

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

П О Я С Н Ю В А Л Ь Н А З А П И С К А

до дипломного проєкту
освітнього ступеня "Бакалавр"

на тему:

**ПРОЕКТ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ДЛЯ УМОВ
СЕЛЯНСЬКОГО ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

Виконав: студент 4го курсу, групи АІ-1-21
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ БАЗАЛУК Володимир Сергійович

Керівник: _____ ТОЛСТЕНКО Олександр Васильович

Рецензент: _____

Дніпро 2025

**ДНШПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ІТС

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Дудін В.Ю.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« » 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Базалуку Володимиру Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Проект ремонтної майстерні для умов селянського фермерського господарства

керівник роботи Толстенко Олександр Васильович, доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«7» травня 2025 року № 964

2. Строк подання студентом роботи 5.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту Статистичні данні про наявні фермерські господарства Апостолівського району. Списочний склад машино-тракторного парку господарств. Наявні технології ремонту та обслуговування техніки. Перелік ремонтно-технологічного обладнання. Стан охорони праці у галузі ремонту сільськогосподарської техніки. Економічні показники базового господарства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Стан питання та можливості розвитку фермерської кооперації. 2. Заходи з проектування ремонтної майстерні та організації технологічного процесу проведення ремонтно-обслуговуючих робіт. 3. Розробка консольно-поворотного крану. 4. Охорона праці. 5. Економічне обґрунтування проєкту. Висновки. Література.

Лист №		Лист 000 000 490 11797						
		№	формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Номер Аркуша	Примітка
Сторінка №		1	A4	46ДП.064000.000.ПЗ	Текстові документи Пояснювальна записка	73		
		2	A1	46ДП.064000.000.Т	Графічні матеріали Тема проекту	1	1	
		3	A1	46ДП.064000.000.ТП	План ремонтної майстерні	1	2	
		4	A1	46ДП.064100.000.ВЗ	Кран консольно – поворотний на колоні	1	3	
		5	A1	46ДП.064102.000.СК	Металоконструкція крана	1	4	
		6	A2	46ДП.064101.000.СК	Опорні вузли	1	5	
		7	A4	46ДП.064101.004	Корпус підшипника	1	5	
		8	A4	46ДП.064101.005	Кришка підшипника	1	5	
		9	A4	46ДП.064101.007	Упорна шайба	1	5	
		10	A4	46ДП.064101.008	Вал	1	5	
		11	A1	46ДП.064000.000.Е	Економічні показники	1	6	
		12	A1	46ДП.064000.000.ЗВ	Загальні висновки	1	7	
Лист №								
		Лист №						

46ДП.064 000. 000 ВП				
Ім'я	Лист	№ докум.	Підп.	Дата
Розроб.		Безалук В.С.		
Пров.		Толстенко О.В.		
Текст.				
Інж.				
Уст.				
Відомість дипломного проекту				
Лист		Листів		1
ДДАЕУ				

РЕФЕРАТ

Базалук, В. (2025). *Проект ремонтної майстерні для умов селянського фермерського господарства: Дипломний проєкт* (Невидан. бакалавр. кваліфікац. робота). ДДАЕУ, Дніпро, Україна. 73 с.

У дипломному проєкті розглянуто актуальне питання підвищення ефективності експлуатації техніки в умовах фермерських господарств шляхом створення ремонтної майстерні. Проаналізовано роль фермерських господарств в аграрному секторі, обґрунтовано доцільність кооперації та організації спільної ремонтної бази. Наведено характеристику Апостолівського району та оцінено стан використання машинно-тракторного парку.

У проєкті розроблено загальний технологічний процес ремонту техніки, виконано розрахунок трудомісткості (14 580,6 люд.-год.), сформовано штат у складі 9 працівників, підібрано обладнання, визначено площу майстерні (216 м²). В окремому розділі виконано технічне проєктування консольно-поворотного крану.

Значну увагу приділено охороні праці: описано систему інструктажів, засоби захисту та розроблено інструкцію з експлуатації крану. Економічна оцінка показала доцільність впровадження проєкту: рівень рентабельності — 27,5%, термін окупності — 4,1 роки. Проєкт спрямований на зниження витрат, підвищення ремонтної автономності та технічної готовності техніки фермерських господарств.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. СТАН ПИТАННЯ ТА МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ФЕРМЕРСЬКОЇ КООПЕРАЦІЇ.....	9
1.1. Значення фермерських господарств та перспективи співпраці через асоціації.....	9
1.1.1. Роль фермерських господарств в аграрному секторі	9
1.1.2. Проблема утримання техніки в фермерських господарствах	10
1.1.3. Асоціації фермерів як шлях до ефективності	10
1.1.4. Спільні ремонтні майстерні – ефективна модель	11
1.1.5. Висновок: перспективи для Апостолівського району.....	11
1.2. Коротка характеристика Апостолівського району	12
1.3. Аналіз ефективності використання машино-тракторного парку	15
1.4. Висновок	18
2. ЗАХОДИ З ПРОЕКТУВАННЯ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРОВЕДЕННЯ РЕМОНТНО- ОБСЛУГОВУЮЧИХ РОБІТ	20
2.1. Загальна характеристика технологічного процесу ремонту машинно- тракторного парку в умовах фермерського господарства.....	20
2.2. Розподіл трудомісткості між виробничими дільницями ремонтної майстерні.....	22
2.3. Визначення чисельного складу працівників та формування штату ремонтної майстерні	23
2.4 Розрахунок обладнання дільниці.....	26
2.5. Розрахунок виробничих і допоміжних площ	29
2.6. Висновки	30

	6
3. РОЗРОБКА КОНСОЛЬНО-ПОВОРОТНОГО КРАНУ	32
3.1. Обґрунтування вибору конструкторської розробки.....	32
3.2. Конструктивні розрахунки консольно-поворотного крану	32
3.2.1. Розрахунок механізму підйому вантажу	32
3.2.2. Розрахунок металоконструкцій	38
3.2.3. Розрахунок механізму пересування	46
3.2.4. Розрахунок фундаментних болтів	56
3.2.5. Розрахунок підшипників опорних вузлів	58
3.3. Технічна характеристика	60
3.4. Висновки	61
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	62
4.1. Загальні відомості з охорони праці у спроектованій майстерні	62
4.2. Вимоги охорони праці при роботі на консольно-поворотному крані з електроталлю	63
4.3. Висновок	66
5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	67
5.1. Розрахунок основних показників	67
5.2. Висновки до розділу 5	69
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	70
ЛІТЕРАТУРА.....	71
ДОДАТКИ.....	74

ВСТУП

У сучасних умовах розвитку аграрного сектору України особливе значення має ефективне функціонування селянських (фермерських) господарств, які виступають важливою складовою національного виробництва сільськогосподарської продукції. Згідно з даними Державної служби статистики України, на початок 2023 року в Україні налічувалося понад 47 тисяч фермерських господарств, які експлуатують значну кількість сільськогосподарської техніки — зокрема, понад 120 тис. тракторів та приблизно 15 тис. зернозбиральних комбайнів [1]. При цьому переважна частина техніки в експлуатації має строк служби понад 10 років, що значно підвищує ризик її поломки і потребу у своєчасному технічному обслуговуванні та ремонті.

Особливу увагу в цих умовах необхідно приділяти питанням підтримання техніки в працездатному стані без тривалих простоїв. Через обмежений доступ багатьох господарств до спеціалізованих сервісних центрів та нерідко значну віддаленість таких об'єктів, виникає об'єктивна потреба у створенні локальних ремонтних майстерень безпосередньо в межах фермерських підприємств. Такі майстерні дозволяють забезпечити своєчасне технічне обслуговування, діагностику несправностей та оперативне усунення дефектів, які не потребують складного технологічного устаткування або спеціалізованих умов.

Важливо зазначити, що, за оцінками фахівців Національного наукового центру "Інститут механізації і електрифікації сільського господарства", близько 60 % несправностей, які виникають у процесі експлуатації машин у фермерських господарствах, можуть бути усунуті безпосередньо на місці — за наявності базового інструменту, стандартного набору обладнання та кваліфікованого персоналу [2]. Це дозволяє не лише знизити витрати на ремонт, але й уникнути додаткових логістичних витрат, пов'язаних з транспортуванням техніки до стаціонарних ремонтних баз.

Крім того, формування власної ремонтної інфраструктури сприяє підвищенню рівня організації виробництва у фермерських господарствах,

оптимізації використання матеріально-технічних ресурсів і запобіганню втратам від вимушених простоїв у період проведення польових робіт. Таким чином, проектування ремонтної майстерні в умовах фермерського господарства є не лише технічно доцільним, але й економічно обґрунтованим рішенням. Воно забезпечує підвищення рівня автономності господарства, зниження собівартості технічного сервісу та підвищення ефективності використання машинно-тракторного парку [3].

Таким чином, створення умов для проведення нескладних ремонтів і технічного обслуговування в межах фермерських господарств сприяє підвищенню роботоздатності техніки, продовженню строку її служби та стабільному функціонуванню аграрного виробництва.

1. СТАН ПИТАННЯ ТА МОЖЛИВОСТІ РОЗВИТКУ ФЕРМЕРСЬКОЇ КООПЕРАЦІЇ

1.1. Значення фермерських господарств та перспективи співпраці через асоціації

Фермерські господарства відіграють ключову роль у забезпеченні продовольчої безпеки України, особливо в таких аграрних регіонах, як Дніпропетровська область. Вони виробляють значну частину сільськогосподарської продукції, забезпечуючи робочі місця в селах та сприяючи розвитку місцевої економіки. Однак ведення фермерського господарства пов'язане з серйозними витратами, особливо на техніку та її обслуговування. Тому створення асоціацій, спільних ремонтних майстерень та інших форм кооперації стає перспективним напрямком для підвищення ефективності малих та середніх аграрних підприємств.

1.1.1. Роль фермерських господарств в аграрному секторі

Фермерські господарства в Україні – це переважно сімейні або невеликі комерційні підприємства, які спеціалізуються на вирощуванні зернових, олійних культур, овочів, фруктів або тваринництві. Їхня значущість полягає в наступному:

- Забезпечення продовольчої безпеки: Фермери постачають на ринок якісну продукцію, зменшуючи залежність від імпорту.
- Підтримка сільських територій: Вони створюють робочі місця, сприяють розвитку інфраструктури.
- Гнучкість та інновації: На відміну від великих агрохолдингів, фермери швидше адаптуються до змін, впроваджують екологічні методи господарювання.

Проте основним обмеженням для їх розвитку є висока вартість техніки та її експлуатації.

1.1.2. Проблема утримання техніки в фермерських господарствах

Сучасне сільське господарство вимагає використання спеціалізованої техніки: тракторів, комбайнів, сівалок, обприскувачів тощо. Однак для малих господарств її придбання та обслуговування – це серйозний фінансовий тягар:

- Висока вартість нової техніки – навіть один комбайн або трактор може коштувати сотні тисяч доларів.

- Витрати на ремонт і запчастини – зношування техніки призводить до постійних витрат.

- Сезонність використання – деякі машини використовуються лише кілька тижнів на рік, що робить їхнє утримання нерентабельним.

- Нестача кваліфікованих механіків – у сільській місцевості важко знайти фахівців для ремонту.

Через це багато фермерів змушені:

- купувати б/в техніку, яка часто виходить з ладу;
- відмовлятися від деяких видів робіт, знижуючи продуктивність;
- брати кредити, що збільшує фінансове навантаження.

1.1.3. Асоціації фермерів як шлях до ефективності

Одним із найперспективніших рішень для малих та середніх господарств є створення асоціацій або кооперативів. Такі об'єднання дозволяють:

Скоротити витрати на техніку – спільне придбання та використання машин.

Організувати спільні ремонтні майстерні – дешевше утримувати один сервісний центр на кілька господарств.

Об'єднати фінансові ресурси для отримання державних субсидій або кредитів.

Обмінюватися досвідом та впроваджувати сучасні технології.

Приклад успішної кооперації:

У деяких областях України (Харківська, Вінницька, Львівська) вже діють фермерські асоціації, які:

- орендують техніку на спільних умовах;
- створили спільні майстерні з ремонту;
- закупляють пальне та запчастини оптом, економлячи кошти.

1.1.4. Спільні ремонтні майстерні – ефективна модель

Один із найкращих варіантів співпраці – це організація спільної ремонтної бази. Її переваги:

Економія на обслуговуванні – замість того, щоб кожен фермер утримував свого механіка, можна об'єднатися та наймати кваліфікованих спеціалістів.

Оптові закупівлі запчастин – дешевше купувати деталі для кількох господарств.

Можливість навчання – організація тренінгів з ремонту та обслуговування техніки.

Швидкий ремонт у пікові сезони – коли всі господарства потребують техніки одночасно (наприклад, під час жнив).

Як це можна реалізувати?

1. Об'єднати кілька фермерських господарств (5-10 одиниць).
2. Знайти приміщення (можна адаптувати стару майстерню або збудувати нову).
3. Залучити механіків (на постійній основі або за договорами).
4. Скласти графік використання техніки та ремонтних послуг.
5. Отримати державну підтримку (наприклад, через програми Мінагрополітики).

1.1.5. Висновок: перспективи для Апостолівського району

Апостолівський район (нині частина Криворізького) має потужний аграрний потенціал, і фермерські господарства тут можуть стати ще ефективнішими завдяки кооперації. Створення асоціацій та спільних ремонтних майстерень – це:

Шлях до зниження витрат на техніку.

Можливість підвищити продуктивність.

Сприяння розвитку сільських громад.

Для реалізації таких ініціатив важливо:

- активізувати діалог між фермерами;
- залучити місцеву владу та державні програми підтримки;
- вивчити досвід інших регіонів.

Таким чином, об'єднання ресурсів – це не просто вигідний бізнес-підхід, а й стратегія для стабільного розвитку аграрного сектору України.

1.2. Коротка характеристика Апостолівського району

Апостолівський район рис. 1.1 є одним із промислово-аграрних регіонів області, що характеризується значним природно-ресурсним потенціалом, вигідним географічним розташуванням, розвиненою інфраструктурою сільськогосподарського виробництва, а також високим рівнем розвитку транспортної системи та засобів зв'язку.



Рисунок 1.1 – Апостолівський район (сьогодні частина Криворізького)

Район знаходиться в південній частині області. Його північні межі прилягають до Криворізького та Софіївського районів, східні — до Нікопольського району, південні — до Високопільського і Нововоронцовського

районів Херсонської області, а західні — до Широківського району. Територія району охоплює приблизно 1,4 тисячі квадратних кілометрів, із яких 104,7 тисячі гектарів займають землі сільськогосподарського призначення..

Рельєф території в основному рівнинний, що сприяє розвитку механізованого землеробства. Водні ресурси району представлені Каховським водосховищем, а також каналом Дніпро – Кривий Ріг, збудованим у 1960-х роках для забезпечення водопостачання промислових підприємств та сільського господарства. Значну туристичну привабливість має водоспад поблизу Токівського гранітного кар'єру, який є природною пам'яткою регіону.

До гідрографічної системи району входять шість річок загальною протяжністю 117,6 км, серед яких найбільш відомі — Кам'янка та Базавлук. Крім того, на території району розташовано 154 ставки, площа водної поверхні яких становить 1075,1 гектара, а також чотири водосховища із загальною площею 1828,5 гектара.

Район має багаті поклади корисних копалин. Серед них: марганцева руда, боксити, глини, буре вугілля, кварц, червоний граніт і вапняк. На даний час здійснюється видобуток переважно граніту та вапняку.

Загальна площа земельного фонду Апостолівського району становить 138 142 га, з яких 104 744 га (близько 76%) використовується для ведення сільськогосподарської діяльності. При цьому найбільшу частку серед сільськогосподарських угідь займає рілля — 92 843 га, що становить 89% від загальної площі угідь, задіяних у сільгоспвиробництві.

Агропромисловий сектор району представлений 250 суб'єктами господарювання, серед яких переважну частину становлять фермерські господарства — 212 одиниць. Також у районі функціонують 18 господарських товариств, 10 приватних підприємств, 2 державні підприємства, 7 сільськогосподарських кооперативів і 1 суб'єкт іншої організаційно-правової форми.

Основні напрями спеціалізації сільського господарства в регіоні включають вирощування зернових, технічних і овочевих культур, а також

виробництво продукції тваринництва, зокрема м'яса та продукції птахівництва. Завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам у районі культивуються майже всі основні види сільськогосподарських культур, що забезпечує високий рівень аграрної диверсифікації та продовольчої безпеки на регіональному рівні.

Навколо Апостолово є багато фермерських господарств які в основному займаються рослинництвом є такі що вирощують худобу. Середня кількість машинного парку у них складає 10 одиниць техніки це трактори, комбайни, автомобілі та інша сільгосптехніка. Її ремонт виконується без усіляких умов і тому якість дуже низька. Також інший шлях ремонтів це віддача техніки підприємствам які спеціалізуються на ремонті та обслуговування але це дуже дороге задоволення, тому питання ремонту техніки фермерських господарств стоїть дуже гостро.

Так за нашими дослідженнями у м. Апостолово є підприємство СП Лідер Агро яке утворилося у 2020 році на базі збанкрутілого фермерського господарства. Керівник Дудник Роман Миколайович. Саме це підприємство може стати базою для створення майстерні яка буде ремонтувати власну техніку та надавати послуги з ремонту с.г. техніки навколишнім фермерським господарствам.

Так навколо господарства зосереджено більше десяти фермерських господарств які потенційно можуть також стати клієнтами. Це такі господарства як:

- Фермерське господарство "Колібри", керівник: Жосан Дмитро Петрович;
- СФГ "Здор" керівник: Здор Валентин Михайлович
- СФГ "Агроком"
- СФГ "Верба" керівник: Задорожня Наталія Іванівна,
- СФГ "Липка" Липка Ніна Іванівна
- та інші.

1.3. Аналіз ефективності використання машино-тракторного парку

На поточний момент господарство забезпечене необхідною кількістю технічних засобів, включаючи як потужні гусеничні, так і колісні трактори. Вся інфраструктура господарства повністю електрифікована, що створює сприятливі умови для організації виробничих процесів.

Оцінка рівня завантаження комбайнового парку свідчить про недостатню інтенсивність їх експлуатації, особливо це стосується кукурудзозбиральних та силосозбиральних машин. Причинами цього є часті відмови техніки, що зумовлені несвоєчасним проведенням регламентних робіт з технічного обслуговування, а також неякісним виконанням ремонтних операцій.

Додатковим фактором, що ускладнює ефективне функціонування технічного парку, є відсутність в наявній ремонтній майстерні окремих спеціалізованих технологічних дільниць, необхідного ремонтного та діагностичного обладнання, а також недотримання чітких графіків виконання технічного обслуговування та поточних ремонтів.

Інформацію щодо кількісного складу тракторів, автомобілів, комбайнів та сільськогосподарських машин, що перебувають у господарстві, наведено відповідно в таблицях 1.1, 1.2, 1.3 та 1.4.

Таблиця 1.1 – Кількість тракторів, що перебувають у господарстві

Назва машин	Марка	Кількість
Трактори	CLAAS FXION 850	2
	ХТЗ-17021 Deuts	2
	МТЗ 82,1 „Беларусь”	5
	Т-150К	2
	МТЗ-80	1
	ЮМЗ	4
	ЕО-2621	3
	Т-25	5

Таблиця 1.2-Кількість автомобілів

Назва машин	Марка	Кількість
Автомобілі	Газ-52	1
	ГАЗ-САЗ-3307А	2
	ГАЗ- САЗ -3308	1
	ЗИЛ-130	2
	ЗИЛ-ММЗ	2
	КамАЗ-45143	2
	ГАЗель-33021	1
	ВАЗ-21099і	2

Для виконання сільськогосподарських робіт в господарстві є необхідна кількість сільськогосподарських машин.

Таблиця 1.3 - Наявність самохідних комбайнів

Назва	Марка	Кількість
Зернозбиральні	CLAAS LEXION-580	1
	CLAAS MEGA-350	2
Силосозбиральні	CLAAS JAGUAR-950	1
Кукурудзозбиральні	КСКУ-6	2
Гичкозбиральні машини	БМ-6А	2

Таблиця 1.4 - Наявність сільськогосподарських машин

Назва машини	Марка	Кількість
1	2	3
Оприскувачі	ADVANCE JCTO 3000-18 VORTEX	1

	ОП-1600	3
Плуги	UNIA-6-45	1
	ПЛН-6-35	1
	ПНВ-3-35	3
	ППЛ-5-25	2
Копицескладач	СКУ-0.5	2
Прес-підбирач	ППВ-1.6	2
Жатки	ЖВН-2	5
	ЖРС-4.9А	2
Культиватори	КПС-4М	5
	КРН-5,6	1
	УМСК-5,4	1
Борони	БЗСС-1,0	50
	БДСТ-2.5	2
	ЗБНТУ-1,0	20
	БДТ-7,0	1
	БДТ-10	1
Сівалки	AMAZONE D9-40 Super	2
	СЗ-5,4А”Зоря”	3
	СЗ-3.6Т	3
	ССТ-12А	1
	Multicorn	1
Косарки	CLAAS DISCO 3050 С	1
	КС-2,6	3
	КПІ-2	2
	Рось -2	1

Граблі тракторні	CLAAS LINER 470 T	1
Котки	КПП-6	1
	ЗККШ-6	15
	ЗКВГ-1,4	10
Розкидачі мінеральних добрив	AMAZONE ZA-M PRIEMIS 1200	2
Комбіновані агрегати	LEMKEN SYSTEM KOMPACNR K 600A	1
	АГ-6	1
Зчіпки	СГ-21М	1
	С-18У	1
Причепи	2ПТС-4-887А	5
Прес-підбирачі	CLAAS QUADRANT 1150 ROTO CUT	1
Навантажувачі	CLAAS SCORPION 7045 Vfripover	1
Зерноочисні машини	ОВП-20	3
	ОСМ-34	2
Зернонавантажувачі	ЗСП-60	2

1.4. Висновок

Проведений аналіз наявного машино-тракторного парку та умов його експлуатації в господарстві СП "Лідер Агро" свідчить про достатній рівень технічного забезпечення, наявність кваліфікованого персоналу та відповідної інфраструктури для організації ремонтної діяльності. Попри наявність сучасної техніки, її ефективне використання стримується через відсутність повноцінної

ремонтної бази, технологічно обладнаних ділень, чітких графіків технічного обслуговування та належної якості виконання ремонтних робіт.

Враховуючи географічне розташування господарства та наявність транспортної доступності, СП "Лідер Агро" має усі передумови для того, щоб стати базовою структурою для створення сільськогосподарського ремонтного кооперативу. Організація на його базі повнофункціональної ремонтної майстерні дозволить не лише покращити технічне обслуговування власної техніки, а й надавати ремонтно-сервісні послуги сусіднім фермерським господарствам. Такий підхід сприятиме раціональному використанню ресурсів, зниженню витрат на обслуговування машинно-тракторного парку та підвищенню ефективності аграрного виробництва у регіоні.

2. ЗАХОДИ З ПРОЕКТУВАННЯ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ТА ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПРОВЕДЕННЯ РЕМОНТНО-ОБСЛУГОВУЮЧИХ РОБІТ

2.1. Загальна характеристика технологічного процесу ремонту машинно-тракторного парку в умовах фермерського господарства

Технологічна послідовність ремонту машинно-тракторного парку у СП Лідер Агро формується відповідно до запланованого обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт, що передбачено для виконання на території господарства.

Початковий етап передбачає доставку техніки до ремонтної зони, її зовнішнє очищення на спеціально відведеному посту, віддаленому від основної майстерні, а також транспортування до ділянки розбирання. До підготовчих операцій також належить злив паливо-мастильних матеріалів і первинна діагностика для встановлення характеру несправностей [7, 8].

Після очищення трактор або інша машина надходить у відповідний ремонтний підрозділ. При проведенні технічних обслуговувань №2 або №3 техніка прямує на ділянку діагностики та технічного обслуговування. Тут розміщена оглядова яма, обладнана ємностями для зливу відпрацьованих рідин, а також наявні засоби діагностики, які дають змогу визначити технічний стан вузлів і агрегатів, зокрема залишковий ресурс їхнього використання.

У разі виявлення несправностей, що потребують втручання, об'єкт ремонту переміщується на ремонтно-монтажну ділянку, де проводиться його розбирання з використанням вантажопідйомного обладнання. Техніку послідовно демонтують на окремі агрегати та вузли, які розміщують на спеціалізованих стендах і підставках. Під час розбирання суворо дотримуються вимог до збереження базових і придатних деталей, не допускається порушення співвідносінь та балансування елементів.

Після демонтажу агрегати проходять повторне очищення в пересувних мийних установках. На ділянці розбирання і складання здійснюється

дефектація деталей з подальшим їх розподілом на придатні, ті, що потребують ремонту, та непридатні. Придатні комплектуючі або залишаються на місці, або повертаються на машину, решта направляється на відповідні обробні ділянки: механічну, зварювальну, термічну тощо.

Проектом передбачено наявність ковальсько-зварювальної та слюсарно-механічної ділянок для виконання необхідних ремонтних операцій. Паралельно на машині можуть здійснюватися роботи з відновлення рам, кузовів, мостів з використанням пересувних зварювальних установок або проводиться заміна вузлів у випадку неможливості їх відновлення. Застосування агрегатного методу ремонту забезпечує можливість виконання як поточних, так і капітальних ремонтів.

Після завершення ремонтно-відновлювальних заходів відремонтовані вузли транспортуються назад на ремонтно-монтажну ділянку, де здійснюється остаточна комплектація машини. Деталі, що були забраковані, замінюються новими або відновленими через кооперацію зі спеціалізованими підприємствами. При необхідності для окремих деталей може бути розроблена індивідуальна технологія відновлення.

Перед початком складання технік зобов'язаний ознайомитися з технологічними картами складання, перевірити оснащення робочого місця та дотримуватися нормативів щодо регулювання і складання. До машини допускаються лише ті вузли, що пройшли перевірку на функціональність.

Змонтовану техніку заправляють паливом, мастилами, охолоджувальною рідиною і проводять обкатку на холостому ході. Якщо агрегат відповідає технічним вимогам, він вважається придатним до експлуатації.

У структурі майстерні проектом передбачається створення наступних виробничих ділянок:

- діагностично-обслуговуючої;
- ремонтно-монтажної;
- слюсарно-механічної;
- ковальсько-зварювальної.

2.2. Розподіл трудомісткості між виробничими дільницями ремонтної майстерні

На основі проведених інженерно-технологічних розрахунків обсягів ремонтно-обслуговуючих операцій, необхідних для забезпечення стабільної експлуатації машинно-тракторного парку господарства, було визначено загальну трудомісткість робіт, які мають виконуватись у межах ремонтної майстерні.

Встановлено, що сумарна трудомісткість технічного обслуговування та ремонту становить 14580,6 людино-годин. Для раціональної організації виробничого процесу та ефективного використання наявних ресурсів трудомісткість розподіляється між основними функціональними дільницями майстерні, а саме:

- дільниця діагностування та технічного обслуговування;
- ремонтно-монтажна дільниця;
- слюсарно-механічна дільниця;
- ковальсько-зварювальна дільниця.

Розподіл виконано з урахуванням типових нормативів витрат праці на кожен вид ремонтних робіт. Для наочності структуру розподілу трудомісткості між дільницями представлено у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Розподіл трудомісткості ремонтно-обслуговуючих робіт між дільницями ремонтної майстерні господарства

Дільниця ремонтної майстерні	Частка від загальної трудомісткості, %	Трудомісткість, люд.-год.
Діагностування та технічне обслуговування	20 %	2 916,1
Ремонтно-монтажна дільниця	35 %	5 103,2
Слюсарно-механічна дільниця	25 %	3 645,2

Ковальсько-зварювальна дільниця	20 %	2 916,1
Усього	100 %	14 580,6

Примітка: розподіл проведено умовно, відповідно до характеру виконуваних робіт.

Такий підхід до організації виробничого процесу дозволяє забезпечити рівномірне навантаження між дільницями, підвищити ефективність використання трудових ресурсів і скоротити час виконання ремонтно-обслуговуючих заходів.

2.3. Визначення чисельного складу працівників та формування штату ремонтної майстерні

Чисельність працівників ремонтної майстерні визначається з урахуванням обсягу запланованих ремонтно-обслуговуючих робіт, прийнятої організації технологічного процесу та переліку основних і допоміжних операцій, які виконуються на відповідних дільницях.

Кількість робітників для кожного виробничого напрямку розраховується за формулою [9, 10, 11]:

$$P = \frac{T_p}{\Phi \cdot k}, \quad (2.1)$$

де: - T_p — річна трудомісткість виконання певного виду робіт, люд.-год.;

Φ — річний ефективний фонд робочого часу одного працівника, год.;

k — запланований коефіцієнт виконання норм.

Під час формування персоналу виробничих дільниць розрізняють явочну та спискову чисельність робітників.

Списковий склад працівників обчислюється за формулою [9, 10, 11]:

$$P_{cn} = \frac{T_p}{\Phi_d \cdot \kappa}, \quad (2.2)$$

де Φ_d — дійсний річний фонд часу одного працівника, який становить 1860 годин.

$$P_{cn} = \frac{14580,6}{1860 \cdot 1,15} = 6,8 \text{ чол.}$$

З урахуванням результатів розрахунків, приймається списковий склад виробничих робітників у кількості 7 осіб.

Явочний склад визначається за номінальним фондом часу [9, 10, 11]:

$$P_{я} = \frac{T_p}{\Phi_d \cdot \kappa}, \quad (2.3)$$

де Φ_n — номінальний річний фонд часу, що становить 2070 годин.

$$P_{я} = \frac{14580,6}{2070 \cdot 1,15} = 6,12 \text{ чол.}$$

Відповідно до розрахунків, явочна чисельність основних робітників становить 6 осіб.

Загальна чисельність персоналу ремонтної майстерні визначається за формулою:

$$P_z = P_{осн} + P_d + P_{imp} + P_c + P_{мон}, \quad (2.4)$$

де: $P_{осн}$ — кількість основних робітників;

P_d — кількість допоміжного персоналу;

$P_{\text{ітр}}$ — чисельність інженерно-технічних працівників;

$P_{\text{с}}$ — чисельність службовців;

$P_{\text{моп}}$ — чисельність молодшого обслуговуючого персоналу.

Допоміжні робітники складають 15% від кількості основного персоналу:

$$P_{\text{д}} = 0,15 \times 6 = 0,9 \rightarrow \text{приймається 1 особа.} \quad (2.5)$$

Кількість інженерно-технічного персоналу становить:

$$P_{\text{ітр}} = 0,1 \times (6 + 1) = 0,7 \rightarrow \text{приймається 1 особа.} \quad (2.6)$$

Службовці:

$$P_{\text{с}} = 0,03 \times (6 + 1) = 0,21. \quad (2.7)$$

Молодший обслуговуючий персонал:

$$P_{\text{моп}} = 0,04 \times (6 + 1) = 0,28. \quad (2.8)$$

Оскільки навантаження на службовця і працівника молодшого обслуговування є незначним, доцільно об'єднати ці функції і ввести одну посаду за сумісництвом.

$$P_{\text{з}} = 6 + 1 + 1 + 1 = 9_{\text{чол.}}$$

Таким чином, загальна чисельність персоналу майстерні становить 9 осіб, з яких:

6 — основні робітники;

1 — допоміжний працівник;

1 — інженерно-технічний працівник;

1 — робітник, який суміщає функції службовця та молодшого обслуговуючого персоналу.

2.4 Розрахунок обладнання дільниці

Для визначення необхідної кількості обладнання на дільниці з ремонту електрообладнання використовуються вихідні дані, що базуються на технологічному процесі та трудомісткості відповідних операцій. Кількість одиниць основного обладнання обчислюється за методом, що враховує обсяг робіт.

Розрахунок кількості мийного обладнання для очищення деталей виконується за формулою [10, 11]:

$$N_{mm} = \frac{Q}{q_m \cdot t \cdot K_n}, \quad (2.9)$$

де N_{mm} — кількість мийних машин;

Q — загальна маса деталей одного вузла, які підлягають очищенню, кг;

q_m — продуктивність мийної машини за годину, кг/год;

t — такт випуску відремонтованих об'єктів, год;

K_n — коефіцієнт ефективного використання мийного обладнання (приймається $K_n = 0,9$).

$$N_{mm} = \frac{3700}{500 \cdot 14,69 \cdot 0,9} = 0,56$$

На основі розрахунку приймається до використання одна мийна установка.

Кількість випробувальних стендів для перевірки агрегатів електрообладнання визначається за формулою:

$$N_{\text{ст}} = \frac{t_{\text{ц}} \cdot K_{\text{во}}}{m \cdot K_{\text{вип}}}, \quad (2.10)$$

де $N_{\text{ст}}$ — кількість випробувальних стендів;

$t_{\text{ц}}$ — тривалість одного циклу випробувань та обкатування, год;

$K_{\text{во}}$ — коефіцієнт повторного випробування (приймається $K_{\text{п}} = 1$);

m — такт випуску з ремонту, год;

$K_{\text{вип}}$ — коефіцієнт використання стенда (приймається $K_{\text{ис}} = 0,9$).

$$N_{\text{и}} = \frac{6,02 \cdot 1,0}{14,69 \cdot 0,9} = 0,63 \text{ стенда}$$

У результаті розрахунків доцільно встановити один стенд для випробувань.

Інші одиниці технологічного оснащення та вантажопідйомні механізми підбираються відповідно до структури технологічного процесу і загального обсягу ремонтних робіт. Повний перелік технологічного обладнання дільниці наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Відомість ремонтно-технологічного обладнання майстерні

№ п/п	Найменування	Кількість	Габаритний розмір, мм
1	2	3	4
Дільниця діагностування та ТО			
1	Пересувна установка для промивання системи мащення	1	600×500
2	Установка для мащення та заправлення машин	1	600×500
3	Електромеханічний солідолонагнітач	1	500×400
4	Бак для заправлення гальмівною рідиною	1	Ø 400
5	Маслороздавальний бак	1	Ø 500

6	Пересувний компресор	1	500×600
7	Ящик для відходів	1	500×700
8	Пересувний стіл майстра наладчика	1	600×1200
9	Стелаж для деталей та вузлів	1	500×1200
10	Слюсарний верстак з комплектом майстра наладчика	1	800×1800
11	Візок для агрегатів	1	700×500
12	Оглядова яма	1	6500×1000
Ремонтно-монтажна дільниця			
1	Електровулканізатор	1	400×500
2	Кліть для накачування шин	1	Ø 1500
3	Візок для транспортування агрегатів	1	600×1000
4	Верстат для притирки фасок клапанів	1	500×1500
5	Консольно-поворотний кран	1	-
6	Пересувна мийна ванна	1	800×500
7	Стенд для розбирання – складання двигунів		1500×1500
8	Верстат для шліфування фасок клапанів	1	500×500
9	Пересувний монтажний стіл	1	600×1200
10	Слюсарний верстак	1	800×1800
11	Стелаж	1	500×1500
12	Стіл-підставка	1	600x1000
13	Ящик для обтирочних матеріалів	1	400×500
14	Бак для сміття	1	500×600
Ковальсько - зварювальна			
1	Ящик для піску	1	500×600
2	Ящик для обтирочних матеріалів	1	500×600
3	Ящик для ковальського інструменту	1	400×500
4	Ковальський горн	1	800×1500

5	Ванна для загартування	1	600×600
6	Дворого коваadlo	1	400×600
7	Лещата	1	300×400
8	Обдирочно-шліфувальний верстат	1	400×500
9	Зварювальний трансформатор	1	500×600
10	Стіл для електрозварювальних робіт	2	1200×600
11	Щит для зварювальних робіт	1	50×1500
13	Візок для перевезення балонів	1	700×400
12	Шафа для зберігання балонів з киснем	1	600×400
Слюсарно-механічна дільниця			
1	Верстат заточувальний	1	400×500
2	Слюсарний верстак	1	800×1800
3	Шафа для інструменту	1	500×600
4	Верстат свердлильний	1	600×600
5	Верстат токарно-гвинторізний	1	600×1500
6	Стелаж	1	1200×400

2.5. Розрахунок виробничих і допоміжних площ

Для розрахунку виробничих площ користуємося формулою:

$$F_{\text{дл}} = (F_{\text{об}} + F_{\text{м}}) \cdot \sigma, \quad (2.11)$$

де $F_{\text{об}}$, $F_{\text{м}}$ – відповідно площі, зайняті обладнанням і машинами;

σ – коефіцієнт враховуючий робочі зони і проходи.

Для прикладу розрахуємо дільницю ТО та діагностування тракторів і автомобілів.

$$F_{\text{дл}}^1 = (13,3 + 3,22) \cdot 3,0 = 49,54$$

Приймаємо площу ділянки ТО і діагностування 54м².

Аналогічно визначаємо всі ділянки майстерні отримані дані заносимо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Зведені дані по розрахунку площ ділянок майстерні

Назва ділянки	Площа ділянки, м ²
Діагностування і ТО	54
Ремонтно-монтажна	72
Слюсарно-механічна	18
Ковальсько-зварювальна	18
Побутова	13,5
Склад запасних частин	13,5
Котельня, вентиляційна	18
Кімната зав. майстерні	9
Всього	216

Загальна площа виробничих площ майстерні складає 216 м².

2.6. Висновки

У ході виконання розділу було розроблено загальну технологічну схему організації ремонтного процесу для машинно-тракторного парку в умовах фермерського господарства. На основі проведених розрахунків визначено обсяг річної виробничої програми, яка становить 48,6 умовних ремонтів, та сумарну трудомісткість ремонтно-обслуговуючих робіт — 14580,6 людино-годин.

У відповідності до обсягів робіт обґрунтовано необхідність створення основних виробничих ділянок ремонтної майстерні: діагностично-обслуговуючої, ремонтно-монтажної, слюсарно-механічної та ковальсько-зварювальної. Проведено розподіл трудомісткості між цими ділянками, що дозволило оптимізувати навантаження на персонал.

Сформовано штатний розпис ремонтної майстерні, загальна чисельність якого становить 9 працівників, включаючи основних, допоміжних та інженерно-технічних фахівців. Також визначено номенклатуру основного та допоміжного технологічного обладнання, необхідного для забезпечення безперервного ремонтного процесу.

На основі техніко-економічного обґрунтування розраховано необхідні площі для кожної з ділянок та встановлено загальну площу ремонтної майстерні — 216 м².

Результати виконаних розрахунків та технічних рішень стали основою для розробки функціонального проєкту ремонтної майстерні. Впровадження запропонованого рішення забезпечить можливість оперативного, якісного та всесезонного обслуговування і ремонту техніки фермерського господарства, що сприятиме підвищенню її експлуатаційної надійності та ефективності агровиробництва в цілому.

3. РОЗРОБКА КОНСОЛЬНО-ПОВОРОТНОГО КРАНУ

3.1. Обґрунтування вибору конструкторської розробки

На підставі досвіду роботи ремонтно-технічних підприємств були зроблені наступні висновки: що їхній режим роботи дуже трудомісткий, і в процесі роботи частка ручної праці дуже велика. І щоб якось скоротити частку ручної праці в процесі відновлення деталей було вирішено розробити і впровадити консольно-поворотний кран середньою вантажопідйомністю, невеликим вильотом стріли, використання якого було б найбільше ефективно при проведенні розбирально-складальних робіт на ремонтно-монтажній дільниці, беручи до уваги невелику площу дільниці і розташування технологічного устаткування. За допомогою консольно-поворотного крана значно скорочується час на проведення розбирально-складальних робіт і як наслідок зменшується трудомісткість і вартість ремонтних робіт.

3.2. Конструктивні розрахунки консольно-поворотного крану

3.2.1. Розрахунок механізму підйому вантажу

Вантажопідйомність крану $Q = 8000 \text{ Н}$;

Швидкість підйому вантажу $V = 8 \text{ м/хв}$;

Режим роботи – середній, ПВ = 25%;

Висота підйому вантажу $H = 4 \text{ м}$.

Кран працює в закритому приміщенні.

Вибір електродвигуна.

Статична потужність двигуна визначається за формулою [14, 15]:

$$P_{cm} = \frac{(Q + G) \cdot V}{\eta_{пп}} = \frac{(8000 + 240) \cdot 8}{60 \cdot 1000 \cdot 0,9} = 1,22 \text{ кВт.} \quad (3.1)$$

де Q – вантажопідйомність крану, Н;

$G = 0,03 \cdot Q = 0,03 \cdot 8000 = 240$ Н – маса вантажозахватного пристрою;

$\eta_{\text{ПП}} = 0,9$ – ККД привода.

За каталогом приймемо двигун МТ 011-6, який має при ПВ = 25% номінальну міцність $P = 1,4$ кВт при швидкості обертання $n_{\text{об}} = 885$ об/хв.

Вибір канату.

Максимальна сила натягу канату визначається за формулою [14, 15]:

$$F_{\text{max}} = \frac{Q + G}{a \cdot m \cdot \eta_{\text{пол}}} = \frac{8000 + 240}{2 \cdot 1 \cdot 0,98} = 4,2 \text{ кН.} \quad (3.2)$$

де $m = 1$ – кратність поліспаста;

$a = 2$ – передаточне число поліспаста;

$\eta_{\text{пол}} = 0,98$ – ККД поліспаста.

Розривне зусилля канату визначаємо за формулою:

$$F_p = \kappa \cdot F_{\text{max}} = 5,5 \cdot 4,2 = 23,1 \text{ кН.} \quad (3.3)$$

де $\kappa = 5,5$ – коефіцієнт запасу міцності згідно норм Держгіртехнагляду.

Приймаємо канат марки ЛК-Р, діаметром $d_k = 6,7$ мм, розривне зусилля якого $F_p = 24,5$ кН.

Визначаємо основні розміри барабана.

Діаметр барабана по дну канавки для каната [14, 15]:

$$D_{\bar{o}} = d_k \cdot (e - 1) = 6,7 \cdot (25 - 1) = 160,8 \text{ мм.} \quad (3.4)$$

де e – коефіцієнт пропорційності, визначаємо залежно від типу крана і від режиму роботи $e = 25$ [15].

З метою зменшення габаритів по ширині з врахуванням поліпшення роботи канату приймаємо діаметр барабана $D_{\bar{o}} = 180$ мм.

Крок нарізки канавок:

$$p = 1,1 \cdot d_{\kappa} = 1,1 \cdot 6,7 = 7,37 \text{ мм.} \quad (3.5)$$

Приймаємо крок нарізки канавок $p = 7,5$ мм.

Матеріал для виготовлення барабану сталь Ст 3, товщина стінки барабану становить:

$$\delta \geq 1,15 \cdot d_{\kappa} = 1,15 \cdot 6,7 = 7,7 \text{ мм.} \quad (3.6)$$

Приймаємо товщину стінки барабану $\delta = 8$ мм.

Визначаємо довжину барабану за формулою:

$$L_{\delta} = l_p + 2 \cdot l_{\Gamma}, \quad (3.7)$$

де l_p – довжина робочої ділянки барабану, мм;

l_{Γ} – довжина гладкої ділянки барабану, мм.

$$l_{\Gamma} = (2 \dots 4) \cdot d_{\kappa} = (2 \dots 4) \cdot 6,7 = 13,4 \dots 26,8 \text{ мм.} \quad (3.8)$$

Приймаємо довжину гладкої ділянки барабану $l_{\Gamma} = 20$ мм.

$$l_p = p \cdot (z_p + 6), \quad (3.9)$$

де z_p – число витків нарізки:

$$z_p = \frac{a \cdot H}{\pi \cdot (D_{\text{бар}} + d_{\kappa})} = \frac{2 \cdot 4 \cdot 1000}{3,14 \cdot (180 + 6,7)} = 13,6 \quad (3.10)$$

Приймаємо число витків нарізки $z_p = 14$.

$$l_p = 7,5 \cdot (14 + 6) = 150 \text{ мм.}$$

$$L_{\delta} = 150 + 2 \cdot 20 = 190 \text{ мм.}$$

Визначаємо напругу стискання стінки барабана за формулою:

$$[\sigma_{сж}] \geq \frac{F_{\max}}{\delta \cdot p}, \quad (3.11)$$

$$110 \geq \frac{4200}{8 \cdot 7,5} = 70 \text{ МПа.}$$

де $[\sigma_{сж}] = 110 \text{ Мпа}$ для сталі Ст3.

Умова міцності виконується.

Передатне відношення привода.

Частота обертання барабана:

$$n_{\text{бар}} = \frac{1000 \cdot a \cdot V}{\pi \cdot (D_{\delta} + d_{\kappa})} = \frac{1000 \cdot 2 \cdot 8}{3,14 \cdot (180 + 6,7)} = 27,29 \text{ об/хв.} \quad (3.12)$$

Передатне відношення редуктора:

$$i^p = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{бар}}} = \frac{885}{27,29} = 32,43 \quad (3.13)$$

Вибираємо редуктор Ц-2-200, який має передаточне число $i = 32,42$.
Максимальна міцність, яка підводиться до редуктора при 750 об/хв і ПВ = 25%,
 $P = 6,5 \text{ кВт.}$

Фактична частота обертання барабана:

$$n_{\text{бар}} = \frac{n_{\text{дв}}}{i} = \frac{885}{32,42} = 27,29 \text{ об/хв.} \quad (3.14)$$

Фактична швидкість підйому вантажу:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\phi} \cdot n_{\phi ap}}{1000 \cdot a} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 27,29}{1000 \cdot 2} = 7,7 \text{ м/хв.} \quad (3.15)$$

Ця швидкість відрізняється від заданої швидкості підйому вантажу, яка дорівнює 8 м/хв., на 3,8 %, що є допустимим.

Вибір гальма.

Гальма вибираються за гальмівним моментом:

$$T_{\Gamma} = K \cdot T_{cm} = 1,75 \cdot 9,99 = 17,48 \text{ Нм.} \quad (3.16)$$

де $K = 1,75$ – коефіцієнт запасу гальмування, приймається згідно Правилам Держтехнагляду в залежності від режиму роботи;

T_{cm} – статичний момент на гальмівному валу при гальмуванні, Нм.

$$T_{cm} = \frac{Q \cdot D_{\phi} \cdot \eta_m}{2 \cdot a \cdot i} = \frac{8000 \cdot 0,18}{2 \cdot 2 \cdot 32,42} \cdot 0,9 = 9,99 \text{ Нм.} \quad (3.17)$$

Найбільш близький гальмівний момент до розрахункового у гальма ТКТ-100, який має при ПВ = 25% $T_{\Gamma} = 20$ Нм.

Вибір блоків.

Діаметр блоку по дну жолобка для каната:

$$D_{\phi l} \geq d_{\kappa} (e - 1) = 6,7 \cdot (25 - 1) = 160,8 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр блоку 180 мм [15]. Діаметр вісі блоків $d_1 = 35$ мм, довжина ступиці блоку $H = 40$ мм.

Розміри струмка блока приймаються в залежності від діаметра каната, при $d_k = 5 - 10$ мм, $B_1 = 40$ мм, $B = 30$ мм, $R = 8$ мм, $h = 25$ мм, $r = 12$ мм, $r_1 = r_2 = 3$ мм, $r_3 = 5$ мм.

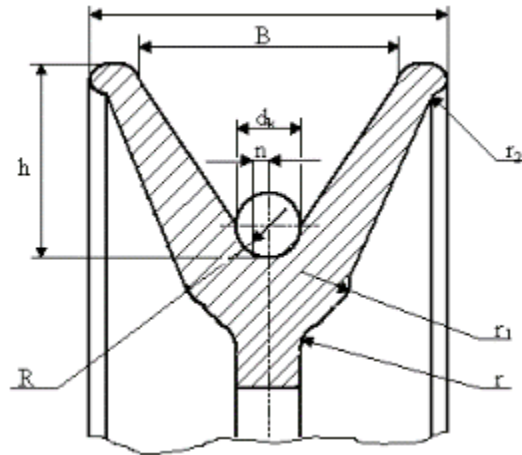


Рисунок 3.1 – Параметри блока

Вибір гака.

Гак вибираємо згідно ГОСТ 6627-66 відповідно до вантажопідйомності і групою режиму роботи. Додаткових розрахунків гака не потрібно. $Q = 8$ кН, ПВ = 25%: вибираємо гак №6 [15].

Розрахунок гвинта для кріплення канату на барабані.

Визначимо силу затягування гвинтів:

$$F_{зат} = \frac{F_{max} \cdot K_{сц}}{z \cdot f \cdot i} = \frac{4200 \cdot 1,5}{2 \cdot 0,2 \cdot 2} = 7875 \text{ Н.} \quad (3.18)$$

де z – кількість гвинтів в одній планці;

i – кількість кріпильних планок;

$K_{сц}$ – коефіцієнт зчеплення.

Приймаємо клас міцності гвинтів 3.6, тоді границя текучості $\sigma_T = 200$ МПа.

Допустиме напруження стиску $[\sigma] = \frac{\sigma_T}{S} = \frac{200}{2} = 100$ МПа.

Розрахунковий діаметр гвинтів:

$$d_p = \sqrt{\frac{1,3 \cdot 4 \cdot F_{zam}}{\pi \cdot [\sigma]}} = \sqrt{\frac{1,3 \cdot 4 \cdot 7875}{3,14 \cdot 100}} = 9,2 \text{ мм.} \quad (3.19)$$

Остаточно вибираємо гвинти М10.

3.2.2. Розрахунок металоконструкцій

Визначення основних розмірів.

Основні розміри металоконструкції призначаємо за емпіричними рівняннями, що відповідають дослідним даним і які забезпечують жорсткість конструкції, близьку до нормованої.

Вихідними даними для розрахунку є виліт стріли $L = 4500$ мм, вантажопідйомність $Q = 8000$ Н, висота підйому вантажу $H = 4000$ мм, швидкість пересування кранового візка (талі) $V = 8$ м/хв.

Кран балкового типу зі змінним вильотом (із зовнішньою опорою).

Відстань між серединами опор:

$$h_n = 0,36 \cdot L \cdot \sqrt[6]{\frac{Q}{L}} = 0,36 \cdot 4500 \cdot \sqrt[6]{\frac{8000}{4500}} = 1649 \text{ мм.} \quad (3.20)$$

Найбільш вигідні по масі балки коробчастого перетину. Висота балки визначається за формулою:

$$h = \sqrt[4]{Q \cdot L^2} = \sqrt[4]{8000 \cdot 4500^2} = 564 \text{ мм.} \quad (3.21)$$

Приймаємо висоту балки $h = 560$ мм.

Ширина балки:

$$b \approx 0,5h = 0,5 \cdot 560 = 280 \text{ мм.} \quad (3.22)$$

Товщина стінки:

$$\delta_{cm} = \left(\frac{1}{100} \dots \frac{1}{160} \right) h = \left(\frac{1}{100} \dots \frac{1}{160} \right) \cdot 560 = 5,6 \dots 3,5 \text{ мм.} \quad (3.23)$$

Приймаємо товщину стінки $\delta_{cm} = 4 \text{ мм.}$

Товщина верхнього пояса становить:

$$\delta_{ng} = (1,25 \dots 1,6) \cdot \delta_{cm} = (1,25 \dots 1,6) \cdot 4 = 5 \dots 6,4 \text{ мм.} \quad (3.24)$$

Приймаємо товщину верхнього пояса $\delta_{ng} = 6 \text{ мм.}$

Товщина нижнього пояса, тому що він служить рейкою для коліс електроталі визначаємо за формулою:

$$\delta_{n.n.} = \sqrt{\frac{3F_n}{[\sigma]}}, \quad (3.25)$$

де F_n – навантаження від колеса, Н;

$[\sigma] = 140 \text{ МПа}$ – допустиме напруження, на згин, МПа.

$$F_n = 0,25 \cdot (k_Q \cdot Q + k_q \cdot G) = 0,25 \cdot (1,3 \cdot 8000 + 1,1 \cdot 240) = 2037,5 \text{ Н.} \quad (3.26)$$

де $K_Q = 1,3$ – коефіцієнт приймаємо залежно від режиму роботи [19];

$K_q = 1,1$ – коефіцієнт, що враховує удари від нерівностей шляху.

$$\delta_{n.n.} = \sqrt{\frac{3F_n}{[\sigma]}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 2037,5}{140}} = 6,6 \text{ мм.} \quad (3.27)$$

Приймаємо $\delta_{n.n.} = 7$ мм.

Ширина колії вибирається з умови розміщення ходового колеса.
Попередньо приймаємо:

$$\Delta = 0,5 \cdot D_{\text{колес}} = 0,5 \cdot 80 = 40 \text{ мм.} \quad (3.28)$$

де $D_{\text{колес}} = 80$ мм – діаметр колеса.

Ширина нижнього пояса:

$$b_n = b + 2\Delta = 280 + 2 \cdot 40 = 360 \text{ мм.} \quad (3.29)$$

Висота еквівалентного перетину:

$$h_{\text{екв}} = 0,4h + \frac{h - 0,4h}{3} \cdot 2 = 0,8h = 0,8 \cdot 560 = 448 \text{ мм.} \quad (3.30)$$

Відстань між внутрішніми стінками перетину приймаємо стандартним, що дозволяє виконувати діафрагми із прокатних смуг без обрізки по довжині. Діафрагми до верхнього розтягнутого пояса не приварюють.

Розрахунковий перетин показаний на рисунку 3.2.

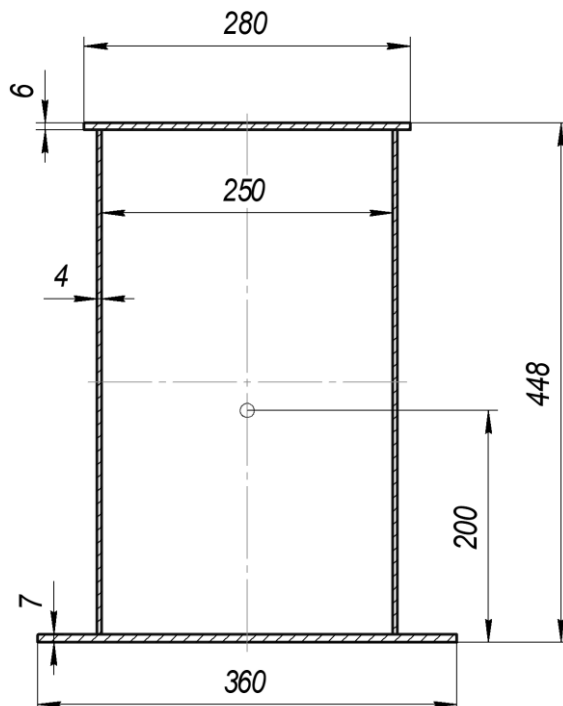


Рисунок 3.2 – Схема розрахункового перетину

Звис пояса над стінкою в 11 мм забезпечує зручність автоматичного зварювання.

Координати центра ваги перетину:

$$y_0 = \frac{360 \cdot 7 \cdot 3,5 + 435 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 224,5 + 280 \cdot 6 \cdot 445}{360 \cdot 7 + 435 \cdot 2 \cdot 4 + 280 \cdot 6} = 200 \text{ мм.} \quad (3.31)$$

Момент інерції визначаємо, зневажаючи власними моментами інерції поясів:

$$J = 360 \cdot 7 \cdot 196,5^2 + \frac{2 \cdot 4 \cdot 435^3}{12} + 435 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 17^2 + 280 \cdot 6 \cdot 238^2 = 248 \cdot 10^6 \text{ мм}^4. \quad (3.32)$$

Відстань від нижнього пояса до зева гака (~800 мм) і до верхнього обріза колони (~300 мм) визначаємо за аналогією з подібними конструкціями. Тоді висота колони:

$$H_{\text{кол}} = H + 0,8 - 0,3 = 4 + 0,8 - 0,3 = 4,5 \text{ м.}$$

Діаметр колони:

$$D_{\text{кол}} = 0,63 \sqrt[4]{Q \cdot L \cdot H_{\text{кол}}} = 0,63 \cdot \sqrt[4]{8000 \cdot 4500 \cdot 4500} = 355,4 \text{ мм.} \quad (3.33)$$

Приймаємо $D_{\text{кол}} = 377$ мм (труба безшовна горячекатана).

Товщина стінки колони:

$$\delta_{\text{кл}} = (0,05 \dots 0,088) \cdot D_{\text{кол}} = (0,05 \dots 0,088) \cdot 355,4 = 18,85 \dots 30,16 \text{ мм.}$$

Приймаємо товщину стінки колони $\delta_{kil}=28$ мм.

Момент інерції колони:

$$J_{кол}=0,32 \cdot D_{кол}^3 \cdot \delta_{кол}=0,32 \cdot 377^3 \cdot 28=480 \cdot 10^6 \text{ мм}^4. \quad (3.34)$$

Перевірка статичного прогину.

Розрахункова довжина стріли:

$$l_p = L - D_{кол} / 2 = 4500 - 425 / 2 = 4287,5 \text{ мм} \approx 4288 \text{ мм}. \quad (3.35)$$

Фактичний прогин:

$$\begin{aligned} f_{ст} &= \frac{(Q+G_{тел})}{E \cdot J} \cdot l_p \cdot \frac{l_p}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot l_p + \frac{(Q+G_{тел})}{E \cdot J} \cdot L \cdot \frac{h_n}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot L + \frac{Q+G_{тел}}{E \cdot J_{кол}} \left[L \cdot \frac{h_n}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot L + L(H_{кол} - h_n)L \right] = \\ &= \frac{(8000+2400)}{3 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 248 \cdot 10^6} \cdot (4288^3 + 4500^2 \cdot 1650) + \\ &+ \frac{(8000+2400) \cdot 4500^2}{2 \cdot 10^5 \cdot 480 \cdot 10^6} \left[\frac{1650}{3} + 4500 - 1650 \right] = 4,9 + 4,66 = 9,56 \text{ мм}. \end{aligned} \quad (3.36)$$

де $G_{тел} = 0,3 \cdot Q = 0,3 \cdot 8000 = 2400$ Н – вага візка;

$E = 2 \cdot 10^5$ модуль пружності, МПа.

Допустимий прогин:

$$[f_{ст}] = \frac{L}{400} = \frac{4500}{400} = 11,25 \text{ мм}. \quad (3.37)$$

Як видно, фактичний прогин не перевищує допустимий.

Епюра згинальних моментів аналогічна наведеної на рисунку 3.3.

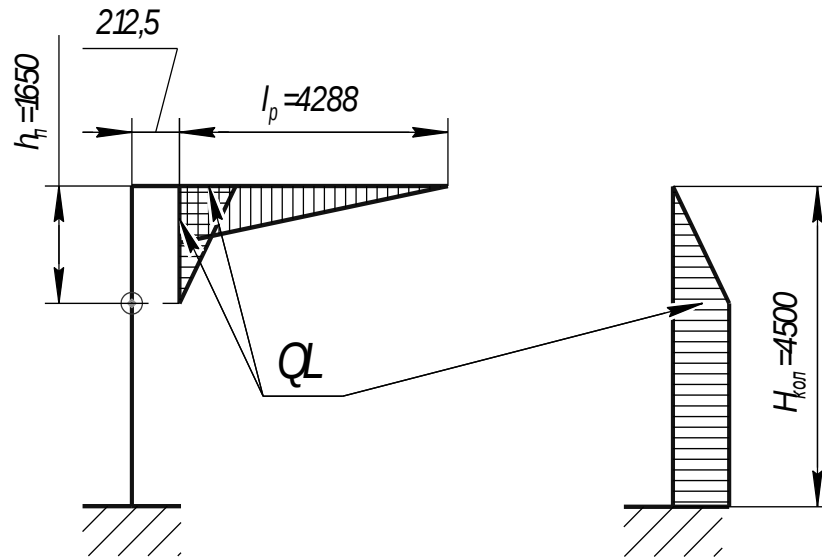


Рисунок 3.3 – Епюра згинальних моментів

Визначення ваги металоконструкції.

Вага стріли:

$$G_{\text{стр}} = 2 \cdot 10^{-6} \cdot L \cdot l_p \cdot \sqrt{Q} = 2 \cdot 10^{-6} \cdot 4500 \cdot 4288 \cdot \sqrt{8000} = 2729 \text{ Н.} \quad (3.38)$$

Координати центра ваги стріли:

$$x = 0,4 \cdot L = 0,4 \cdot 4500 = 1800 \text{ мм.}$$

Вага рухомої колони:

$$G_{\text{подв.кол}} = G_{\text{стр}} \cdot \frac{h_n}{L} = 2729 \cdot \frac{1650}{4500} = 1001 \text{ Н.} \quad (3.39)$$

Вага нерухомої колони:

$$G_{\text{кол}} = 2,5 \cdot 10 - 4D_{\text{кол}} \cdot \delta_{\text{кїл}} \cdot H_{\text{кол}} = 2,5 \cdot 10 - 4 \cdot 425 \cdot 28 \cdot 4500 = 13388 \text{ Н.} \quad (3.39)$$

Перевірка часу згасання коливань.

Приведена вага:

$$m = \frac{(G_{\text{стр}} + G_{\text{подв.кол}}) \cdot H_{\text{кол}}^2}{3(L + 3 \cdot H_{\text{кол}})^2} \cdot \left[1 + \frac{L}{H_{\text{кол}}} + \left(\frac{H_{\text{кол}}^2}{L^2} \right) \right] + 0,1G_{\text{тел}} =$$

$$= \frac{(2729 + 1001) \cdot 4,5^2}{3(4,5 + 3 \cdot 4,5)^2} \cdot \left[1 + \frac{4,5}{4,5} + \left(\frac{4,5}{4,5} \right)^2 \right] + 0,1 \cdot 0,3 \cdot 5000 = 383 \text{ кг.}$$
(3.40)

Твердість:

$$c = \frac{Q + G}{f_{\text{cm}}} = \frac{8000 + 2400}{9,56 \cdot 10^{-3}} = 0,68 \cdot 10^6 \text{ Н/м.}$$
(3.41)

Період власних коливань:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{m}{c}} = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{383}{0,68 \cdot 10^6}} = 0,149 \text{ с.}$$
(3.42)

Логарифмічний декремент згасання:

$$\lambda = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{T^2} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{0,149^2} = 0,225$$
(3.43)

Початкова амплітуда:

$$f_0 = \frac{Q}{c} = \frac{8000}{0,68 \cdot 10^6} = 7,35 \cdot 10^{-3} \text{ мм.}$$
(3.44)

Час згасання коливань:

$$t = \frac{T}{\lambda} \ln \left(\frac{f_0}{5 \cdot 10^{-4}} \right) = \frac{0,149}{0,225} \ln \frac{7,35 \cdot 10^{-3}}{5 \cdot 10^{-4}} = 1,8 \text{ с} \leq 10 \text{ с.}$$
(3.45)

Умова виконується

Перевірка міцності.

Нормальна напруга, що допускається: $\sigma = 140$ МПа

Дотична напруга, що допускається, у тому числі і для зварених швів:
 $\tau = 0,6 \cdot \sigma = 84$ МПа.

Розрахунок в цьому випадку доцільно починати з рухомої колони, тому що в небезпечному перерізі рухомої колони діє найбільший момент у вертикальній площині.

$$\begin{aligned} M &= M_{\Pi} + M_G = \\ &= L \cdot (K_Q \cdot Q + K_q \cdot G_{\text{тел}}) + G_{\text{стр}} \cdot x_{\text{стр}} + G_{\text{подв.кол}} \cdot x_{\text{подв.кол}} = \\ &= 4500 \cdot (1,3 \cdot 8000 + 1,1 \cdot 2400) + 2729 \cdot 1800 + 1001 \cdot 500 = 42 \cdot 10^6 \text{ Нмм}. \end{aligned} \quad (3.46)$$

Момент інерції небезпечного перерізу стріли:

$$J_{\text{с}} = 2 \cdot 360 \cdot 7 \cdot 276,5^2 + 2 \cdot \frac{4 \cdot 547^3}{12} = 494,4 \cdot 10^6 \text{ мм}^4. \quad (3.47)$$

Момент опору згину:

$$w = \frac{J_{\text{в}}}{y_{\text{max}}} = \frac{494,4 \cdot 10^6}{280} = 1,77 \cdot 10^6 \text{ мм}^3. \quad (3.48)$$

Напруга згину:

$$\sigma = \frac{M}{w} = \frac{42 \cdot 10^6}{1,77 \cdot 10^6} = 23,7 \text{ МПа}. \quad (3.49)$$

$$\sigma = 23,7 \text{ МПа} \leq [\sigma] = 140 \text{ МПа}.$$

Умова виконується.

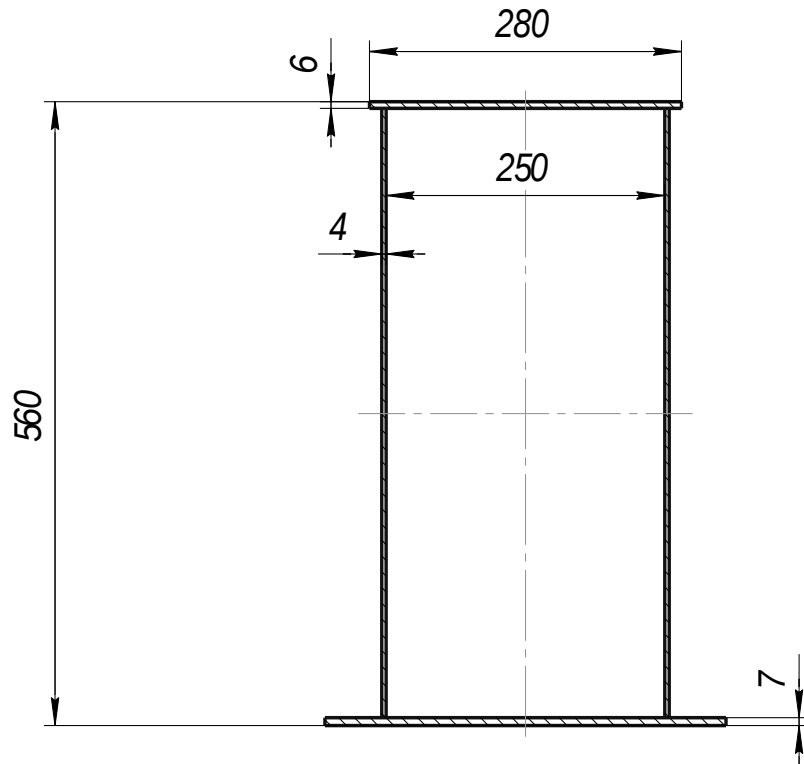


Рисунок 3.4 – Остаточна схема перетину

3.2.3. Розрахунок механізму пересування

Вантажопідйомність крану $Q = 8000 \text{ Н}$;

Швидкість пересування $V = 8 \text{ м/хв}$;

Коефіцієнт еквівалентності $k_{HE} = 0,63$;

Машинний час роботи $t_{\Sigma} = 10000 \text{ год}$;

Режим роботи – середній, ПВ = 25%.

Привод механізму являє собою електродвигун з вбудованим гальмом, закритий одноступінчастий редуктор, відкриту зубчасту пару, колесо якої є ребордою колеса візка рис. 3.5. Будемо використовувати механізм пересування із чотирма колесами, при цьому два зробимо приводними.

Підбір матеріалу і термообробки для келес.

Попередньо розраховуємо діаметр ходових коліс. Для цього визначаємо найбільше навантаження на колесо:

$$F_{\max} = \frac{Q + G_6}{4} = \frac{8000 + 2400}{4} = 2600 \text{ Н.}$$

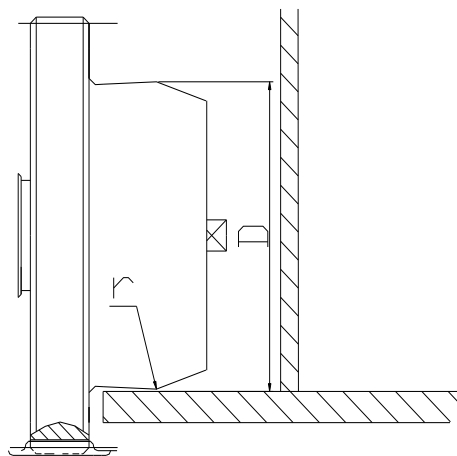


Рисунок 3.5 – Колесо кранове

Діаметр ходових коліс (за умови точкового контакту):

$$D_k = 1,7 \cdot \sqrt{F_{\max}} = 1,7 \cdot \sqrt{2600} = 86 \text{ мм.} \quad (3.51)$$

З ряду нормальних розмірів приймаємо $D_k = 80 \text{ мм.}$

Вибираємо матеріал вилки – сталь 55Л, радіус головки $r_2 = 80 \text{ мм.}$

Контактна напруга при точковому контакті:

$$\sigma_H = 3600 \cdot m \sqrt{\frac{F_{HE}}{D_k^2}}, \quad (3.52)$$

де $m = 0,119$ – коефіцієнт, який залежить від відношення $r_2/D_k = 80/80 = 1$ [15];

F_{HE} – еквівалентне навантаження, Н.

$$F_{HE} = F_{\max} \cdot \gamma \cdot k_{HV}, \quad (3.53)$$

де γ – коефіцієнт еквівалентності;

$k_{HV} = 1,02$ – коефіцієнт динамічності.

$$\gamma = \sqrt[3]{0,5 \cdot \left[1 + \frac{1}{\left(1 + \frac{Q}{G_s} \right)^3} \right]} = \sqrt[3]{0,5 \cdot \left[1 + \frac{1}{\left(1 + \frac{8000}{2400} \right)^3} \right]} = 0,8 \quad (3.54)$$

$$F_{HE} = 3600 \cdot F_{\max} \cdot \gamma \cdot k_{HV} = 4200 \cdot 0,8 \cdot 1,02 = 3427 \text{ Н.} \quad (3.55)$$

$$\sigma_H = 3600 \cdot 0,119 \cdot \sqrt{\frac{3427}{80^2}} = 263,5 \text{ МПа.} \quad (3.56)$$

Контактна напруга повинне бути менше допустимої. Напруга, що допускається, визначаємо по формулі:

$$[\sigma_H] = [\sigma_{H0}] \cdot \sqrt[9]{\frac{10^4}{N}}, \quad (3.57)$$

де $[\sigma_{H0}]$ – базове допустиме напруження, $[\sigma_{H0}] = 560 \text{ МПа}$ – для сталі 55Л.

Наробіток колеса, цикли:

$$N = t_{\Sigma} \cdot 30 \cdot n_{\text{кол}} \cdot \beta, \quad (3.58)$$

де $\beta = 0,85$ – коефіцієнт, що враховує зменшення середньої частоти обертання в періоди несталих рухів.

$t_{\Sigma} = 10000$ год – машинний час роботи;

$n_{\text{кол}}$ – частота обертання колеса, об/хв.

$$n_{\text{кол}} = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_k} = \frac{1000 \cdot 8}{3,14 \cdot 80} = 31,831 \text{ об/хв.} \quad (3.59)$$

$$N = 10000 \cdot 30 \cdot 31,85 \cdot 0,85 = 8,03 \cdot 10^6$$

$$[\sigma_H] = 560 \cdot \sqrt[9]{\frac{10^4}{8,03 \cdot 10^6}} = 266,3 \text{ МПа.}$$

Отже умова $\sigma_H < [\sigma_H]$ виконується. Остаточно приймаємо діаметр коліс 80 мм, матеріал сталь 55Л.

Вибір електродвигуна.

1) Необхідна потужність електродвигуна з умови розгону:

$$P' = \frac{T_H \cdot n_H}{9550}, \quad (3.60)$$

де T_H – номінальний крутний момент електродвигуна, Нм;

n_H – частота обертання ротора двигуна під навантаженням, об/хв.

Будемо розраховувати на електродвигун із синхронною частотою обертання 1500 об/хв. Частота обертання ротора під навантаженням $n_H = 1360$ об/хв.

Передатне відношення привода:

$$U'_H = \frac{n_H}{n_{\text{кол}}} = \frac{1360}{31,831} = 42,726 \quad (3.61)$$

Передатне відношення редуктора:

$$U_p = \frac{i'}{U_{\text{озп}}} = \frac{42,726}{3,118} = 13,703 \quad (3.62)$$

де $U_{\text{озп}} = 3,118$ – передаточне відношення зубової передачі.

Приведений момент інерції під час пуску двигуна:

$$I' \frac{1,1 \cdot (Q + G_s) \cdot D_k^2}{4g \cdot U_p^2 \cdot \eta} = \frac{1,1 \cdot (800 + 240) \cdot 0,08^2}{4 \cdot 9,8 \cdot 13,7^2 \cdot 0,9} = 6,95 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (3.63)$$

де $\eta = 0,9$ – ККД привода.

Відносний час пуску двигуна:

$$t_{n0} = \frac{1}{0,75 \cdot (m' - a')} = \frac{1}{0,75 \cdot (2,2 - 0,5)} = 0,784 \text{ с.} \quad (3.64)$$

Час пуску двигуна:

$$t_n = \frac{V}{60a} = \frac{8}{60 \cdot 0,2} = 0,667 \text{ с.} \quad (3.65)$$

де $a = 0,2 \text{ м/с}^2$ – прискорення вантажу під час пуску і гальмування для механізмів пересування.

Попередній розрахунок номінального крутного моменту електродвигуна за умовою розгону:

$$T_H = \frac{\pi \cdot I' \cdot n_H \cdot t_{n0}}{30 \cdot t_n} = \frac{3,14 \cdot 6,95 \cdot 10^{-3} \cdot 1360 \cdot 0,784}{30 \cdot 0,667} = 1,65 \text{ Нм.} \quad (3.66)$$

$$P' = \frac{1,65 \cdot 1360}{9550} = 1,66 \text{ кВт.}$$

2) Розрахунок потужності електродвигуна для подолання сил опору пересуванню.

Опір пересуванню при сталій швидкості і ходових колесах з однією ребордою без напрямних роликів:

$$F_{\text{опору}} = \frac{Q + G_6}{D_\kappa} \cdot (2\mu + f d_u) \cdot K_p =$$

$$= \frac{8000 + 2400}{80} \cdot (2 \cdot 0,5 + 0,015 \cdot 20) \cdot 2,5 = 422,5 \text{ Н.} \quad (3.67)$$

де $\mu = (0,3 \div 1)$ мм – коефіцієнт тертя кочення;

$d_u = (0,25 \div 0,3) \cdot D_k = 0,2 \cdot 80 = 20$ мм – діаметр цапфи колеса;

$\kappa_p = 2,5$ – коефіцієнт, враховуючий тертя реборд ходових коліс і торців ступиць при установці ходових коліс на підшипниках кочення;

$f = 0,01 \div 0,02$ – приведений до цапфи колеса коефіцієнт тертя в опорі на підшипниках кочення.

Статична потужність двигуна визначається за формулою:

$$P_{cm} = \frac{F_{опор} \cdot V_n}{1000 \cdot 60 \eta_m} = \frac{422,5 \cdot 8}{1000 \cdot 60 \cdot 0,9} = 0,063 \text{ кВт.} \quad (3.68)$$

Більша потужність двигуна потрібна за умовами розгону.

Вибираємо двигун марки 4A56Y4E2 В1,2: потужність двигуна $P_H = 0,18$ кВт (при ПВ=25%), частота обертання $n = 1360$ об/хв; кратність максимального моменту $m = 2,1$; момент інерції ротора електродвигуна $I_{\partial} = 6 \cdot 10^{-4}$ кг·м².

Вибір редуктора.

Найбільший момент на тихохідному валу редуктора:

$$T_{max} = T_H \cdot m \cdot U_p \cdot \eta = 1,65 \cdot 2,1 \cdot 13,7 \cdot 0,9 = 35,511 \text{ Нм.} \quad (3.69)$$

Частота обертання тихохідного вала закритої ступені:

$$n_T = \frac{n_H}{U_p} = \frac{1360}{13,703} = 99,27 \quad (3.70)$$

Розрахунок закритої передачі проведено за допомогою ЕОМ. Розраховано зубчастий циліндричний одноступінчастий редуктор зовнішнього зачеплення з прямими зубома.

Обертальний момент на тихохідному валу 32,5 Нм.

Частота обертання тихохідного вала	99,25 об/хв.
Ресурс	10000 годин.
Режим навантаження	4
Передатне відношення редуктора	13,703

Дані отримані в результаті проектного розрахунку редуктора представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Параметри для вибору варіанта

№ п/п	Твердість, HRC		Коефіцієнт ширини вінця	Міжосьова відстань, мм	Діаметр западин, мм		Маса, кг		Колова сила, Н
	Шестерня	Колесо			Шестерня	Колесо	Шестерня	Колесо	
1	28,5	24,8	0,100	170	19,65	312,86	29,1	5,7	205
2	28,5	24,8	0,150	120	14,10	220,90	18,6	3,0	290
3	28,5	24,8	0,315	170	19,65	312,86	44,8	18,2	205
4	28,5	24,8	0,400	170	19,65	312,86	50,7	23,0	205
5	49,0	28,5	0,100	120	14,10	220,90	17,2	2,0	290
6	49,0	28,5	0,150	110	13,10	201,90	16,6	2,4	317
7	49,0	28,5	0,315	170	19,65	312,86	44,8	18,2	205
8	49,0	28,5	0,400	220	26,20	403,8	89,7	49,5	159
9	59,0	59,0	0,100	85	9,87	156,64	11,4	4,8	409
10	59,0	59,0	0,150	75	9,17	137,33	10,7	4,7	466

Як критерій оптимальності найбільше часто приймають масу виробу, а також врахуємо спів розмірність вузлів і деталей привода (електродвигуна, редуктора і колес).

Характеристика механізму:

Передатне відношення редуктора.....	13,667
Обертальний момент на: Швидкохідному валу, Нм.....	2,4
Тихохідному валу, Нм.....	32,5
Частота обертання: Швидкохідного вала, об/хв.....	1357,1
Тихохідного вала, об/хв.....	99,3
Маса Механізму, кг.....	17

Коліс, кг.....	2,4
Ступінь точності.....	8
Коефіцієнт ширини вінця.....	150
Міжосьова відстань, мм.....	110,0
Кут зчеплення, град.....	20,0
Кут нахилу зубів, град.....	0
Модуль зчеплення (нормальний), мм.....	1,0
Сили, що діють зчепленні, Н:	
Окружна (сумарна для шеврона).....	317,0
Радіальна (сумарна для шеврона).....	115,0
Осьова.....	0

Контактні напруги, Мпа:

- при номінальному навантаженні:

 розрахункові.....569,8

 допустимі.....597,7

- при максимальному навантаженні:

 розрахункові.....845,2

 допустимі.....1960,0

Таблиця 3.2. – Параметри зубчастого зчеплення

Параметри	Шестерня	Колесо
1	2	3
Число зубів	15	205
Коефіцієнт зсуву вихідного контуру	300	– 300
Ділильний діаметр,мм	15,0	205,0
Початковий діаметр,мм	15,0	205,0
Діаметр вершин зубів,мм	17,6	206,4
Діаметр западин зубів,мм	13,1	201,9
Ширина зубчастого вінця, мм	18,0	17,0
Твердість поверхні зубів, HRC	49,0	28,5

1	2	3
Напруги згину при номінальному навантаженні, Мпа: розрахункові допустимі	108,3 247,4	110,9 252,6
Напруги згину при максимальному навантаженні, Мпа: розрахункові що допускаються	238,3 1347,6	243,9 1001,0

Тоді:

$$U_{II} = U_p \cdot U_{O3II} = 13,667 \cdot 3,118 = 42,614$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_{\kappa} \cdot n_n}{1000 \cdot U_n} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 1360}{1000 \cdot 42,614} = 8,02 \text{ м/хв.}$$

$$\Delta V = \left| \frac{V - V_{\phi}}{V} \right| \cdot 100 = \left| \frac{8 - 8,02}{8} \right| \cdot 100 = 0,25\%$$

Діаметр тихохідного вала: $d \geq (5..6)\sqrt[3]{T_T} = (5..6)\sqrt[3]{32,5} = 15,9..19,1 \text{ мм.}$

Для зручності нарізування шестірні відкритої зубчастої передачі приймаємо $d = 30 \text{ мм}$; $d_{II} = d + 2t = 30 + 2 \cdot 3,5 = 37 \text{ мм}$, приймаємо посадковий розмір під підшипники $d_{II} = 40 \text{ мм}$; $d_{BII} = d_{II} + 3r = 40 + 3 \cdot 2 = 46 \text{ мм.}$

Розрахунок відкритої зубчастої передачі.

Відкрита зубчаста передача являє собою зубчасте колесо, нарізане на реборді котка візка, і шестірню, нарізану на валу тихохідного вала закритого редуктора.

Геометричні параметри зачеплення:

$$\begin{aligned} d_{ш} &= m \cdot z_{ш} = 3 \cdot 17 = 51 \text{ мм.} \\ \text{Ділильний діаметр: } d_{\kappa} &= m \cdot z_{\kappa} = 3 \cdot 53 = 159 \text{ мм.} \end{aligned}$$

Діаметр вершин зубів:

$$d_{aш} = d_{ш} + 2m(1 + x) = 51 + 2 \cdot 3(1 + 0) = 57 \text{ мм.}$$

$$d_{ак} = d_k + 2m(1 + x) = 159 + 2 \cdot 3(1 + 0) = 165 \text{ мм.}$$

Діаметр западин зубів:

$$d_{фш} = d_{ш} - 2,5m(1 + 0,8 \cdot x) = 51 - 2,5 \cdot 3(1 + 0,8 \cdot 0) = 43,5 \text{ мм.}$$

$$d_{фк} = d_k - 2,5m(1 + 0,8 \cdot x) = 159 - 2,5 \cdot 3(1 + 0,8 \cdot 0) = 151,5 \text{ мм.}$$

де $x = 1$ – коефіцієнт зсуву.

Міжосьова відстань: $a_w = \frac{d_{ш} + d_k}{2} = \frac{51 + 159}{2} = 105 \text{ мм.}$

Ширина зубчастого вінця: $b_w = a_w \cdot \psi_{ba} = 105 \cdot 0,25 = 26,25 \text{ мм.}$

де $\psi_{ba} = 0,25$ – коефіцієнт ширини зубчастого вінця.

Прийmemo $b_w = 28 \text{ мм}$ по стандартного ряду чисел.

Перевірочний розрахунок на контурну витривалість.

Вибір матеріалу шестерні і колеса:

Шестерня	Колесо
Сталь 40Х, HRC _э =45÷50, $\sigma_b=900 \text{ МПа}$, $\sigma_T=900 \text{ МПа}$	Сталь 45 поліпшена 235-262 НВ

$$\sigma_H = \frac{z_C}{a_w} \sqrt{\frac{K_H \cdot T_1 (i+1)^3}{b_w \cdot i}} \leq [\sigma]_H, \quad (3.71)$$

де $z_C = 9600$ – коефіцієнт для прямозубих передач;

K_H – коефіцієнт навантаження;

$K_{HV} = 1$ – коефіцієнт динамічного навантаження;

$K_{H\beta} = 1,05$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по лінії контакту;

$K_{H\alpha} = 1 + a \cdot (n_{ст} - 5) = 1 + 0,06 \cdot (9 - 5) = 1,24$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по лінії контакту.

$$K_H = K_{HV} \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha} = 1 \cdot 1,05 \cdot 1,24 = 1,3 \quad (3.72)$$

$$\sigma_H = \frac{9600}{105} \sqrt{\frac{1,3 \cdot 8,72 (3,118 + 1)^3}{28 \cdot 3,118}} = 275 \text{ МПа} \leq [\sigma]_H = 553 \text{ МПа}.$$

Умова виконується.

Перевірочний розрахунок на витривалість при згині.

$$\sigma_F = \frac{F_t \cdot K_F}{m \cdot b} \cdot Y_\sigma \leq [\sigma]_F, \quad (3.73)$$

де $Y_\sigma = Y_{FS} \cdot Y_\beta \cdot Y_\epsilon = 4,3 \cdot 1 \cdot 0,8 = 3,44$ – коефіцієнт форми;

$K_F = K_{FV} \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha}$ – коефіцієнт навантаження;

$K_{FV} = 1$ – коефіцієнт динамічного навантаження;

$K_{F\beta} = 1,03$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по лінії контакту;

$K_{H\alpha} = K_{F\alpha} = 1,24$ – коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по лінії контакту.

$$K_F = 1 \cdot 1,03 \cdot 1,24 = 1,28$$

$$F_t = \frac{10^3 \cdot 8,72 \cdot (3,118 + 1)}{105} = 342 \text{ Н}.$$

$$\sigma_F = \frac{342 \cdot 1,28}{3 \cdot 28} \cdot 3,44 = 5,2 \text{ МПа} \leq [\sigma]_F = 220 \text{ МПа}.$$

Умова виконується.

3.2.4. Розрахунок фундаментних болтів

Визначення сил, що діють на стик:

$$F_x = 0;$$

$$F_y = F_Q + F_G = 1,03Q + G_{кр};$$

$$G_{кр} = G_{стр} + G_{подв.кол} + G_{неподв.кол} + G_{мел} = 2729 + 1001 + 13388 + 0,3 \cdot 5000 = 18618 \text{ Н};$$

$$F_y = 5000 \cdot 1,03 + 18618 = 23768 \text{ Н};$$

$$M = (F_Q + G_{мел}) \cdot L + F_{Gстр} \cdot x;$$

$$M = (5000 + 1500) \cdot 4,5 + 2729 \cdot 1,8 = 34162 \text{ Нм}.$$

Момент опору стику.

$$W_{cm} = \frac{\pi D^3}{32}, \quad (3.74)$$

$$W_{cm} = \frac{\pi \cdot 800^3}{32} = 5,03 \cdot 10^7 \text{ мм}^3.$$

Максимальна напруга від моменту M :

$$\sigma_M = \frac{M}{W_{cm}}, \quad (3.75)$$

$$\sigma_M = \frac{34162 \text{ Нм} \cdot 1000}{5,03 \cdot 10^7 \text{ мм}^3} = 0,68 \text{ МПа}.$$

Максимальна напруга від складової F_y :

$$\sigma_F = \frac{F_y}{S_{cm}}, \quad (3.76)$$

$$\sigma_F = \frac{2 \cdot 23768}{3,14 \cdot 800^2} = 0,02 \text{ МПа}.$$

Умова нерозкриття стику:

$$\sigma_{3AT} = K \cdot (\sigma_M - \sigma_F) = 1,5 \cdot (0,68 - 0,02) = 0,99 \text{ МПа}.$$

(3.77)

де $K = 1,5$ – коефіцієнт запасу по нерозкриттю стику.

Сила затягування:

$$F_{зат} = \frac{\sigma_{зат} \cdot A_{расч}}{4 \cdot z} = \frac{0,99 \cdot 3,14 \cdot 712^2}{4 \cdot 8} = 62204 \text{ Н.} \quad (3.78)$$

де $A_{расч.} = 712 \text{ мм}^2$ – розрахункова площа болта М30;

$z = 8$ – число болтів.

Напруження в болті.

$$\sigma_B = \frac{1,3 \cdot F_{зат}}{A_{расч.}} = \frac{1,3 \cdot 62204}{712} = 113,6 \text{ МПа.} \quad (3.79)$$

Напруги, що допускаються.

$$[\sigma] = \frac{[\sigma]_0}{s} = \frac{400}{3} = 133 \text{ МПа.}$$

де

$[\sigma]_0 = 400 \text{ МПа}$ – границя текучості болта;

$s = 3$ – коефіцієнт запасу (неконтрольоване затягування).

Болти М30 підходять.

3.2.5. Розрахунок підшипників опорних вузлів

Вертикальне навантаження:

$$F_B = 1,3 \cdot Q + G_{стр} + G_{подв.кол} = 1,3 \cdot 8000 + 2729 + 1001 = 14130 \text{ Н.} \quad (3.81)$$

Горизонтальне навантаження:

$$F_{\Gamma} = \frac{Q \cdot L + (G_{\text{стр}} + G_{\text{подв.кол}}) \cdot X}{h_n} = \frac{8000 \cdot 4500 + 2729 \cdot 1800}{1650} = 24795 \text{ Н.} \quad (3.82)$$

Найбільше навантаження на ролик:

$$F_{\text{max}} = \frac{F_{\Gamma}}{2 \cdot \cos \alpha} = \frac{24795}{2 \cdot \cos 45^{\circ}} = 17532 \text{ Н.} \quad (3.83)$$

Верхня опора складається із двох підшипників: упорного і сферичного.

Розрахунок підшипників проводиться на статичну вантажопідйомність, тому що частота обертання стріли мінімальна ($n \leq 10 \text{ хв}^{-1}$).

Вибираємо сферичний радіально-упорний дворядний кульковий підшипник. Даний тип підшипників допускає більші кути перекосів під час роботи крана.

Підшипник №1120, статична радіальна вантажопідйомність $C_0 = 41,5 \text{ кН}$.

Умова придатності підшипника:

$$F_{\Gamma} \leq C_0, \\ 24795 \text{ Н} < 41500 \text{ Н.}$$

Умова виконується, підшипники проходять.

Обраний підшипник підходить по статичній вантажопідйомності.

Упорний підшипник вибирається також з умов статичної вантажопідйомності. У цьому випадку також необхідно забезпечити геометричну сумісність двох підшипників в одному опорному вузлі.

Підшипник №8216 Н. $C_0 = 188 \text{ кН}$

$$F_{\text{в}} \leq C_0, \\ 17532 \text{ Н} \leq 188000 \text{ Н.}$$

Умова виконується, підшипники проходять.

Розрахунок підшипників роликової опори.

Приймаємо кулькові однорядні радіальні підшипники №208 статична радіальна вантажопідйомність $C_0 = 17800 \text{ Н}$.

Для збільшення вантажопідйомності встановимо на вал два однакових підшипники, тоді сумарна вантажопідйомність зросте у два рази $C_\Sigma = 35600 \text{ Н}$

Умова робото здатності підшипника:

$$F_{\max} \leq C_0,$$

$$11747 \text{ Н} \leq 35600 \text{ Н}.$$

Умова виконується, підшипники проходять.

Загальний вид крана і основні його елементи наведені на 3,4,5 листах графічної частини проекту.

3.3. Технічна характеристика

Розроблена конструкція консольно-поворотного крану призначена для проведення розбирально-складальних робіт в ремонтній майстерні господарства має такі технічні характеристики, які наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Технічна характеристика крана

Назва показника	Норми
Конструкція	розбірно-зварна
Вантажопідйомність, Н	800
Висота підйому, м	4
Швидкість підйому вантажу, м/хв	8
Швидкість пересування вантажу, м/хв	8
Виліт стріли, м	4,5

3.4. Висновки

Впровадження розробленого консольно-поворотного крана дозволить значно зменшити трудомісткість проведення розбирально-складальних робіт, знизити травмування під час проведення цих робіт, підвищити якість ремонту, і як наслідок зменшити собівартість ремонту. Також актуальним є те, що для виготовлення деталей крана не потрібно спеціального обладнання, складного технологічного оснащення і інструмента.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальні відомості з охорони праці у спроектованій майстерні

Організація безпечних умов праці у ремонтній майстерні є одним із пріоритетних напрямів у забезпеченні належного виробничого процесу. Всі працівники, які будуть задіяні у виконанні ремонтно-обслуговуючих робіт, повинні пройти відповідну підготовку з питань охорони праці згідно з чинним законодавством України, зокрема Законом України «Про охорону праці», Кодексом законів про працю, а також наказами та інструкціями Міністерства охорони здоров'я і Держпраці.

Порядок проведення інструктажів з охорони праці:

1. Вступний інструктаж проводиться для всіх працівників при прийомі на роботу, незалежно від їхнього досвіду чи трудового стажу. Його проводить фахівець з охорони праці або відповідальна особа, а факт проведення інструктажу обов'язково фіксується у журналі встановленої форми.

2. Первинний інструктаж на робочому місці здійснюється безпосередньо перед початком виконання працівником своїх посадових обов'язків. Його проводить майстер або керівник дільниці. Під час інструктажу розглядаються особливості використання конкретного обладнання, технологічних процесів, можливі ризики та способи попередження нещасних випадків.

3. Повторний інструктаж проводиться не рідше одного разу на пів року та має на меті закріпити у працівників знання з охорони праці й безпеки під час виконання виробничих завдань.

4. Позаплановий інструктаж — здійснюється у випадках зміни технології, обладнання, впровадження нових нормативних документів, а також після нещасного випадку або за порушення працівником вимог охорони праці.

5. Цільовий інструктаж — проводиться у разі виконання разових робіт підвищеної небезпеки, а також у випадках ліквідації аварій та їх наслідків.

Основні заходи з охорони праці в ремонтній майстерні:

- Всі робочі місця обладнуються достатнім рівнем природного та штучного освітлення відповідно до санітарних норм.
- Ремонтні ділянки оснащуються витяжною вентиляцією для видалення шкідливих речовин і диму під час зварювальних або фарбувальних робіт.
- Усі працівники забезпечуються необхідними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ): спецодягом, захисними окулярами, рукавицями, захисними щитками, касками тощо — відповідно до характеру виконуваних робіт.
- Проведення технічного огляду та періодичне обслуговування обладнання здійснюється відповідно до встановлених нормативів.
- У майстерні передбачено обладнання аптечки першої медичної допомоги, а також план евакуації на випадок пожежі або іншої надзвичайної ситуації.
- Усі електроустановки, станки і механізми мають відповідне заземлення, захисні кожухи та попереджувальні написи.
- Працівники, які виконують зварювальні, токарні, слюсарні та інші роботи підвищеної небезпеки, проходять щорічне навчання і перевірку знань з охорони праці.

Реалізація зазначених заходів дозволить створити безпечне виробниче середовище в майстерні, мінімізувати виробничі ризики, запобігти нещасним випадкам та професійним захворюванням, що сприятиме підвищенню ефективності праці та зниженню витрат, пов'язаних з травматизмом.

4.2. Вимоги охорони праці при роботі на консольно-поворотному крані з електроталлю

Загальні вимоги до крана та оцінка його безпечності. Кран має відповідати нормам, визначеним у Правилах будови та безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів, затверджених Держтехнаглядом. Введення вантажопідйомних механізмів у експлуатацію можливе лише після їх офіційної

реєстрації та проходження технічного огляду у встановленому порядку. На підприємстві призначається відповідальна особа, яка здійснює контроль за технічним станом і безпечним використанням як кранів, так і вантажозахватних пристроїв.

Підйимально-транспортні механізми підлягають періодичному технічному огляду згідно з вимогами Правил будови та безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів. На обладнанні обов'язково мають бути закріплені таблички з реєстраційним номером, датою наступного технічного випробування та максимально допустимим вантажем.

Стрілові крани мають бути оснащені покажчиками вантажопідйомності, які відповідають довжині вильоту стріли.

Усі підйимально-транспортні пристрої перед початком роботи повинні проходити випробування на холостому ході.

Кран цього проєкту з вантажопідйомністю 800 кг не підлягає обов'язковій реєстрації в органах Держенергонагляду. Однак у разі оснащення його електричною таллю необхідно враховувати наступні вимоги:

- Конструкція електричних талів має відповідати вимогам ДСТУ EN 14492-2 (електричні талі);
- Електроталі повинні бути обладнані справними гальмівними системами та заземленням [16];
- Усі електродвигуни мають бути оснащені кінцевими вимикачами;
- Таль має бути точно відрегульована по балці за допомогою спеціальних регулювальних шайб;
- Довжина підйомного каната повинна забезпечувати опускання вантажного гака до найнижчого положення, при цьому на барабані лебідки повинно залишатися щонайменше півтора витка каната (без урахування витків під запасним фіксатором);
- Конструкція має унеможливлювати мимовільне зісковзування каната з талі, а також запобігати його заклинюванню між таллю та обіймою;

- Висота від підлоги до вантажного гака електроталі у крайньому верхньому положенні повинна бути не меншою за 3 метри;
- Таль повинна проходити зовнішній огляд не рідше одного разу на 10 днів у разі щоденного використання, а також кожного разу після тривалої перерви в роботі.

Вимоги з техніки безпеки перед початком роботи. Перед початком роботи з електроталлю особа, відповідальна за її експлуатацію, зобов'язана провести такі перевірки [17]:

- переконатися у справності гальмівної системи та кінцевого вимикача;
- перевірити цілісність електрокабелю та відсутність пошкоджень або оголених ділянок на елементах керування;
- здійснити візуальний огляд стану гака та підйомного каната;
- провести тестовий запуск електроталі на холостому ходу.

Вимоги з техніки безпеки під час роботи з електроталлю. Під час підйому контейнера з ремонтними деталями або обладнанням та його переміщення за допомогою електроталі, працівники повинні знаходитися позаду рухомої талі з вантажем, дотримуючись безпечної дистанції.

Користування електроталлю заборонено особам, які не пройшли відповідного допуску до роботи з вантажопідйомними механізмами.

Не допускається піднімати та переміщувати вантажі, маса яких перевищує допустиму вантажопідйомність консольного крана. Випробування такого крана проводяться з навантаженням, що становить 112,5% від його номінальної вантажопідйомності [16].

Вимоги з техніки безпеки після завершення роботи. Після завершення роботи електроталь необхідно повернути у вихідне положення — на початок стріли, при цьому вантажний гак має бути піднятий на таку висоту, щоб не заважати подальшій роботі з іншим обладнанням. Пульт керування слід покласти у спеціально відведене місце. У разі виникнення несправностей у пульті необхідно вимкнути рубильник, що знеструмлює систему, і викликати електромонтажника для усунення несправності [16].

4.3. Висновок

У розділі розглянуто організаційно-технічні заходи з охорони праці в умовах ремонтної майстерні. Розроблено інструкцію з безпечної експлуатації консольно-поворотного крану. Впровадження запропонованих заходів забезпечить безпечні умови праці та зменшить ризики виробничого травматизму.

5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

Необхідні для розрахунків вхідні дані представлені у додатку Б. розрахунки проведені на ПК за допомогою програми Microsoft Excel, а результати розрахунків згідно методики описаної нижче наведені в додатку В. З метою визначення економічної ефективності дипломного проекту розраховуються такі ключові показники.

5.1. Розрахунок основних показників

Загальна вартість проведених ремонтних робіт, яка визначається за формулою [18]:

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

$\Pi_{\text{ум.рем.}}$ – середня вартість одного умовного ремонту, грн.;

Q – кількість умовних ремонтів, що планується провести.

Експлуатаційні витрати, пов'язані з функціонуванням ділянки технічного обслуговування та ремонту, визначаються за формулою:

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

де: $ЗП$ – фонд заробітної плати робітників, грн.;

A – амортизаційні відрахування на обладнання, будівлі та споруди, грн.;

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

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

IB – інші витрати, які не були враховані окремо, грн.

Фонд заробітної плати обчислюється як:

$$ЗП = ЗП_{cp} \cdot K_{np} \cdot 12, \quad (5.3)$$

де $ЗП_{cp}$ – середня заробітна плата одного працівника за місяць, грн.;

12 – кількість робочих місяців на рік.

Амортизаційні відрахування розраховуються згідно з нормою амортизації:

$$A = \frac{B \cdot \lambda}{100}, \quad (5.4)$$

де B – вартість основних засобів, грн.;

λ – встановлена норма амортизації, %.

Витрати на електроенергію визначаються за формулою:

$$B_{el} = Q_{el} \cdot C_{el}, \quad (5.5)$$

де Q_{el} – річна споживана потужність устаткування, кВт;

C_{el} - тариф за 1 кВт·год, грн.

Витрати на ремонтні матеріали становлять у середньому 30% від загальної суми амортизації:

$$B_{рем} = \frac{A \cdot 30}{100}, \quad (5.6)$$

Інші витрати, які зазвичай становлять близько 3% від загальної суми експлуатаційних витрат, обчислюються так:

$$IB = \frac{(ЗП + A + B_{el} + B_{рем}) \cdot 3}{100}, \quad (5.7)$$

Наступним етапом є обчислення собівартості ремонтних робіт:

$$ПС = EB \cdot 1,02,$$

Річний прибуток від діяльності дільниці ТО та ремонту машин:

$$\Pi = (B_{zn} + B_{np}) - ПС, \quad (5.9)$$

де B_{np} – річний дохід від надання ремонтних послуг, грн.

B_{zn} - економія від відмови ремонтів за кооперацією.

Рентабельність проекту розраховується за класичною формулою:

$$P = \frac{\Pi \cdot 100}{ПС}. \quad (5.10)$$

Термін окупності інвестицій визначається так:

$$T_o = \frac{B}{\Pi}, \quad (5.11)$$

де B – обсяг капіталовкладень, грн.;

Π – чистий прибуток, грн.

5.2. Висновки до розділу 5

У результаті економічного обґрунтування встановлено, що реалізація проекту ремонтної майстерні є доцільною та ефективною. Загальний прибуток становить 2 542 617,36 грн, рівень рентабельності досягає 27,5%, що свідчить про високу економічну віддачу. Термін окупності додаткових капіталовкладень складає 4,1 роки, що підтверджує інвестиційну привабливість проекту.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті розроблено техніко-технологічне обґрунтування створення ремонтної майстерні для умов селянського (фермерського) господарства. Проведено аналіз технічного стану машинно-тракторного парку та визначено доцільність організації власної ремонтної бази для забезпечення оперативного технічного обслуговування та поточних ремонтів.

Запропоновано загальну схему технологічного процесу ремонту, визначено обсяги ремонтних робіт, які становлять 48,6 умовних ремонтів на рік, а загальна трудомісткість — 14 580,6 люд.-год. Обґрунтовано необхідний перелік виробничих ділянок, виконано розподіл трудомісткості між ними, сформовано штат майстерні в кількості 9 працівників. Вибрано основне і допоміжне обладнання, а також визначено загальну площу майстерні — 216 м².

У розділі з охорони праці передбачено систему інструктажів, засоби індивідуального захисту, заходи пожежної безпеки та розроблено інструкцію з безпечної експлуатації консольно-поворотного крану.

Економічні розрахунки показали ефективність реалізації проєкту: прибуток становить 2 542 617,36 грн, рівень рентабельності — 27,5%, а термін окупності капіталовкладень — 4,1 роки. Це підтверджує доцільність впровадження розробленої майстерні як функціонального елементу сервісної інфраструктури господарства.

Проєкт спрямований на підвищення роботоздатності техніки, скорочення простоїв та зниження витрат на обслуговування, що сприяє загальному зростанню ефективності сільськогосподарського виробництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна служба статистики України. (2024). *Сільське господарство України*. Київ: Держстат. Отримано з <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Національний науковий центр «Інститут механізації і електрифікації сільського господарства». (2022). *Аналіз технічного стану машинно-тракторного парку в умовах фермерських господарств*. Київ: ННЦ ІМЕСГ.
3. Мельянцов П. Т. Організація використання техніки за умов дефіциту матеріально - технічних ресурсів / П. Т. Мельянцов, Є. В. Калганков. // Zbiór raportów naukowych. „Inżynieria i technologia. Teoria. Praktyk Sp. z o.o. «Diamond trading tou. – 2010. – С. 84–87.
4. Хлудєєв Б.С. Шляхи оптимізації роботи дилерсько-сервісних центрів техніки John Deere / Б.С. Хлудєєв, Є.В. Калганков // Інтеграція світових наукових процесів як основа суспільного прогресу: Матеріали Міжнародної науково - практичної конференції ГО "Інститут інноваційної освіти" Науково - навчальний центр прикладної інформатики НАН України. – 2019. – С. 180–185.
5. Апостолівський район // Історія міст і сіл Української РСР : у 26 т. / Гол. ред. П. Т. Тронько. Київ, 1969. Т. 4: Дніпропетровська область; Музеї Дніпропетровської області / Упоряд.: Н. І. Капустіна, В. М. Бекетова. Дніпропетровськ, 2006. С. 113–141.
6. Калганков Є.В. Деякі проблеми гідроабразивно-втомного зносу деталей об'ємного гідроприводу мобільних машин / Є.В. Калганков // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпропетровськ: ІГТМ НАНУ. – 2013. – №108. – С. 133-142.
7. Армашов Ю.В. Надійність сільськогосподарської техніки: навчальний посібник / Ю.В. Армашов, П.К. Охмат. – Дніпропетровськ.: РВВ ДДАУ, 2008. – 208 с.
8. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.

9. Бутенко В.Г. Ремонт машин в АПК України: Організація, проектування, оптимізація: навчальний посібник / Бутенко В.Г. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 1997 р., 159 с.

10. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК: навчальний посібник / [Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та інші] – Д.: «Герда», 2014. – 100 с.

11. Мельянцов П.Т. Методичні рекомендації «Організація та технологія ремонту МТП в умовах сільськогосподарського підприємства» / Мельянцов П.Т., Калганков Є.В., Кириленко О.І. – Д.: ДДАУ, 2010. – 125 с.

12. Калганков Є.В. Проектування ремонтно-технологічної документації [Навчальний посібник. Довідкова інформація] / Є.В. Калганков, М.Г. Зайцев. Дніпро. ДДАЕУ, 2016. – 48 с.

13. Калганков Є.В. Розробка технологічного процесу відновлення деталі [Методичні рекомендації] / Калганков Є.В. – Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2013. – 75 с.

14. Дирда В.І. Довідковий посібник розрахунків механізмів сільськогосподарських та підйомно-транспортних машин: навчальний посібник / В.І. Дирда, Ю.М. Овчаренко - Дніпропетровськ, 2003. – 52 с.

15. Деталі машин: підручник / [Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков Є.І. та ін.]. – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. – 308 с.

15. Калганков, Є., (2022). Поліпшення фізико-механічних властивостей гуми шляхом її модифікації фулереном C₆₀. У: *Теоретичні та практичні питання аграрної науки, 18 травня 2022, Дніпро, Україна*. Дніпро: ДДАЕУ. с. 95–97.

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

17. Агальцов, Г. М., Лисиця, М. І., Новікова, А. В., & Калганков, Є. В. (2024). Оцінка та управління ризиками, пов'язаними з виробничим шумом та вібраціями на виробництві. У *«ПОТУРАЇВСЬКІ ЧИТАННЯ»: матеріали XXI Всеукр. наук.-техн. конф., присвяч. 102- річниці з дня народження акад. НАН України В.М. Потораєва* (с. 61-62). НТУ Дніпровська політехніка. <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/10825>

18. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с.

19. Калганков Є.В. Методичні рекомендації до виконання і оформлення дипломних проектів ОС "Бакалавр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" і дипломних робіт ОС "Магістр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" / Калганков Є.В. – Д.: ДДАЕУ, 2021. – 36 с.39.

20. ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання

ДОДАТКИ

Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Стор. №	Пар. примеч.				Документація			
				46ДП.064.100.000.ВЗ	Кран консольно-поворотний			
					Складальні одиниці			
			1	46ДП.064.101.000.СК	Опорні вузли	1		
			2	46ДП.064.102.000.СК	Металоконструкція	1		
			3	46ДП.064.103.000.СК	Механізм переміщення	1		
			4	46ДП.064.104.000.СК	Механізм підйому	1		
Підп. і дата	Взам. инд. №		5	46ДП.064.105.000.СК	Пульт керування	1		
			6	46ДП.064.106.000.СК	Підвісна ручка	1		
				Стандартні вироби				
			7		Болт М30-5.8 ГОСТ 7805-70	8		
			8		Гайка М-30 ГОСТ 5927-70	16		
			9		Шайба стопорна ГОСТ 6402-70	8		
Інд. № подл.	Підп. і дата	46ДП.064.100.000.ВЗ						
		Изм/Лист	№ докум.	Издн.	Дата			
		Разроб.	Білялийк В.Г.					
		Проб.	Толстенко О.В.					
		Нконтр.	Івль В.В.					
Інд. № подл.	Підп. і дата	Утв.	Дудін О.Ю.	Кран консольно-поворотний на колоні		Лист 1	Лист 1	Листов 1
							ДДАЕУ	

Копіював

Формат А4

[illegible]

Вихідні данні для розрахунку техніко-економічних показників проекту

Показники	Позначення показників	Проектний варіант
Обсяг ремонтних робіт, ум. рем.	Q	48,6
Вартість 1 ум. рем, грн.	Ц _{1ум рем}	173200,00
Кількість основних робітників, осіб	K _{пр}	9
Середньомісячна заробітна плата робітника з нарахуванням, грн.	ЗП _{ср}	12000,00
Вартість придбаного обладнання, грн.	Б _{пр}	21860000,00
Витрати на реконструкцію ремонтної майстерні та організацію ділянки, грн.	Б _{рек}	535000,00
Річні витрати електроенергії, кВт/рік.	Q _{ел}	96300
Ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн.	Ц _{ел}	8,20

Техніко-економічні показники проекту

Показники	Проектний варіант
Вид робіт	Ремонт
Обсяг робіт, ум. рем.	48,6
Ціна 1 ум. ремонту, грн.	173200,00
Вартість проведених ремонтів, грн.	8417520,00
Кількість основних робітників, осіб.	9
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	22395000,00
Експлуатаційні витрати всього, грн.	9049904,55
– заробітна плата з нарахуваннями, грн.	1581120,00
– амортизаційні відрахування, грн.	4935027,00
– вартість електроенергії, грн.	789660,00
– витрати на ПР та ТО, грн.	1480508,10
– інші витрати, грн.	263589,45
Повна собівартість продукції, грн	9230902,64
Загальний прибуток, грн.	2542617,36
Рівень рентабельності, %	27,5
Приріст прибутку, грн.	5425414,32
Термін окупності додаткових вкладень, років	4,1

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

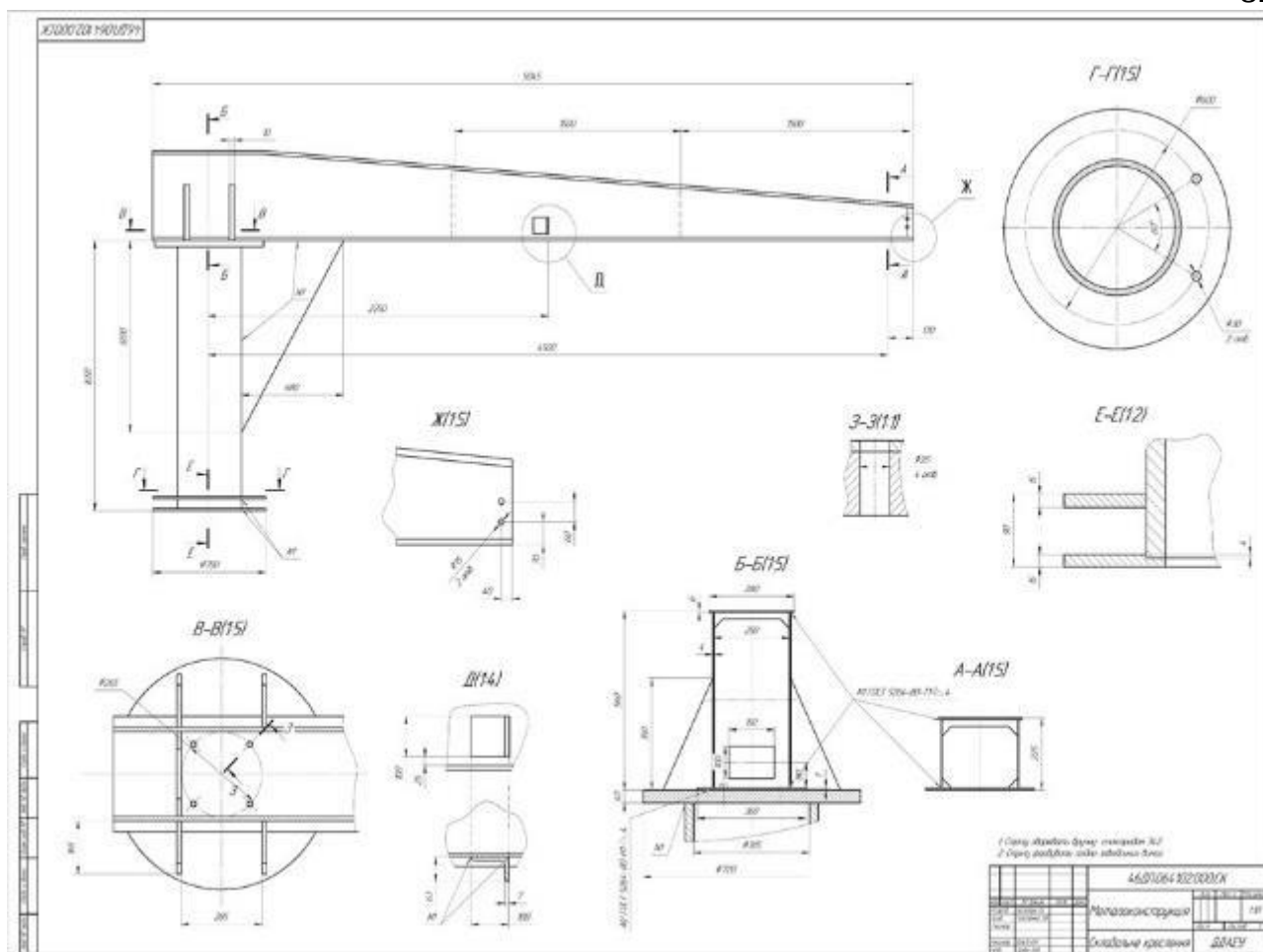
**ПРОЕКТ РЕМОНТНОЇ МАЙСТЕРНІ ДЛЯ УМОВ
СЕЛЯНСЬКОГО ФЕРМЕРСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА**

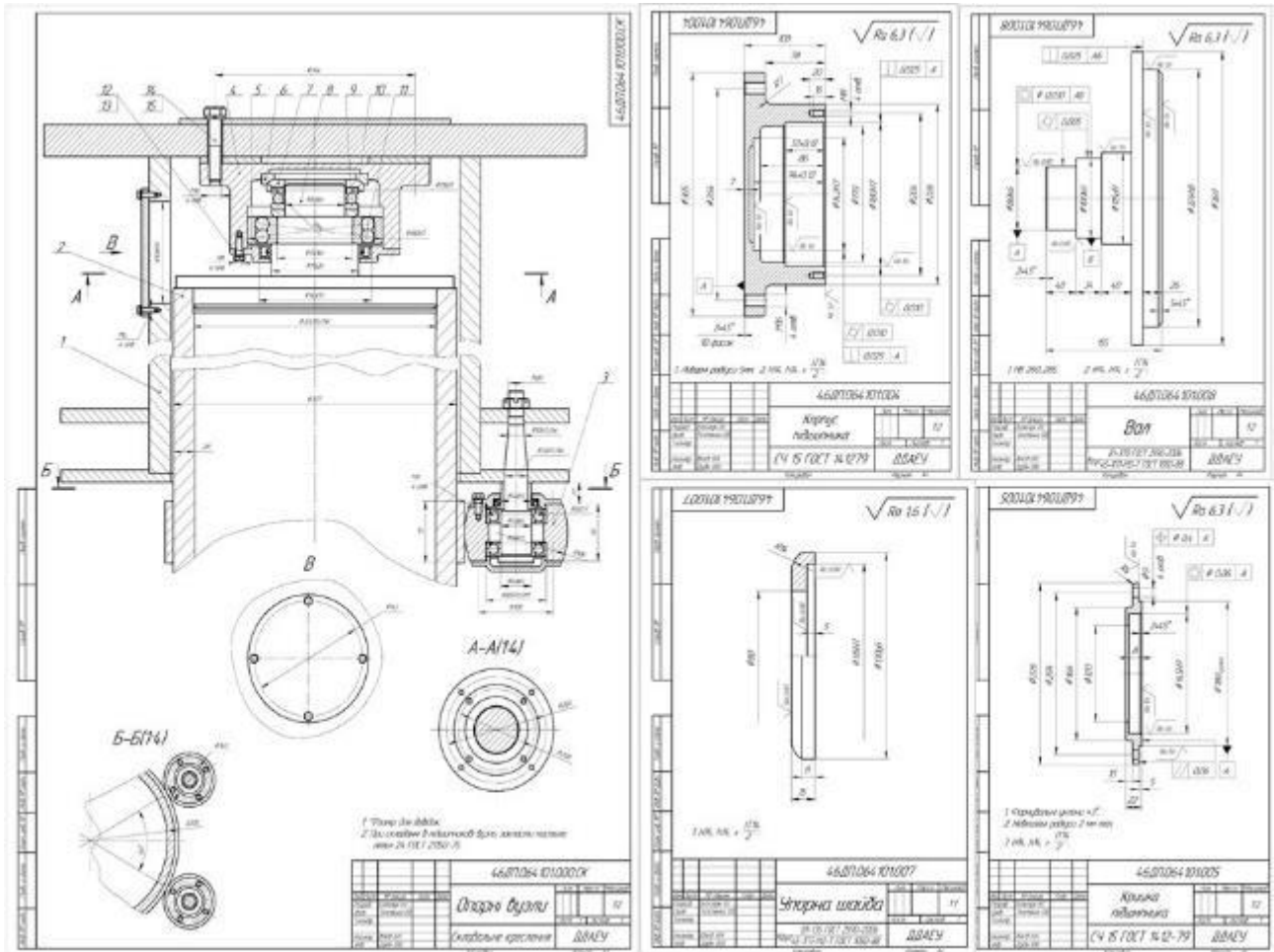
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4го курсу, групи AI-1-21
Базалук Володимир Сергійович

Керівник: доцент
Толстенко Олександр Васильович

Дніпро - 2025





3 000 000 19018971

Показники	Проектний варіант
Вид робіт	Ремонт
Обсяг робіт, ум. рем.	48,6
Ціна 1 ум. ремонту, грн.	173200,00
Вартість проведених ремонтів, грн.	8417520,00
Кількість основних робітників, осіб.	9
Обсяг додаткових капіталабкладень, грн.	22395000,00
Експлуатаційні витрати всього, грн.	9049904,55
- заробітна плата з нарахуваннями, грн.	1581120,00
- амортизаційні відрахування, грн.	4935027,00
- вартість електроенергії, грн.	789660,00
- витрати на ПР та ТО, грн.	1480508,10
- інші витрати, грн.	263589,45
Повна собівартість продукції, грн.	9230902,64
Загальний прибуток, грн.	2542617,36
Рівень рентабельності, %	27,5
Приріст прибутку, грн.	5425414,32
Термін окупності додаткових вкладень, років	4,1

4681064 100 000 Г			
Вид робіт	Ремонт	Вартість робіт	8417520,00
Обсяг робіт	48,6	Ціна 1 ум. ремонту	173200,00
Вартість робіт	8417520,00	Вартість додаткових вкладень	22395000,00
Експлуатаційні витрати	9049904,55	Приріст прибутку	5425414,32
Рівень рентабельності	27,5	Термін окупності	4,1

