:

$$V_{\text{з.ч.}} = 3_p \cdot 1,5. \quad (5.5)$$

Для базового і проектного варіантів відповідно за формулою (5.5):

$$V_{\text{з.ч.б.}} = 263520 \cdot 1,5 = 395280 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{з.ч.пр.}} = 527040 \cdot 1,5 = 790560 \text{ грн.}$$

Супутні витрати на спецодяг, інструмент, протипожежний захист тощо розраховуються за формулою:

$$V_{\text{ін}} = 0,05 \cdot (3_p + A_{\text{обл}} + V_{\text{е}} + V_{\text{рем}} + V_{\text{з.ч.}}). \quad (5.6)$$

Для базового і проектного варіантів відповідно за формулою (5.6):

$$V_{\text{ін.б.}} = 0,05 \cdot (263520 + 32895 + 279608,40 + 9868,50 + \\ + 395280) = 49058,60 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{ін.пр.}} = 0,05 \cdot (527040 + 52632 + 348571,20 + 15789,60 + \\ + 790560) = 86729,64 \text{ грн.}$$

Загальні експлуатаційні затрати становлять:

$$V_{\text{заг}} = 3_p + A_{\text{обл}} + V_{\text{е}} + V_{\text{рем}} + V_{\text{з.ч.}} + V_{\text{ін}}. \quad (5.7)$$

Для базового і проектного варіантів відповідно за формулою (5.7):

$$V_{\text{заг.б.}} = 263520 + 32895 + 279608,40 + 9868,50 + 395280 + 49058,60 = 1030230,50 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{заг.пр.}} = 527040 + 52632 + 348571,20 + 15789,60 + 790560 + 86729,64 = 1821322,44 \text{ грн.}$$

Собівартість ремонтних робіт становить:

$$C_{\text{рем}} = V_{\text{заг}} \cdot 1,02, \quad (5.8)$$

Для базового і проектного варіантів відповідно за формулою (5.8):

$$C_{\text{рем.б.}} = 1030230,50 \cdot 1,02 = 1050835,11 \text{ грн,}$$

$$C_{\text{рем.пр.}} = 1821322,44 \cdot 1,02 = 1857748,89 \text{ грн.}$$

Вартість ремонтів розраховується наступним чином:

$$V_{\text{рем}} = N_{\text{річ}} \cdot V_{\text{од.рем.}}, \quad (5.9)$$

де $N_{\text{річ}}$ – об'єм ремонтних робіт протягом року (10 і 20 ум.рем. для базового і проектного варіантів відповідно);

$V_{\text{од.рем.}}$ – витрати коштів на проведення 1 ум.рем., грн.

Для базового і проектного варіантів відповідно за формулою (5.9):

$$V_{\text{рем.б.}} = 10 \cdot 110000 = 1100000 \text{ грн,}$$

$$V_{\text{рем.пр.}} = 20 \cdot 110000 = 2200000 \text{ грн.}$$

Річний прибуток становить:

$$P_{\text{заг}} = V_{\text{рем}} - C_{\text{рем}}. \quad (5.10)$$

Для базового і проектного варіантів відповідно за формулою (5.10):

$$P_{\text{заг.б.}} = 1100000 - 1050835,11 = 49164,89 \text{ грн,}$$

$$P_{\text{заг.пр.}} = 2200000 - 1857748,89 = 342251,11 \text{ грн.}$$

Додатковий прибуток у такому випадку становить:

$$P_{\text{дод}} = P_{\text{заг.пр.}} - P_{\text{заг.б.}} = 342251,11 - 49164,89 = 293086,22 \text{ грн.} \quad (5.11)$$

Розрахуємо рентабельність:

$$P = \frac{P_{\text{заг}}}{C_{\text{пов}}} \cdot 100. \quad (5.12)$$

Для базового і проектного варіантів відповідно за формулою (5.12):

$$P_{б.} = \frac{49164,89}{1050835,11} \cdot 100 = 4,7 \%,$$

$$P_{пр.} = \frac{342251,11}{1857748,89} \cdot 1009 = 18,4 \%.$$

Вкладення коштів окупляться через наступний термін:

$$T_o = \frac{C_{об.пр.}}{П_{дод}} = \frac{240000}{293086,22} = 0,82 \text{ року.} \quad (5.13)$$

Результати техніко-економічної оцінки пропонованих рішень зведено в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічної оцінки пропонованих рішень

| Показники | Варіанти | | Відхилення (±) | |
|--------------------------------------|------------|------------|----------------|--------------|
| | базовий | проектний | Δабс. | Δвідн., % |
| Об'єм капіталовкладень, грн. | 150000 | 240000 | +90000 | 37,5 |
| Річна програма в умовних ремонтах | 10 | 20 | +10 | 50,0 |
| Кількість штатних працівників, чол. | 1 | 2 | +1 | 50,0 |
| Експлуатаційні затрати, грн | | | | |
| - оплата праці | 263520 | 520740 | ++257220 | 49,4 |
| - амортизаційні відрахування | 32895 | 52632 | 19737 | 37,5 |
| - витрати на оплату електроенергії | 279608,40 | 348571,20 | +68962,8 | 19,8 |
| - витрати на ремонт обладнання | 9868,50 | 15789,60 | +5921,1 | 37,5 |
| - витрати на запасні частини | 395280 | 790560 | +395280 | 50,0 |
| - інші витрати | 49058,60 | 86729,64 | +37671,04 | 43,4 |
| Загальні експлуатаційні витрати, грн | 1030230,50 | 1821322,44 | +791091,94 | 43,4 |
| Повна собівартість робіт, грн | 1050835,11 | 1857748,89 | +806913,78 | 43,4 |

| | | | | |
|--|----------|-----------|------------|------|
| Річний прибуток, грн | 49164,89 | 342251,11 | +293086,22 | 85,6 |
| Додатковий прибуток, грн | - | 293086,22 | - | |
| Рентабельність, % | 4,7 | 18,4 | +13,7 | 74,5 |
| Термін окупності інвестиційних затрат, років | - | 0,82 | - | - |

Отже, запропоновані технологічні рішення дозволяють збільшити кількість ремонтів, які проводяться за рік, вдвічі. Величина річного прибутку становить 342251,11 грн, а капіталовкладення окупуються вже за 0,81 року. Ці показники свідчать про високу ефективність запропонованих проектних рішень.

Загальні висновки

Розв'язання ключових завдань було спрямовано на модернізацію ремонтної майстерні товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»», що дозволило отримати основні результати за такими напрямками:

1. Метод організації: поточні ремонтні роботи пропонується проводити за використання індивідуального методу із застосуванням тупикового способу ведення робіт, що підвищує ефективність ремонтного процесу.

2. Трудомісткість робіт: витрати праці на виконання ремонтів, необхідних для підтримання тракторів і агрегатів у справному стані, становить 905 людино-годин.

3. Удосконалення технологічного процесу: сформовано агрегатно-механічне відділення, що дозволило збільшити пропускну спроможність майстерні на 10 додаткових умовних ремонтів.

4. Розподіл трудомісткості та кількість робітників: на основі розрахунків загальної трудомісткості ремонтних робіт та їх розподілу за видами визначено необхідну кількість основних працівників (2 особи) та необхідне основне обладнання, що стало основою для технологічного планування зони реконструкції майстерні.

5. Розрахунок площі ділянки: перевірені розрахунки площі агрегатно-механічної ділянки з урахуванням робочих зон, проходів та розміщення обладнання показали, що мінімальна площа повинна становити 36 м².

6. Розробка конструкції стенда: запропоновано конструкцію стенда, що забезпечує виконання розбирально-складальних, слюсарно-ремонтних та пресових операцій. Це дозволило значно знизити трудомісткість ремонту та поліпшити умови праці слюсарів, що особливо актуально для майстерень з обмеженою виробничою площею та великою різноманітністю видів ремонтних робіт.

7. Перевірені розрахунки стенда: виконані розрахунки підтвердили працездатність розробленої конструкції. Обґрунтовано вибір гідравлічного

циліндра моделі Ц-120 для пресових операцій, а також визначено розміри заготовок для виготовлення змінних знімачів.

8. Економічна ефективність реконструкції: запропоновані заходи з модернізації майстерні забезпечують збільшення річної програми ремонтів на 50 %. Розрахований річний прибуток становить 342251,11 грн, а строк окупності капітальних вкладень дорівнює 0,81 року, що підтверджує доцільність та ефективність реалізованих проектних рішень.

Список використаних джерел

1. Bochtis D., Sørensen C. G., Kateris D. (2019). Choosing a machinery system. In book: *Operations Management in Agriculture*, 117–158. doi: 10.1016/B978-0-12-809786-1.00005-9.
2. Borisova L., Alukhanyan A. (2022). Application of the aggregated approach to the development of the strategy of technical re-equipment of the machine and tractor fleet of an agricultural enterprise. In book: *Networked Control Systems for Connected and Automated Vehicles*, 2, 1853–1862. doi: 10.1007/978-3-031-11051-1_190.
3. Buraev M., Tronts A., Shisteev A., Buraeva G., Anosova A. (2021). Strategy of service and maintainability of machines. In book: *Robotics, Machinery and Engineering Technology for Precision Agriculture, Proceedings of XIV International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2021”*, 21–27. doi: 10.1007/978-981-16-3844-2_3.
4. Cavalcante C., Scarf P., Ribeiro de Melo Y., Rodrigues A. J. S., Alotaibi N. (2024). Planning maintenance when resources are limited: a study of periodic opportunistic replacement. *IMA Journal of Management Mathematics*, 35(4). doi: 10.1093/imaman/dpae015.
5. Chen L., Zhang Z., Li H., Zhang X. (2023). Maintenance skill training gives agricultural socialized service providers more advantages. *Agriculture*, 13(1): 135. doi: 10.3390/agriculture13010135.
6. Efremov A. A., Sotskov Y. N., Belotzkaya Y. S. (2023). Optimization of selection and use of a machine and tractor fleet in agricultural enterprises: a case study. *Algorithms*, 16(7): 311. doi: 10.3390/a16070311.
7. Hu Y., Liu Y., Wang Zh., Wen J. (2020). A two-stage dynamic capacity planning approach for agricultural machinery maintenance service with demand uncertainty. *Biosystems Engineering*, 190(4), 201–217. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2019.12.005.
8. Krasota M., Shepelenko I., Kuleshkov Yu., Osin R., Rudenko T. (2024). State and directions for improving the efficiency of technical service for trucks in the

agro-industrial complex. *Central Ukrainian Scientific Bulletin Technical Sciences*, 2(10(41)), 161–168. doi: 10.32515/2664-262X.2024.10(41).2.161-168.

9. Li A., Wei Yi. (2025). An optimal hybrid inspection and maintenance policy for a multi-component system with a protective component. Conference: 15th Annual International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. doi: 10.46254/AN15.20250526.

10. Ma L., Xin M., Wang Y.-J., Zhang Y. (2022). Dynamic scheduling strategy for shared agricultural machinery for on-demand farming services. *Mathematics*, 10(21): 3933. doi: 10.3390/math10213933.

11. Salawu E.Y., Airewa I., Akerekan O. E., Afolalu S. A., Kayode J. F., Ongbali S., Awoyemi O., Edun B. M. (2023). Condition monitoring of farm machinery, a maintenance strategy for a sustainable livestock production: a review. *E3S Web of Conferences*, 430. doi: 10.1051/e3sconf/202343001227.

12. Shisteev A., Buraeva G., Ilyin P., Kovalivnich V. (2020). Justification of coefficients required for correction of rates of detail needs for machine maintenance and repair. *E3S Web of Conferences*, 210: 08011. doi: 10.1051/e3sconf/202021008011.

13. Starostin I. A., Lavrov A. V., Eshchin A. V., Davydova S. A. (2023). State and development prospects of the agricultural tractor fleet in the context of digital transformation of agriculture. *Tractors and Agricultural Machinery*, 90 (4), 387–394. doi: 10.17816/0321-4443-567790.

14. Subhan A. B., Viana S. H., Hasiun B., Muhsin E., Basri H. (2024). Communication strategy in providing information on technical service for testing motorized vehicles at central ACEH transportation service. *Jurnal Ranah Komunikasi*, 8(1):1. doi: 10.25077/rk.8.1.1-9.2024.

15. Szwarc E., Bocewicz G., Gola A., Wójcik R. (2024). Preventive and proactive planning of PaaS maintenance service teams. *IFAC-PapersOnLine*, 58(19): 778–783. doi: 10.1016/j.ifacol.2024.09.205.

16. Wei Yi., Cheng Ya., Liao H. (2024). Fleet service reliability analysis of self-service systems subject to failure-induced demand switching and a two-dimensional

inspection and maintenance policy. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, PP (99), 1–16. doi: 10.1109/TASE.2024.3516049.

17. Zhang W., Zhao B., Li, G., Zhou L. (2023). Configuration optimization method of agricultural machinery cluster operation maintenance service vehicle. *INMATEH Agricultural Engineering*. doi: 10.35633/inmateh-69-51.

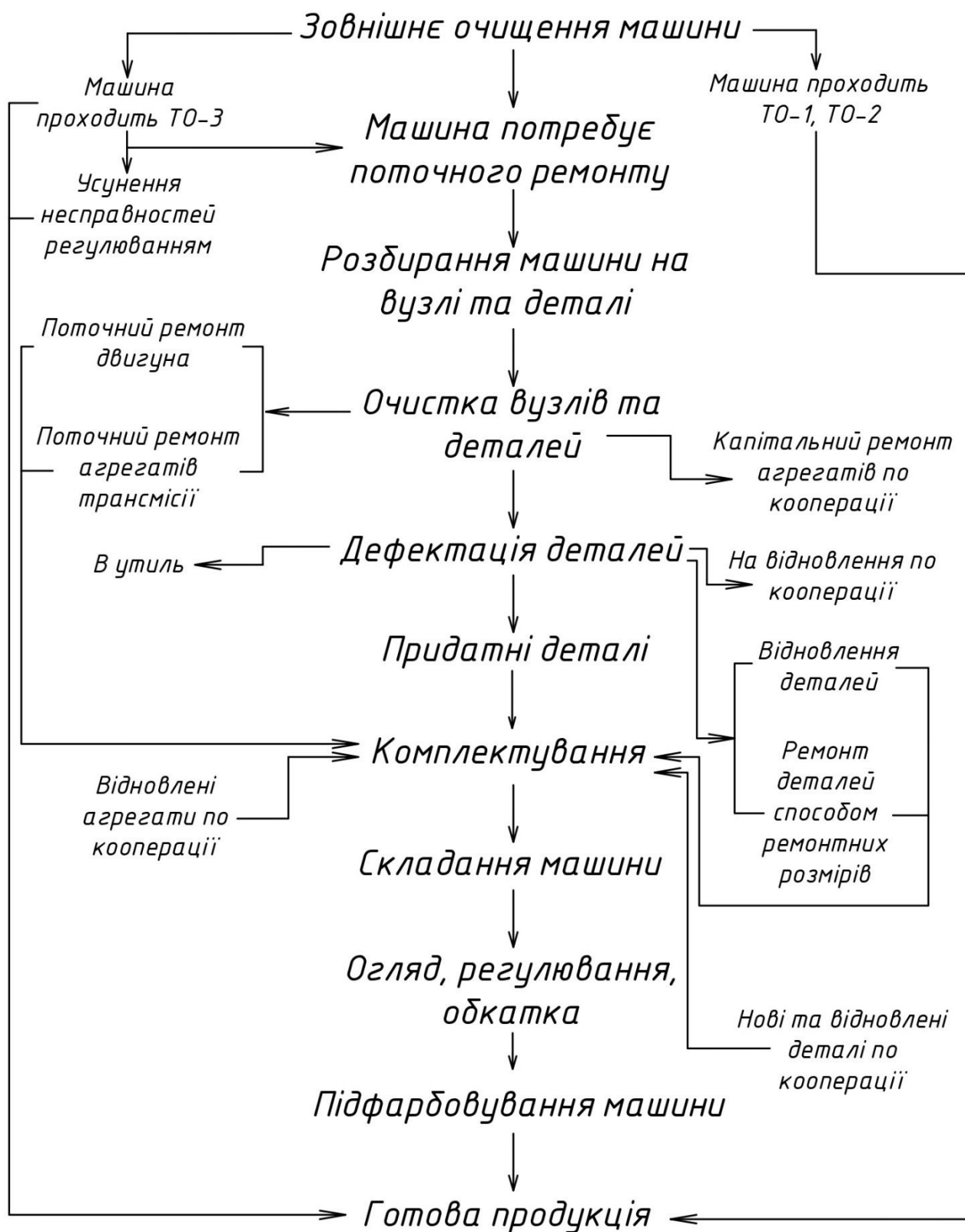
18. Zhang W., Zhao B., Zhou L., Qiu C. (2022). Development of a resource optimization platform for cross-regional operation and maintenance service for combine harvesters. *Applied Sciences*, 12(19): 9873. doi: 10.3390/app12199873.

19. Zhang Y., Wang Y., Bai X., Liu Y. (2024). Designing a robust sustainable service network for agricultural machinery maintenance under demand uncertainty. *International Transactions in Operational Research*. doi: 10.1111/itor.13579.

20. Zhukova T., Panfilova O., Avlasenko I., Avlasenko L. (2020). Peculiarities and development factors of modern agricultural engineering. *E3S Web of Conferences*, 175:05028, doi: 10.1051/e3sconf/202017505028.

ДОДАТКИ

Схема технологічного процесу ремонтно-обслуговуючих робіт



Сумський національний аграрний університет

Кваліфікаційна робота

за бакалаврським рівнем вищої освіти

на тему: «Проектування ремонтно-обслуговуючої майстерні з розробкою стенду для проведення розбирально-складальних робіт»

Виконав: Браташ А. В.

Керівник: Воліна Т. М.

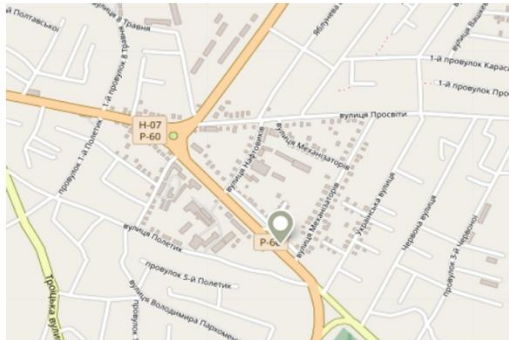
Суми – 2025

Загальна характеристика товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»»

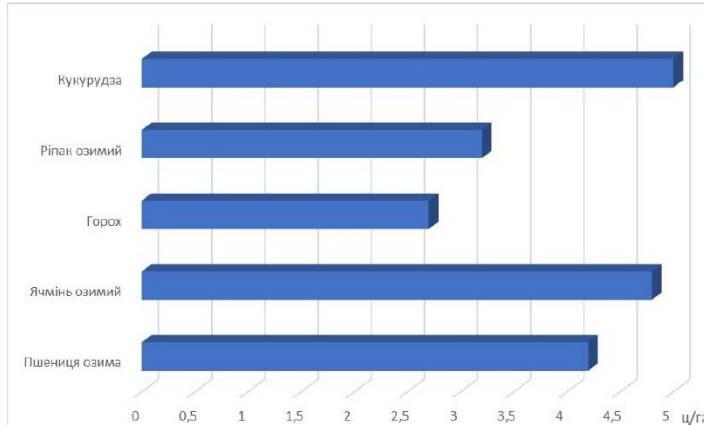
Товариство з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»» розташоване за адресою: 42004, Україна, Сумська область, місто Ромни, вулиця Полтавська, будинок 121, офіс 2. Площа землі фермерського господарства становить 500 га. Основним напрямком діяльності є вирощування зернових культур (крім рису), добових культур і насіння олійних культур.

Основне та допоміжне обладнання майстерні

| Найменування обладнання відповідно до ділянки | Тип, марка | Кіл. |
|--|-----------------------|------|
| Ковальсько-зварювальна ділянка | | |
| 1. Горн ковальський газовий | - | 1 |
| 2. Ванна електрична масляна | Q 200 | 1 |
| 3. Панель для інструментів | Kistenberg | 1 |
| 4. Наковальня | Bass Polska 9293 | 1 |
| 5. Лещата слюсарні поворотні | Toptul DJAC0105 | 1 |
| 6. Обдирно-шліфувальний верстат підвісний настільний | ACETI | 1 |
| 7. Зварювальний напідавтомат | Tesla Weld 302 | 1 |
| 8. Стіл зварювальний | MODUL(C) | 1 |
| 9. Ящик експедиційний | MV-60 | 1 |
| Слюсарно-механічна ділянка | | |
| 10. Верстак слюсарний | 21 1200 Ф | 1 |
| 11. Підставка ремонтна з упорними п'ятами | ROCKFORCE RF-TH56001B | 1 |
| 12. Настільний свердлильний верстат | JET JDP-10L-M | 1 |
| Ділянка з ремонту агрегатів машин | | |
| 13. Верстак слюсарний | 21 1200 Ф | 1 |
| 14. Підставка ремонтна з упорними п'ятами | ROCKFORCE RF-TH56001B | 1 |
| 15. Візок гідравлічний | СВУ JC 20 | 1 |
| Пост технічного обслуговування машин | | |
| 16. Установка для промивки системи мащення двигуна | G121111 GIKRAFT | 1 |
| 17. Верстак слюсарний | 21 1200 Ф | 1 |
| 18. Горловина для затоки масла | Iveco E2 2,8 TD GP | 1 |
| 19. Ванна для зливу відпрацьованого масла | ODBP9500 X3CO | 1 |
| 20. Установка маслороздавальна | SR-305 | 1 |
| 21. Акумуляторний шприц для пластичного змащення | TLGB 20 SKF | 1 |
| 22. Нагнітач портативний | Gros GS (44250) | 1 |
| 23. Компресор двоступінчастий | IMPETUS 22-75 | 1 |
| 24. Кран-балка підвісний електричний | - | 1 |



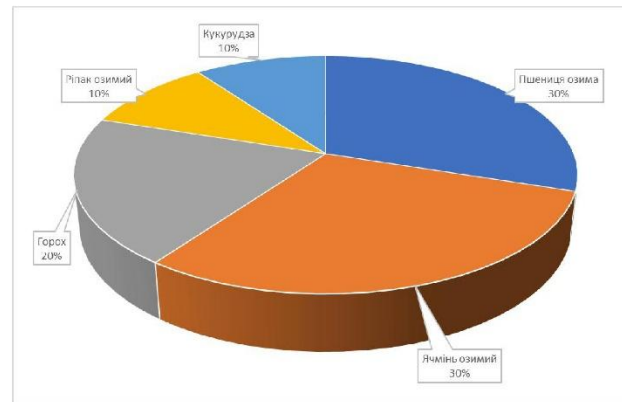
Урожайність основних культур



Показники урожайності основних культур

| Культура | Площа, га | Урожайність, ц/га |
|---------------|-----------|-------------------|
| Пшениця озима | 150 | 4,2 |
| Ячмінь озимий | 150 | 4,8 |
| Горох | 100 | 2,7 |
| Ріпак озимий | 50 | 3,2 |
| Кукурудза | 50 | 5,0 |

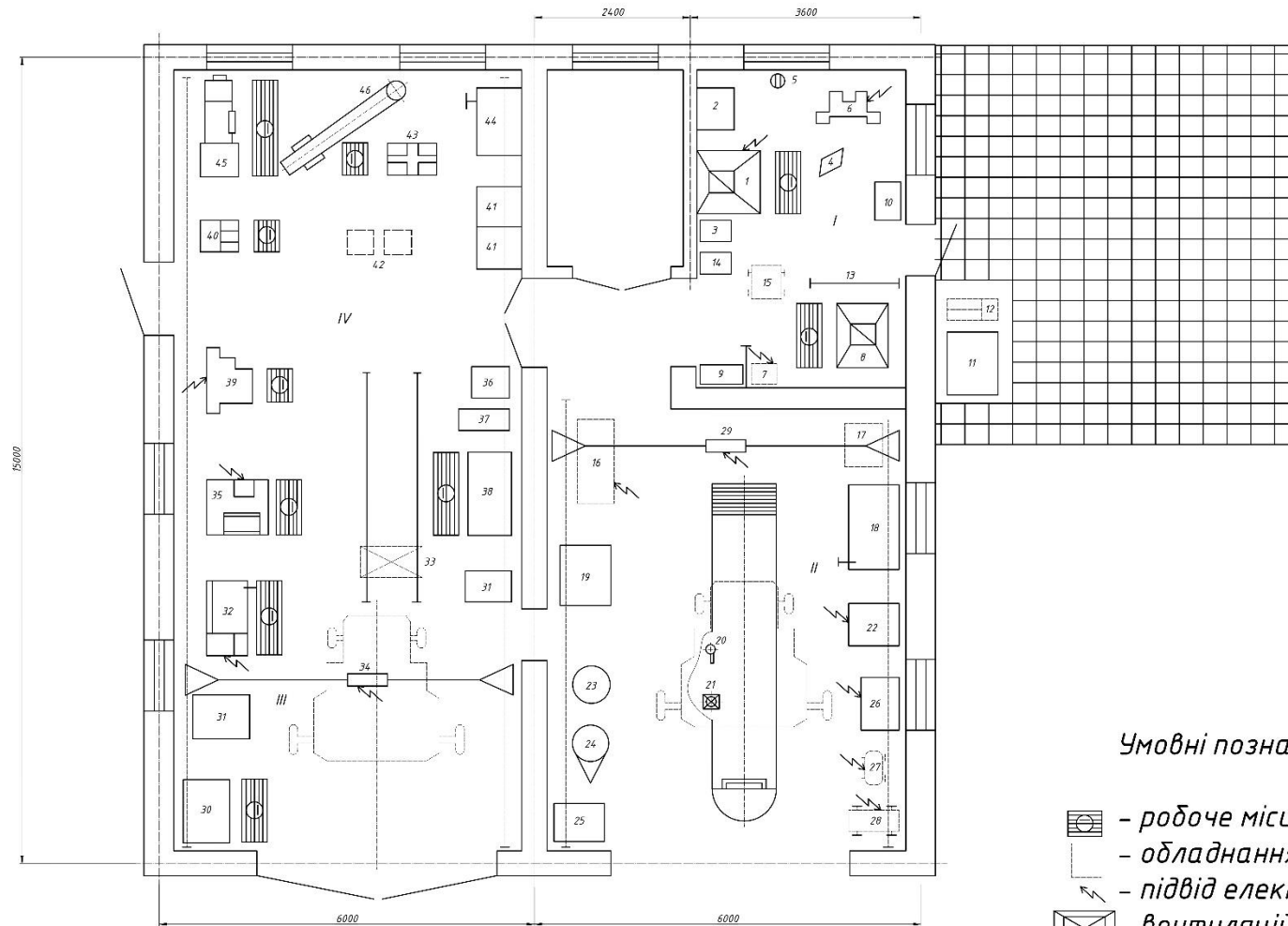
Площа земельних угідь під основні культури



Фінансова звітність

| | 2022 р. | 2023 р. |
|-------------------------------|-------------|-------------|
| Дохід, грн | 119 661 100 | 86 488 500 |
| Чистий прибуток, грн | 8 139 000 | 16 265 200 |
| Активи, грн | 299 269 900 | 263 614 800 |
| Зобов'язання, грн | 144 079 300 | 117 815 600 |
| Кількість співробітників, чол | 68 | 61 |

| КР 06.1037.00.00.00.0000 РР | | | | Характеристика об'єкту проектування | | |
|-----------------------------|--------|---------|-------|-------------------------------------|------|--------|
| Рік | Лист | № зміни | Підп. | Відп. | Лист | Всього |
| Розроб | Будова | Будова | | | | |
| Г. експерт | | | | | | |
| Н. експерт | | | | | | |
| Нач. | | | | | | |

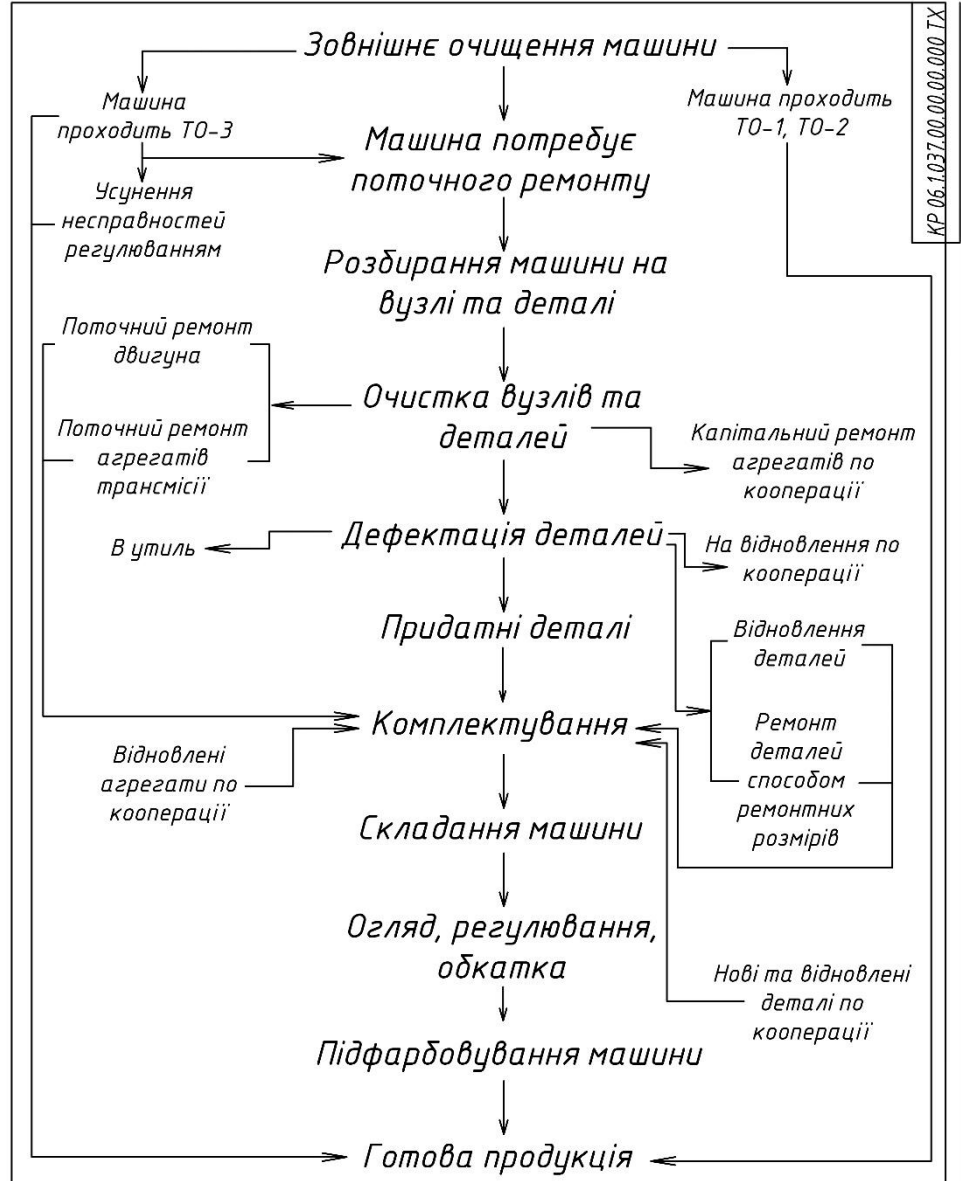


Умовні позначення

- робоче місце;
- обладнання портативне;
- підвід електроенергії;
- вентиляційне обладнання;
- площадка бетонна.

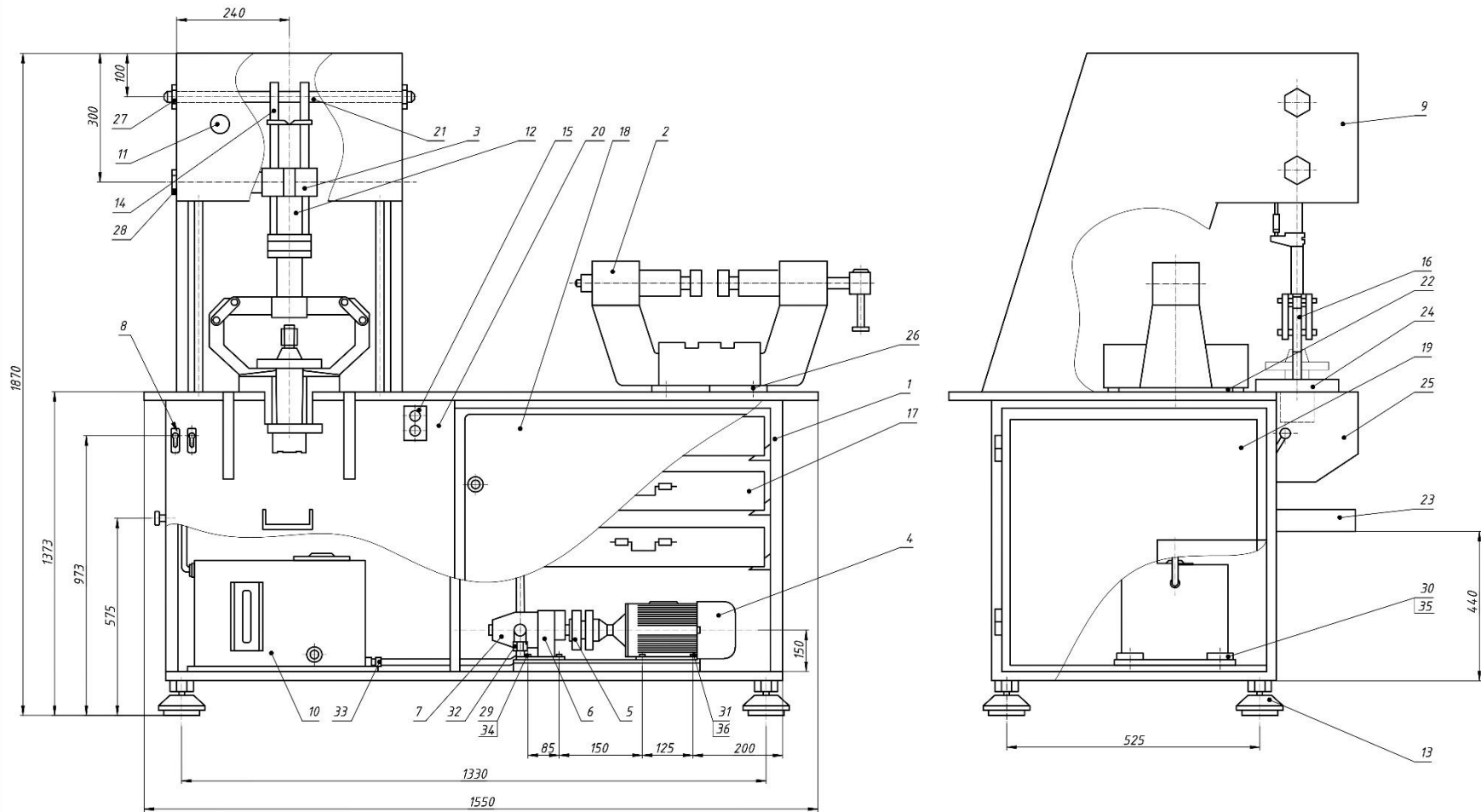
I - ковальсько-зварювальна дільниця;
II - дільниця діагностування і технічного обслуговування;
III - дільниця з усунення несправностей тракторів та ремонту агрегатів сільськогосподарських машин;
IV - агрегатно-механічне відділення.

| | | | | | | | |
|------|--------|---------|--------|-----------------------------------|------|--------|--------|
| | | | | КР 06.1037.00.00.00.00 ТХ | | | |
| | | | | Технологічне планування майстерні | | | |
| Лист | Листів | № Знач. | Листів | Всього | Лист | Всього | Листів |
| 1 | 1 | 000000 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | | | Листа 1 Листів 1 | | | |
| | | | | СНАУ | | | |



КР 06.1.037.00.00.00.000 ТХ

| | | | | | | | | | |
|------|------|-----------|--------|------|---|------|-------|---------|---|
| | | | | | КР 06.1.037.00.00.00.000 ТХ | | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Схема технологічного процесу ремонту машин | Лист | Масса | Масштаб | |
| | | Браташ | | | | | | | |
| | | Валіна | | | | Лист | 1 | Листов | 3 |
| | | Т. контр. | | | | СНАУ | | | |
| | | Н. контр. | Валіна | | | | | | |
| | | Утв. | Шуляк | | | | | | |



Технічні вимоги

1. Раму варити по периметру прилягаючих деталей електродуговою зваркою по ДСТУ 2456-94.
2. НПриєднувальні штуцера повинні бути щільно завернуті, забезпечуючи повну герметичність.
3. Циліндр випробувати при тиску 15 МПа протягом 10 хв, підтікання рідини не допускається..
4. Покриття - емаль ПФ-115 по ґрунтовці ПФ-020.

Технічна характеристика

1. Тип пристрою: стаціонарний.
2. Конструкція: складально-зварювальна.
3. Робочий тиск в гідравлічній системі: 10 МПа.
4. Хід штока гідроциліндра: 200 мм.
5. Габаритні розміри, мм: 1650x1870x830.
6. Маса: 720 кг.

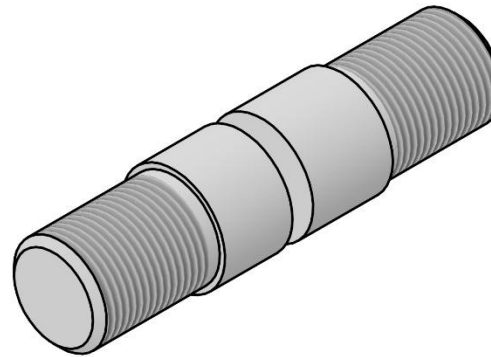
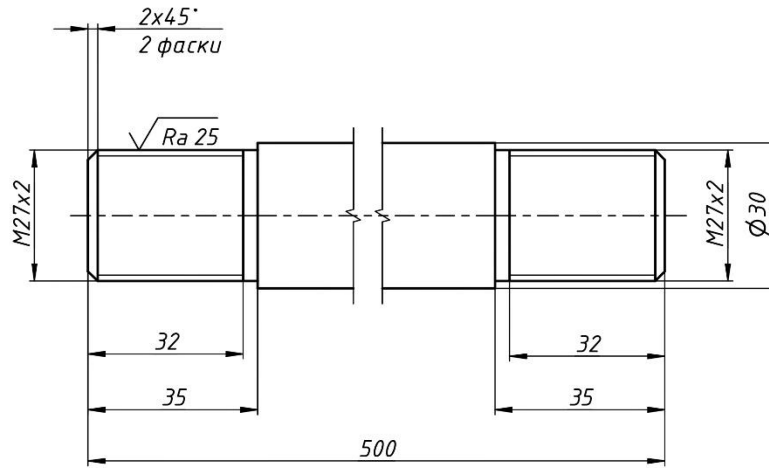
| | | | | | | | |
|-----------|--------|--------|-------|-----------------------------|------|--------|---------|
| | | | | КР 06.1.037.01.00.00.000 ВЗ | | | |
| | | | | Стенд для | | | |
| | | | | розбирально-складальних | | | |
| | | | | робіт | | | |
| Изм. | Лист | № док. | Подп. | Дата | Лист | Масса | Масштаб |
| Разр. | Валіна | Шуляк | | | | | 1:5 |
| Проб. | Валіна | | | | Лист | Листов | 1 |
| Т. контр. | | | | | СНАУ | | |
| Н. контр. | Валіна | | | | | | |
| Утв. | Шуляк | | | | | | |

| Формат | Зона | Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Прим. |
|----------|--------|---------|-----------------------------|------------------------------|---|--------|
| | | | | <u>Документація</u> | | |
| A2 | | | КР 06.1.037.01.00.00.000 ВЗ | Креслення загального вигляду | | |
| | | | | <u>Складальні одиниці</u> | | |
| БК | 1 | | | Рама | 1 | |
| БК | 2 | | | Струбцина | 1 | |
| A3 | 3 | | КР 06.1.037.01.01.00.000 СК | Опора фіксуюча | 1 | |
| БК | 4 | | | Електродвигун | 1 | |
| БК | 5 | | | Муфта | 1 | |
| A3 | 6 | | КР 06.1.037.01.02.00.000 СК | Плита кріплення насосу | 1 | |
| БК | 7 | | | Насос гідравлічний | 1 | |
| БК | 8 | | | Гідророзподільник | 1 | |
| БК | 9 | | | Укосина | 1 | |
| БК | 10 | | | Бак гідравлічний | 1 | |
| БК | 11 | | | Манометр | 1 | |
| БК | 12 | | | Гідроциліндр | 1 | |
| БК | 13 | | | Опора | 4 | |
| БК | 14 | | | Панель кронштейна | 1 | |
| БК | 15 | | | Станція кнопочна | 1 | |
| БК | 16 | | | Знімач | 1 | |
| БК | 17 | | | Ящик | 3 | |
| БК | 18 | | | Двері передні | 1 | |
| БК | 19 | | | Двері бічні | 1 | |
| БК | 20 | | | Панель ліва | 1 | |
| | | | КР 06.1.037.01.00.00.000 | | | |
| Зм. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |
| Розроб. | Браташ | | | | Літера | Лист |
| Перев. | Воліна | | | | | Листів |
| | | | | | Стенд для роздирально-складальних робіт | |
| | | | | | СНАУ | |
| Н.контр. | Воліна | | | | | |
| Затв. | Шуляк | | | | | |

| Формат | Зона | Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Прим. |
|--------|------|---------|--------------------------|---|-------|-------|
| | | | | <u>Деталі</u> | | |
| A4 | 21 | | КР 06.1.037.01.00.00.021 | Вісь | 1 | |
| БК | 22 | | | Плита опорна | 1 | |
| БК | 23 | | | Уловлювач | 1 | |
| БК | 24 | | | Втулка упорна | 1 | |
| БК | 25 | | | Ребро | 1 | |
| | | | | <u>Стандартні вироби</u> | | |
| | | 26 | | Болт М12х40 DIN EN ISO 8765 | 2 | |
| | | 27 | | Гайка М27 DIN EN 14399-4 | 2 | |
| | | 28 | | Гайка М33 DIN EN 14399-4 | 1 | |
| | | 29 | | Гвинт М8х40 DIN 561 | 8 | |
| | | 30 | | Гвинт М12х40 DIN 561 | 4 | |
| | | 31 | | Гвинт М16х40 DIN 561 | 4 | |
| | | 32 | | З'єднання рознімі для рукавів РСА-2Б ДСТУ ISO 6605:2009 | 8 | |
| | | 33 | | Рукав Г-Б-12-16-У ДСТУ 18698-79 | 5 | |
| | | 34 | | Шайба 8 DIN EN ISO 7089 | 8 | |
| | | 35 | | Шайба 12 DIN EN ISO 7089 | 4 | |
| | | 36 | | Шайба 16 DIN EN ISO 7089 | 4 | |
| | | | КР 06.1.037.01.00.00.000 | | | |
| Зм. | Арк. | № докум | Підпис | Дата | | |
| | | | | | Аркуш | |
| | | | | | 2 | |

КР 06.1.037.01.00.00.021

$\sqrt{Ra 6,3}$

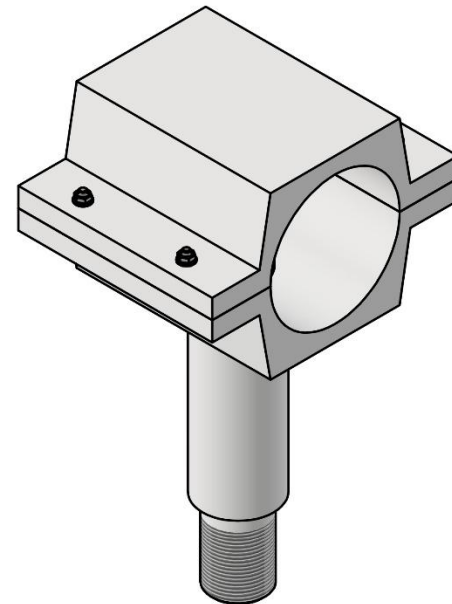
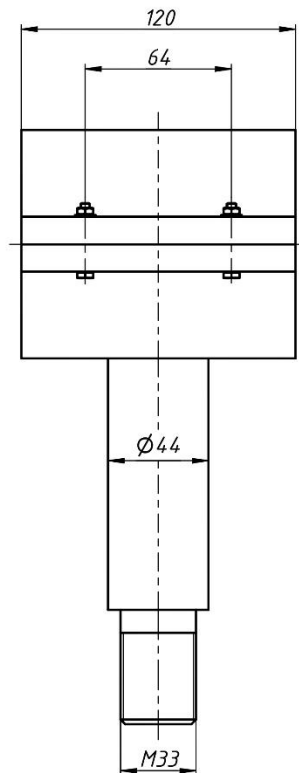
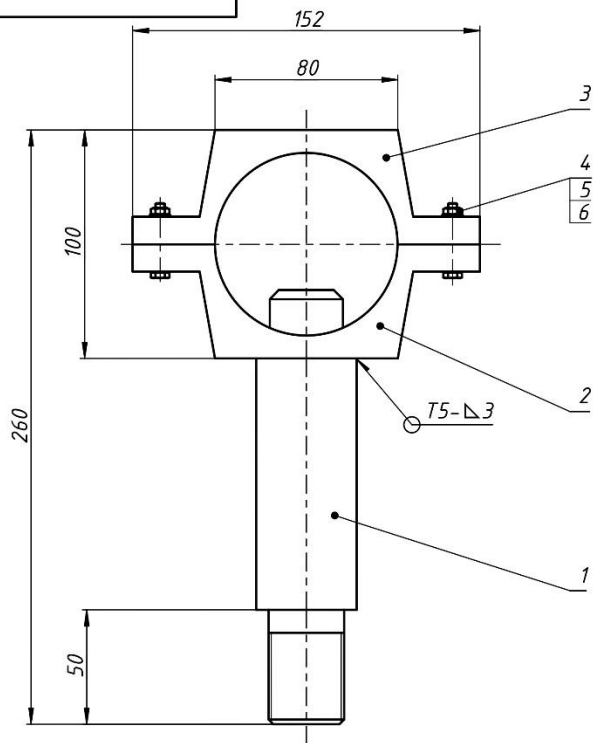


Невказані граничні відхилення розмірів: отворів - H12, валів - h12, решта $\pm IT_{12}^{12}$.

| | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|-------|---------------------------------|-------------|--------|---------|
| | | | | КР 06.1.037.01.00.00.021 | | | |
| | | | | Вісь | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Лит. | Масса | Масштаб |
| | | | | | | 0,3 | 1:1 |
| Разраб. | Браташ | | | 11.01.2025 | | | |
| Пров. | Воліна | | | | | | |
| Т. контр. | | | | | Лист | Листов | 1 |
| Н. контр. | Воліна | | | | СНАУ | | |
| Чтв. | Шуляк | | | | | | |

Круг 30 ДСТУ 2651:2005
Ст 3 ДСТУ 7809:2015

КР 06.1.037.01.01.00.000 СК



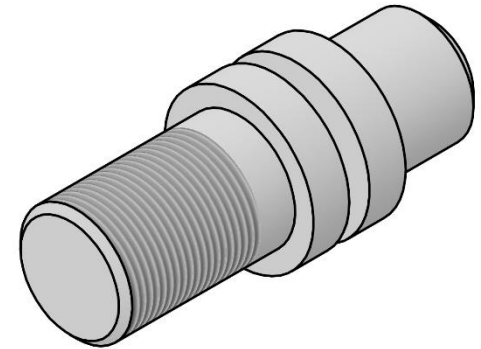
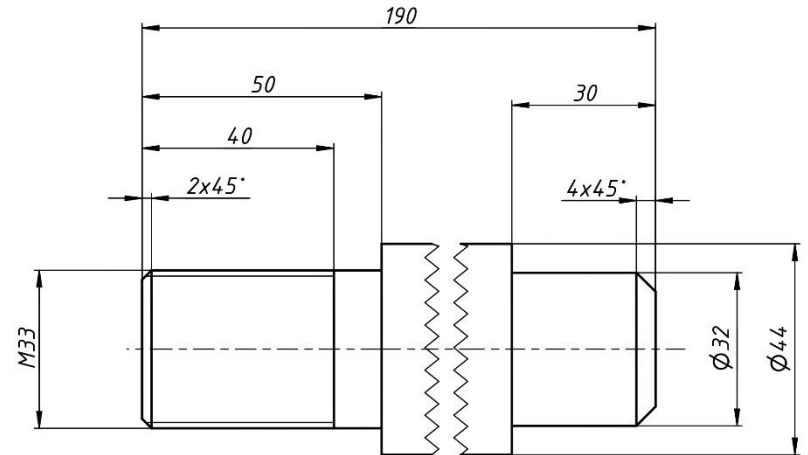
1. Зварні шви по ДСТУ ISO 5817:2016.
2. Зварювання проводити дуговим способом електродами 3-50 по ДСТУ В 9014:2020.
3. Гострі кромки притупити.
4. Різьбові з'єднання обробити мастилом типу Літол.

| | | | | | | | | |
|-----------|--------|----------|-------|------|------------------------------------|------|--------|---------|
| | | | | | КР 06.1.037.01.01.00.000 СК | | | |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Опора фіксуєча | Лит. | Масса | Масштаб |
| Разраб. | Браташ | | | | | | 0,9 | 1:2 |
| Пров. | Воліна | | | | | Лист | Листов | 1 |
| Т. контр. | | | | | | СНАУ | | |
| Н. контр. | Воліна | | | | | | | |
| Утв. | Шуляк | | | | | | | |

| Формат | Зона | Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Прим. |
|----------|--------|---------|---------------------------------|--------------------------|-------------|-------|
| | | | | <u>Документація</u> | | |
| A3 | | | KP 06.1.037.01.01.00.000 СК | Складальне креслення | | |
| | | | | <u>Деталі</u> | | |
| A4 | 1 | | KP 06.1.037.01.01.00.001 | Стійка | 1 | |
| A4 | 2 | | KP 06.1.037.01.01.00.002 | Кришка верхня | 1 | |
| A4 | 3 | | KP 06.1.037.01.01.00.003 | Кришка нижня | 1 | |
| | | | | <u>Стандартні вироби</u> | | |
| | | 4 | | Болт М4х30 ISO 4014 | 4 | |
| | | 5 | | Гайка М4 ISO 4032 | 4 | |
| | | 6 | | Шайба 4 ISO 7089 | 4 | |
| | | | KP 06.1.037.01.01.00.000 | | | |
| Зм. | Арж. | № док-м | Підпис | Дата | | |
| Розроб. | Браташ | | | | Літера | Лист |
| Перев. | Воліна | | | | | 1 |
| Н.контр. | Воліна | | | | СНАУ | |
| Затв. | Шуляк | | | | | |

KP 06.1.037.01.01.00.001

$\sqrt{Ra\ 6,3}$



Невказані граничні відхилення розмірів: отворів - H12, валів - h12, решта $\pm IT_7^{12}$.

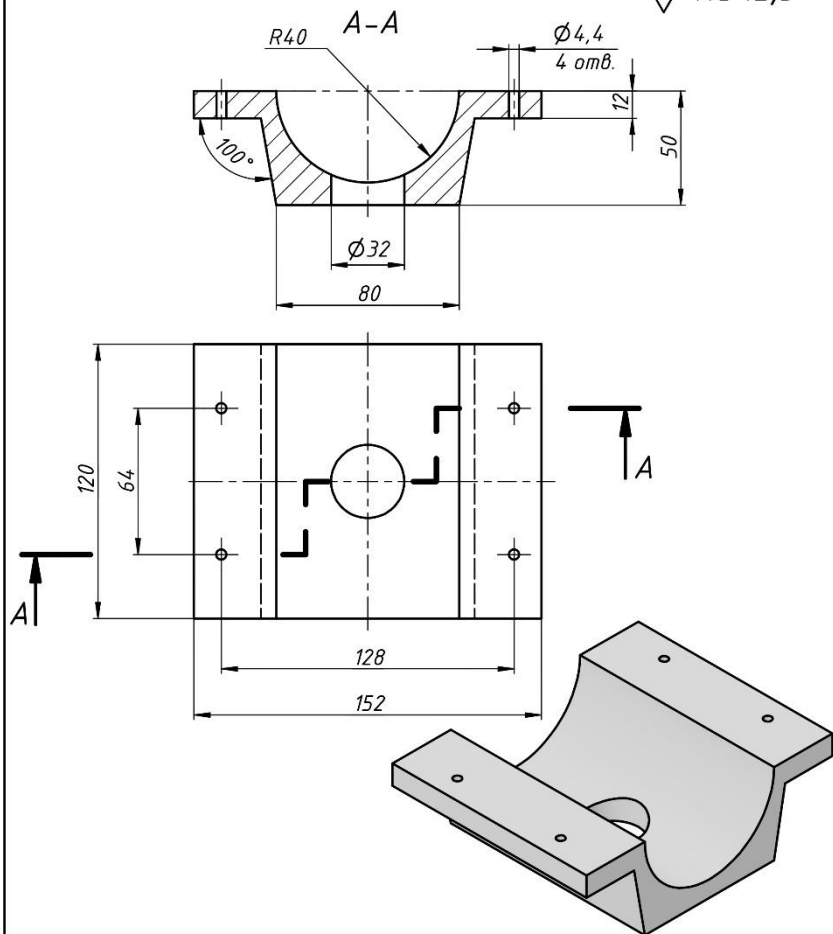
| | | | | | KP 06.1.037.01.01.00.001 | | | |
|-----------|------|----------|-------|------|--|-------------|----------|---------|
| Изм. | Лист | № док-м. | Подп. | Дата | Стійка | Лит. | Масса | Масштаб |
| Разраб. | | Браташ | | | | | 0,2 | 1:1 |
| Пров. | | Воліна | | | | Лист | Листов 1 | |
| Т. контр. | | | | | | | | |
| Н. контр. | | Воліна | | | Круж 45 ДСТУ 2651:2005 СтЗ ДСТУ 7809:2015 | СНАУ | | |
| Утв. | | Шуляк | | | | | | |

Копировав

Формат А4

КР 06.1.037.01.01.00.003

$\sqrt{Ra\ 12,5}$



Невказані граничні відхилення розмірів: отворів - Н12, валів - h12, решта $\pm IT^{12/2}$.

КР 06.1.037.01.01.00.003

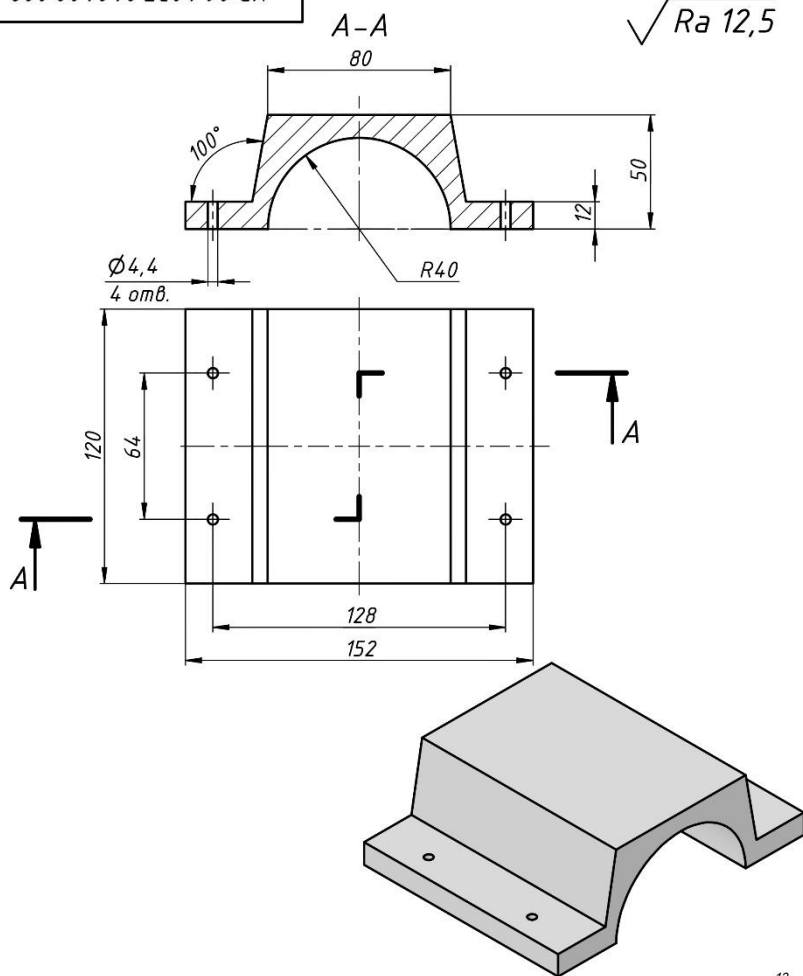
| Изм. | Лист | № докum. | Подп. | Дата | Лит. | Масса | Масштаб |
|-----------|--------|----------|-------|------|---|--------|---------|
| Разраб. | Браташ | | | | | 0,3 | 1:2 |
| Пров. | Воліна | | | | | | |
| Т. контр. | | | | | Лист | Листов | 1 |
| Н. контр. | Воліна | | | | Лист В52 ДСТУ 8540:2015 СтЗпс ДСТУ 2651:2005 | | |
| Утв. | Шуляк | | | | СНАУ | | |

Копіровал

Формат А4

КР 06.1.037.01.01.00.002

$\sqrt{Ra\ 12,5}$



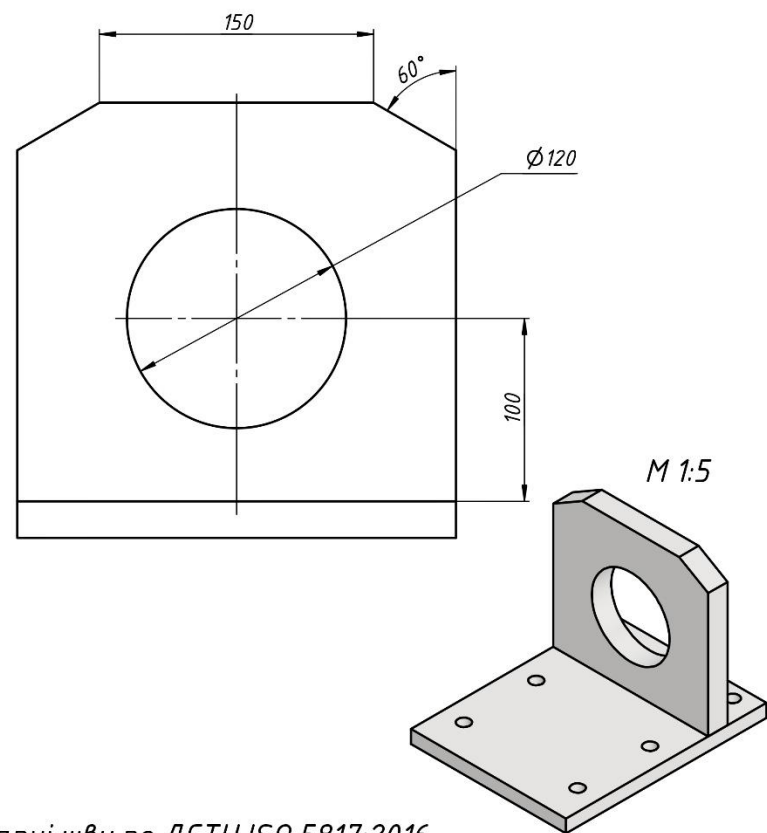
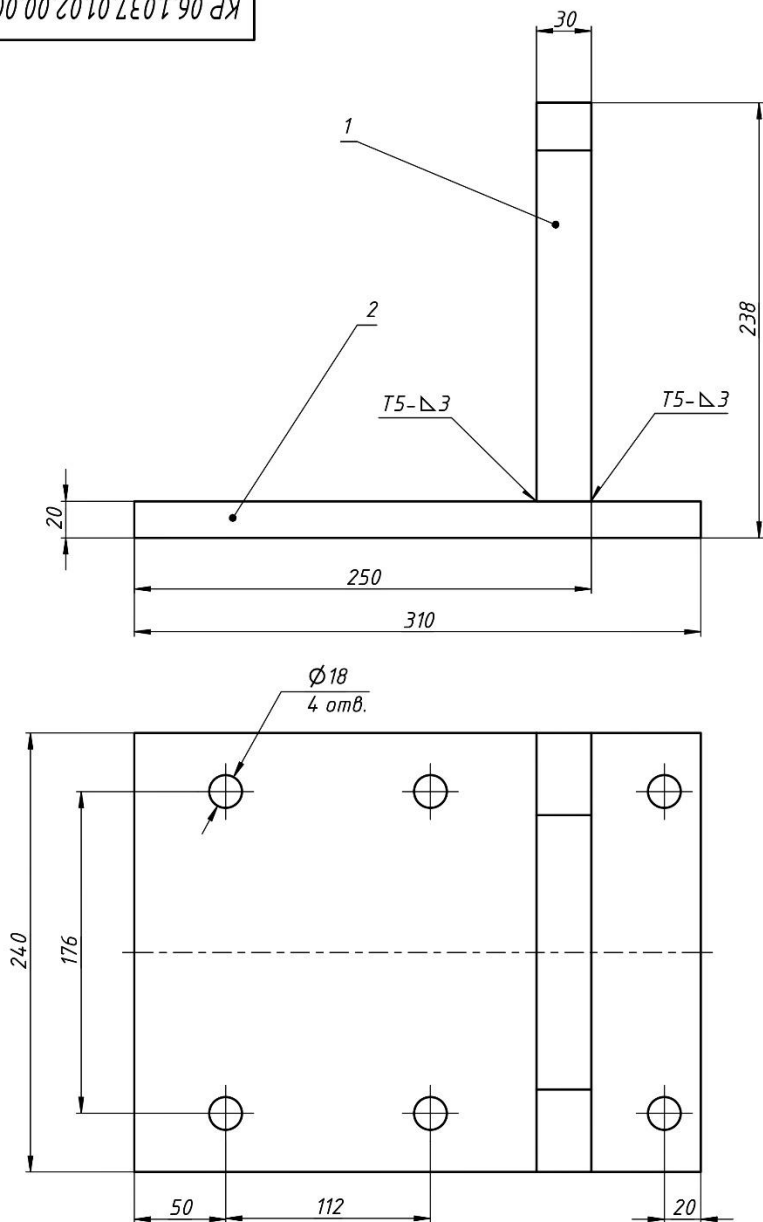
Невказані граничні відхилення розмірів: отворів - Н12, валів - h12, решта $\pm IT^{12/2}$.

КР 06.1.037.01.01.00.002

| Изм. | Лист | № докum. | Подп. | Дата | Лит. | Масса | Масштаб |
|-----------|--------|----------|-------|------|---|--------|---------|
| Разраб. | Браташ | | | | | 0,3 | 1:2 |
| Пров. | Воліна | | | | | | |
| Т. контр. | | | | | Лист | Листов | 1 |
| Н. контр. | Воліна | | | | Лист В52 ДСТУ 8540:2015 СтЗ ДСТУ 7809:2015 | | |
| Утв. | Шуляк | | | | СНАУ | | |

Копіровал

Формат А4



1. Зварні шви по ДСТУ ISO 5817:2016.
2. Зварювання проводити дуговим способом електродами З-50 по ДСТУ В 9014:2020.
3. Гострі кромки притупити.
4. Різьбові з'єднання обробити мастилом типу Літол.

| КР 06.1.037.01.02.00.000 СК | | | | | Лит. | Маса | Масштаб |
|-----------------------------|--------|----------|-------|------|------------------------|--------|---------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Плита кріплення насосу | 2,7 | 1:2,5 |
| Разраб. | Браташ | | | | | | |
| Пров. | Воліна | | | | | | |
| Т. контр. | | | | | | | |
| Н. контр. | Воліна | | | | Лист | Листов | 1 |
| Утв. | Шуляк | | | | СНАУ | | |

Техніко-економічні показники

| Показники | Варіанти | | Відхилення | |
|--|------------|------------|------------|----------|
| | базовий | проектний | абсолютне | відносне |
| Об'єм капіталовкладень, грн. | 150000 | 240000 | +90000 | 37,5 |
| Річна програма в умовних ремонтах | 10 | 20 | +10 | 50,0 |
| Кількість штатних працівників, чол. | 1 | 2 | +1 | 50,0 |
| Експлуатаційні затрати, грн | | | | |
| - оплата праці | 263520 | 520740 | ++257220 | 49,4 |
| - амортизаційні відрахування | 32895 | 52632 | 19737 | 37,5 |
| - витрати на оплату електроенергії | 279608,40 | 348571,20 | +68962,8 | 19,8 |
| - витрати на ремонт обладнання | 9868,50 | 15789,60 | +5921,1 | 37,5 |
| - витрати на запасні частини | 395280 | 790560 | +395280 | 50,0 |
| - інші витрати | 49058,60 | 86729,64 | +37671,04 | 43,4 |
| Загальні експлуатаційні витрати, грн | 1030230,50 | 1821322,44 | +791091,94 | 43,4 |
| Повна собівартість робіт, грн | 1050835,11 | 1857748,89 | +806913,78 | 43,4 |
| Річний прибуток, грн | 49164,89 | 342251,11 | +293086,22 | 85,6 |
| Додатковий прибуток, грн | - | 293086,22 | - | |
| Рентабельність, % | 4,7 | 18,4 | +13,7 | 74,5 |
| Термін окупності інвестиційних затрат, років | - | 0,81 | - | - |

| | | | | | | | |
|--|--|--|--|------------------------------|--|--|--|
| | | | | КР 06.1.037.01.00.00.000 ПЕ | | | |
| | | | | Техніко-економічні показники | | | |
| | | | | Лист | | | |
| | | | | № | | | |
| | | | | Дата | | | |
| | | | | Сторінка | | | |
| | | | | Значення | | | |
| | | | | Відхилення | | | |
| | | | | Відносне | | | |
| | | | | СНАУ | | | |

Загальні висновки

Розв'язання ключових завдань було спрямовано на модернізацію ремонтної майстерні товариства з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Біловоди»», що дозволило отримати основні результати за такими напрямками:

1. Метод організації: поточні ремонтні роботи пропонується проводити за використання індивідуального методу із застосуванням тупикового способу ведення робіт, що підвищує ефективність ремонтного процесу.

2. Трудомісткість робіт: витрати праці на виконання ремонтів, необхідних для підтримання тракторів і агрегатів у справному стані, становить 905 людино-годин.

3. Удосконалення технологічного процесу: сформовано агрегатно-механічне відділення, що дозволило збільшити пропускну спроможність майстерні на 10 додаткових умовних ремонтів.

4. Розподіл трудомісткості та кількість робітників: на основі розрахунків загальної трудомісткості ремонтних робіт та їх розподілу за видами визначено необхідну кількість основних працівників (2 особи) та необхідне основне обладнання, що стало основою для технологічного планування зони реконструкції майстерні.

5. Розрахунок площі дільниці: перевірочні розрахунки площі агрегатно-механічної дільниці з урахуванням робочих зон, проходів та розміщення обладнання показали, що мінімальна площа повинна становити 36 м².

6. Розробка конструкції стенда: запропоновано конструкцію стенда, що забезпечує виконання розбирально-складальних, слюсарно-ремонтних та пресових операцій. Це дозволило значно знизити трудомісткість ремонту та поліпшити умови праці слюсарів, що особливо актуально для майстерень з обмеженою виробничою площею та великою різноманітністю видів ремонтних робіт.

7. Перевірочні розрахунки стенда: виконані розрахунки підтвердили працездатність розробленої конструкції. Обґрунтовано вибір гідравлічного циліндра моделі Ц-120 для пресових операцій, а також визначено розміри заготовок для виготовлення змінних знімачів.

8. Економічна ефективність реконструкції: запропоновані заходи з модернізації майстерні забезпечують збільшення річної програми ремонтів на 50 %. Розрахований річний прибуток становить 342251,11 грн, а строк окупності капітальних вкладень дорівнює 0,81 року, що підтверджує доцільність та ефективність реалізованих проектних рішень.

Дякую за увагу!