

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 проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**РЕНОВАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТРАКТОРІВ У
МАЙСТЕРНЯХ ПЕРШОГО РІВНЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО
СЕРВІСУ**

Виконав : студент 4 курсу, групи АІ-2-22 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Суляєв Денис Олександрович

Керівник : _____ Васильєв Дмитро Леонідович

Рецензент : _____

Дніпро – 2026

ДНІПРОВСЬКИЙ 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)

« ____ » _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

Суляєву Денису Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: «Реновація технології поточного ремонту тракторів у майстернях першого рівня системи технічного сервісу»

керівник роботи Васильєв Дмитро Леонідович, д.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«05» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом роботи 05.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проекту Характеристика тракторного парку. Дані про існуючу виробничу базу (планування зони, площі, обладнання, рівень завантаження). Технологічні процеси ремонту тракторів (перелік операцій, трудомісткість, тривалість). Інформація про несправності агрегатів

4. Зміст розрахунково – пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Теоретичні основи та аналіз технології поточного ремонту тракторів. 2. Обґрунтування технологічних рішень та планування програми робіт. 3. Проектування стенду для розбирання і складання

трансмiсійних агрегатiв тракторiв. 4. Органiзацiйно-технiчнi заходи з охорони працi. 5. Оцiнка технiко-економiчної доцiльностi проекту. Висновки. Лiтература.

5. Перелiк графiчного матерiалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): 1. Схема технологiчного процесу (А1). 2. Планування пiдроздiлу (А1). 3. Стенд для розбирання i складання трансмiсійних агрегатiв тракторiв (А1). 4. Гiдравлiчна схема. (А1). 5. Креслення робочих деталей та складальної одиницi. (А1). 6. Зведена ефективнiсть (А1).

6. Консультанти роздiлiв проекту

Роздiл	Прiзвище, iнiцiали та посада консультанта	Пiдпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1- 4	Васильєв Д. Л., доцент		
нормоконтроль	iвлєв В. В., доцент		

7. Дата видачi завдання: _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапiв дипломного проекту	Строк виконання етапiв роботи	Примiтка
1	Аналiтичний (оглядовий)	до 05.05.2026 р.	Виконано
2	Технологiчний	до 15.05.2026 р.	Виконано
3	Конструктивний	до 28.05.2026 р.	Виконано
4	Охорона працi	до 01.06.2026 р.	Виконано
5	Економiчний	до 03.06.2026 р.	Виконано
6	Графiчна частина	до 05.06.2026 р.	Виконано

Студент

(пiдпис)

Суляєв Д. О.

(прiзвище та iнiцiали)

Керiвник роботи

(пiдпис)

Васильєв Д. Л.

(прiзвище та iнiцiали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Суляєв Д. О «Реновація технології поточного ремонту тракторів у майстернях першого рівня системи технічного сервісу» / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Технічний сервіс»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У дипломній роботі розглянуто питання підвищення ефективності поточного ремонту тракторів у умовах майстерні першого рівня системи технічного сервісу. Проведено аналіз існуючих технологій і організації ремонтних процесів, визначено їх недоліки та обґрунтовано напрями удосконалення. Розроблено технологічні рішення щодо оптимізації програми ремонтних робіт, структури майстерні, чисельності персоналу та складу обладнання.

Запропоновано конструкцію універсального гідрофікованого стенда для розбирання та складання трансмісійних агрегатів тракторів, наведено опис його будови, принципу роботи та виконано інженерні розрахунки, що підтверджують працездатність конструкції.

Розроблено організаційно-технічні заходи з охорони праці. Виконано техніко-економічне обґрунтування проектних рішень.

Ключові слова: майстерня, трактор, поточний ремонт, трансмісія, технічний сервіс, технологічне планування, стенд, гідропривід, ефективність.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТРАКТОРІВ	8
1.1. Роль технічного сервісу в забезпеченні працездатності тракторів	8
1.2. Характеристика системи технічного сервісу тракторів	10
1.4 Аналіз існуючих технологій поточного ремонту	13
1.4 Аналіз існуючої організації ремонту тракторів в майстернях господарств	15
1.5 Висновки та задачі проекту	16
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ТА ПЛАНУВАННЯ ПРОГРАМИ РОБІТ	18
2.1 Огляд передових рішень з організації та технології ремонту тракторів	18
2.2 Розрахунок загальної програми ремонтних робіт та їх трудомісткості .	21
2.3 Загальний технологічний процес ремонту тракторів.....	26
2.4 Технологічне перепланування майстерні для проведення поточного ремонт тракторів	29
2.5 Обґрунтування чисельності виробничого персоналу для виконання запланованого обсягу робіт	32
2.6 Обґрунтування кількісного складу обладнання майстерні.....	34
3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ СТЕНДУ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ І СКЛАДАННЯ ТРАНСМІСІЙНИХ АГРЕГАТІВ ТРАКТОРІВ	41
3.1 Призначення конструкції і область використання	41
3.2 Огляд аналогічних конструкцій і обґрунтованих прийнятих рішень	41
3.3 Загальна будова та опис роботи розроблюваної конструкції стенда	44
3.4 Розрахунки підтвердження працездатності конструкції.....	46
4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	52
4.1 Організація охорони праці в майстерні першого рівня системи технічного сервісу.....	52

4.2 Заходи безпеки при роботі зі стендом для розбирання і складання трансмісійних агрегатів тракторів	54
4.3 Дії при надзвичайних ситуаціях у відділеннях майстерні	56
5. ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОЄКТУ	59
ВИСНОВКИ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	64
ЛІТЕРАТУРА	67
ДОДАТКИ	68

ВСТУП

Забезпечення ефективної виробничої діяльності сільськогосподарських підприємств значною мірою залежить від технічного стану машинно-тракторного парку та рівня розвитку ремонтно-обслуговуючої бази. Важливими чинниками є наявність необхідних виробничих потужностей, сучасного технологічного обладнання та належна організація технічного сервісу [1, 2].

Незважаючи на те, що більшість господарств мають сформовану систему технічного обслуговування і ремонту, рівень її ефективності часто залишається недостатнім, що призводить до простоїв техніки, передчасного зносу вузлів і агрегатів та зниження загальної продуктивності.

Особливої актуальності набуває проблема підтримання працездатності тракторів у зв'язку зі старінням машинно-тракторного парку. Зростання кількості відмов техніки обумовлює необхідність підвищення якості та оперативності виконання ремонтно-обслуговуючих робіт. Від своєчасності проведення поточного ремонту безпосередньо залежить ефективність використання техніки та економічні показники діяльності господарства.

Важливу роль у цьому процесі відіграють ремонтні майстерні першого рівня, які забезпечують виконання основного обсягу робіт з технічного обслуговування і поточного ремонту. Їх ефективне функціонування можливе за умови достатнього оснащення технологічним обладнанням, раціональної організації виробничих процесів, наявності необхідних виробничих площ та забезпечення кваліфікованими кадрами [3, 4]

Удосконалення технології поточного ремонту тракторів є одним із ключових напрямів підвищення ефективності технічного сервісу. Це передбачає впровадження сучасних методів організації ремонтних робіт, оптимізацію технологічних процесів та підвищення рівня механізації і технічного оснащення ремонтних підрозділів.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ТА АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТРАКТОРІВ

1.1. Роль технічного сервісу в забезпеченні працездатності тракторів

Ефективність функціонування аграрного виробництва значною мірою визначається рівнем технічного забезпечення та станом машинно-тракторного парку. Трактори є базовими енергетичними засобами, що забезпечують виконання більшості технологічних операцій у рослинництві та тваринництві. У зв'язку з цим підтримання їх працездатності на належному рівні є одним із ключових чинників стабільної роботи сільськогосподарських підприємств.

Важливу роль у забезпеченні надійності та довговічності тракторів відіграє система технічного сервісу, яка включає комплекс заходів з технічного обслуговування, діагностування та ремонту машин. Основною метою технічного сервісу є запобігання передчасному зносу деталей і вузлів, своєчасне виявлення та усунення несправностей, а також підтримання техніки у працездатному стані протягом усього терміну експлуатації [5, 6].

Технічне обслуговування і ремонт у аграрному секторі мають особливе значення через специфіку умов експлуатації техніки. Трактори працюють у змінних навантаженнях, під впливом пилу, вологи, температурних коливань та інших несприятливих факторів. Це призводить до інтенсивного зношування деталей, підвищення ймовірності відмов і, як наслідок, до необхідності регулярного виконання обслуговуючих і ремонтних робіт. Належна організація технічного сервісу дозволяє зменшити кількість аварійних ситуацій, скоротити простої техніки та підвищити ефективність її використання.

Справний технічний стан тракторів безпосередньо впливає на виробничі показники господарства. Надійна робота машин забезпечує своєчасне виконання агротехнічних операцій, що є критично важливим у періоди посівної та збиральної кампаній. Порушення строків виконання робіт

через несправності техніки гарантовано обумовлює значні втрати продукції і відповідно знижує її якість. Крім того, експлуатація техніки з технічними несправностями спричиняє підвищення витрат пального, мастильних матеріалів і запасних частин, а також збільшує ризик виникнення більш складних поломок.

Раціонально організований технічний сервіс сприяє підвищенню економічної ефективності господарства. Зниження витрат на ліквідацію наслідків аварійних відмов, оптимізація витрат на ремонт і обслуговування, а також подовження строку служби техніки дозволяють зменшити собівартість виконання механізованих робіт. Таким чином, технічний сервіс є не лише технічною, але й економічною складовою діяльності підприємства [7,8].

У структурі системи технічного сервісу важливе місце займає поточний ремонт. Він спрямований на усунення незначних несправностей і відновлення працездатності окремих вузлів і агрегатів без повного розбирання машини. Поточний ремонт виконується, як правило, у міжсезонний період або безпосередньо в процесі експлуатації техніки, що дозволяє мінімізувати простої та підтримувати техніку у робочому стані.

На відміну від капітального ремонту, який передбачає повне відновлення ресурсу машини, поточний ремонт має оперативний характер і спрямований на забезпечення безперервності виробничого процесу. Його своєчасне проведення дозволяє запобігти розвитку несправностей і переходу їх у більш складні та затратні види ремонту. Саме тому ефективна організація поточного ремонту є одним із ключових елементів системи технічного сервісу.

Особливу роль у виконанні поточного ремонту відіграють майстерні першого рівня, які функціонують безпосередньо в господарствах. Вони забезпечують оперативне реагування на відмови техніки, виконання регламентних робіт і дрібних ремонтів. Рівень їх технічного оснащення, організація виробничих процесів і кваліфікація персоналу безпосередньо впливають на якість та швидкість відновлення працездатності тракторів.

Таким чином, технічний сервіс є невід'ємною складовою ефективною

експлуатації тракторів і відіграє ключову роль у забезпеченні стабільності аграрного виробництва. Особливе значення має удосконалення організації поточного ремонту як найбільш оперативного та масового виду відновлення працездатності техніки, що обумовлює необхідність подальшого розвитку та модернізації відповідних технологічних процесів.

1.2. Характеристика системи технічного сервісу тракторів

Система технічного сервісу тракторів є сукупністю організаційних, технічних і технологічних заходів, спрямованих на забезпечення працездатності машин протягом усього періоду їх експлуатації. Вона охоплює процеси технічного обслуговування, діагностування, ремонту, зберігання та матеріально-технічного забезпечення, що реалізуються на різних рівнях виробничої інфраструктури. Ефективність функціонування цієї системи визначає надійність техніки, тривалість її використання та економічні показники діяльності сільськогосподарських підприємств.

Структура системи технічного сервісу формується за ієрархічним принципом і включає сукупність виробничих підрозділів, що виконують різні за складністю види робіт. До її складу входять ремонтні майстерні господарств, спеціалізовані ремонтні підприємства, сервісні центри виробників техніки, а також постачальники запасних частин і матеріалів [8].

Основними складовими системи є: підрозділи технічного обслуговування, що здійснюють регламентні роботи; ремонтні підрозділи, які виконують поточні, середні та капітальні ремонти; служби діагностування технічного стану машин; логістичні елементи, що забезпечують постачання запасних частин, паливно-мастильних матеріалів та обладнання.

Взаємодія зазначених елементів забезпечує безперервність процесу експлуатації техніки та своєчасне відновлення її працездатності.

Залежно від складності виконуваних робіт і рівня технічного оснащення система технічного сервісу поділяється на три основні рівні (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Характеристика рівнів технічного сервісу тракторів

Рівень сервісу	Місце виконання робіт	Основні види робіт	Особливості
I рівень	Майстерні господарств	ТО, діагностування, поточний ремонт	Оперативність, універсальність
II рівень	Спеціалізовані підприємства	Ремонт агрегатів, відновлення деталей	Вища спеціалізація
III рівень	Заводи, сервісні центри	Капітальний ремонт, модернізація	Висока технологічність

Перший рівень (I рівень) представлений ремонтними майстернями безпосередньо в господарствах. На цьому рівні виконуються роботи з технічного обслуговування, діагностування та поточного ремонту тракторів. Основною його особливістю є оперативність виконання робіт і безпосередня близькість до місця експлуатації техніки.

Другий рівень (II рівень) включає спеціалізовані ремонтні підприємства або міжгосподарські ремонтні бази. Тут виконуються більш складні ремонтні роботи, зокрема відновлення окремих агрегатів і вузлів, що потребують спеціального обладнання та кваліфікованого персоналу.

Третій рівень (III рівень) представлений заводами-виробниками або великими сервісними центрами, які здійснюють капітальний ремонт техніки, її модернізацію та повне відновлення ресурсу. На цьому рівні використовуються високотехнологічні процеси, що забезпечують максимальну якість відновлення машин.

Такий розподіл дозволяє раціонально організувати ремонтно-обслуговуючі роботи, зменшити витрати та забезпечити оптимальне використання ресурсів.

Майстерні першого рівня є основною ланкою системи технічного сервісу, оскільки саме на них припадає найбільший обсяг робіт з підтримання працездатності тракторів. Вони розташовані безпосередньо у сільськогосподарських підприємствах і функціонують у тісному зв'язку з виробничими процесами. (табл.1.2).

Таблиця 1.2 – Функції майстерень першого рівня

№з/п	Функція	Зміст
1	Технічне обслуговування	Виконання регламентних робіт
2	Діагностування	Визначення технічного стану
3	Поточний ремонт	Усунення несправностей
4	Заміна деталей	Відновлення працездатності
5	Підготовка техніки	До сезону та зберігання

До характерних особливостей майстерень першого рівня належать: універсальність виконуваних робіт; обмежений рівень спеціалізації; використання переважно універсального обладнання; необхідність оперативного реагування на відмови техніки; залежність від наявності матеріально-технічних ресурсів у господарстві.

Організація роботи таких майстерень повинна забезпечувати мінімальні простоти техніки та швидке усунення несправностей, що є особливо важливим у періоди пікових навантажень.

Основними функціями майстерень першого рівня є: виконання технічного обслуговування тракторів; проведення діагностування технічного стану; здійснення поточного ремонту машин і їх складових частин; заміна зношених або пошкоджених деталей; регулювання та налагодження вузлів і механізмів; підготовка техніки до сезонної експлуатації та зберігання.

Разом з тим, майстерні першого рівня мають певні обмеження, які впливають на їх ефективність. До них належать: недостатній рівень оснащення спеціалізованим обладнанням; обмежені виробничі площі; дефіцит висококваліфікованих кадрів; обмежені можливості виконання складних ремонтних робіт; залежність від зовнішніх постачальників запасних частин.

У зв'язку з цим частина ремонтних робіт, що потребують високої точності або спеціалізованого обладнання, передається на другий або третій рівні системи технічного сервісу.

Таким чином, система технічного сервісу тракторів має багаторівневу структуру, яка забезпечує ефективне виконання ремонтно-обслуговуючих робіт різної складності. Особливе значення у цій системі мають майстерні

першого рівня, від ефективності функціонування яких значною мірою залежить безперебійність роботи машинно-тракторного парку та загальна результативність діяльності сільськогосподарського підприємства.

1.4 Аналіз існуючих технологій поточного ремонту

Поточний ремонт тракторів є складовою частиною системи технічного сервісу, спрямованою на відновлення працездатності машин шляхом усунення несправностей, що виникають у процесі експлуатації. Існуючі технології виконання поточного ремонту в сільськогосподарських підприємствах сформувалися на основі тривалого практичного досвіду, проте в багатьох випадках потребують удосконалення через обмежений рівень механізації та застарілу організацію виробничих процесів.

У практиці ремонтного виробництва поточний ремонт тракторів, як правило, виконується за індивідуально-агрегатним методом. Його сутність полягає у виявленні несправного вузла або агрегату, його демонтажі, ремонті або заміні та подальшому встановленні на машину. Технологічний процес включає діагностування технічного стану, розбирання, дефектацію деталей, відновлення або заміну елементів, складання та регулювання.

У більшості господарств застосовуються спрощені технологічні схеми без використання високоточного діагностичного обладнання, що призводить до значної частки ручних операцій та підвищення трудомісткості робіт [4, 9, 10].

Організація поточного ремонту у майстернях першого рівня здебільшого базується на бригадному або індивідуальному методі виконання робіт. Ремонтні операції виконуються універсальними робітниками або невеликими бригадами, що обслуговують увесь машинно-тракторний парк господарства.

Виробничий процес, як правило, не має чіткої потокової організації, що ускладнює планування завантаження робочих місць. Ремонтні роботи часто виконуються за фактом виникнення несправності, що призводить до

нерівномірного навантаження майстерні та зниження загальної ефективності використання трудових ресурсів.

Матеріально-технічна база майстерень першого рівня переважно включає універсальне обладнання загального призначення. Серед основних засобів можна виділити: слюсарні верстаки та інструмент; домкрати, підйомні механізми та кран-балки; обладнання для змащування та заправки; прості засоби діагностики; зварювальне та різальне обладнання.

У більшості випадків відсутнє сучасне діагностичне обладнання, стенди для випробування агрегатів, а також спеціалізовані пристрої для ремонту окремих систем трактора, що обмежує можливості точного визначення технічного стану машин.

Аналіз існуючих технологій поточного ремонту дозволяє виділити низку характерних недоліків, які знижують ефективність ремонтно-обслуговуючих процесів.

Основними з них є: значна тривалість виконання ремонтних робіт через низький рівень механізації; відсутність чіткої потокової організації виробництва; високий рівень ручної праці та залежність від кваліфікації виконавців; недостатня точність діагностування технічного стану агрегатів; підвищене зношення обладнання через інтенсивну експлуатацію; обмежені можливості відновлення складних вузлів у межах майстерень господарств; нерівномірне завантаження ремонтних підрозділів протягом року.

Зазначені недоліки призводять до збільшення простоїв техніки, підвищення витрат на ремонт та зниження загальної ефективності використання машинно-тракторного парку.

Таким чином, існуючі технології поточного ремонту тракторів у майстернях першого рівня характеризуються переважно традиційним підходом до організації робіт, недостатнім рівнем механізації та обмеженою технологічною оснащеністю. Це зумовлює необхідність їх удосконалення шляхом впровадження сучасних методів діагностування, раціональної організації виробничих процесів та оновлення матеріально-технічної бази ремонтних підрозділів.

1.4 Аналіз існуючої організації ремонту тракторів в майстернях господарств

Організація ремонту тракторів у майстернях сільськогосподарських підприємств є важливою складовою системи технічного обслуговування машинно-тракторного парку. Її ефективність безпосередньо впливає на рівень технічної готовності техніки, тривалість простоїв та загальну продуктивність господарства [6, 7, 8].

У більшості господарств ремонт тракторів здійснюється на базі власних ремонтно-обслуговуючих майстерень, які виконують як планові види технічного обслуговування, так і поточний ремонт. Як правило, структура таких майстерень включає дільниці з діагностики, розбирання та складання агрегатів, зварювально-ковальські роботи, а також складські приміщення для зберігання запасних частин і витратних матеріалів.

Організація ремонтного процесу в умовах господарств часто має змішаний характер. Частина робіт виконується за планово-попереджувальною системою, однак значний обсяг ремонтів виникає через відмови техніки в процесі експлуатації. Це свідчить про недостатній рівень прогнозування технічного стану машин та обмежене використання сучасних засобів діагностики.

Матеріально-технічна база майстерень у багатьох господарствах є застарілою та не завжди відповідає сучасним вимогам. Обладнання часто має низький рівень механізації та автоматизації, що призводить до підвищення трудомісткості ремонтних робіт і збільшення їх тривалості. Крім того, спостерігається нестача спеціалізованого інструменту та стендів для якісного відновлення складних вузлів і агрегатів тракторів.

Важливою проблемою є також кадрове забезпечення ремонтних підрозділів. У багатьох господарствах відчувається дефіцит кваліфікованих слюсарів-ремонтників та інженерно-технічного персоналу, що негативно впливає на якість виконання ремонтних робіт і дотримання технологічної дисципліни.

Логістика запасних частин і матеріалів у межах господарства часто є

недостатньо ефективною. Відсутність оптимізованої системи планування потреб призводить до затримок у виконанні ремонтів та збільшення часу простою тракторів.

Отже, аналіз існуючої організації ремонту тракторів у майстернях господарств свідчить про наявність низки проблем, пов'язаних із технічним оснащенням, організацією виробничих процесів та кадровим забезпеченням. Підвищення ефективності ремонтної бази можливе шляхом модернізації обладнання, впровадження сучасних методів діагностики, удосконалення системи планово-попереджувального ремонту та підвищення кваліфікації персоналу.

1.5 Висновки та задачі проекту

Проведений аналіз технічного сервісу та особливостей поточного ремонту тракторів показав, що існуючі технології ремонту в господарствах потребують удосконалення через низький рівень механізації та організації виробництва.

Метою дипломного проекту є підвищення ефективності організації та виконання поточного ремонту тракторів у майстерні першого рівня технічного сервісу сільськогосподарського підприємства шляхом удосконалення технологічного процесу, раціоналізації виробничої структури та обґрунтування необхідного рівня технічного оснащення, що дозволить зменшити трудомісткість ремонтних робіт, скоротити простої техніки та підвищити її експлуатаційну надійність.

Задачі проекту:

- виконати аналіз сучасних прогресивних методів і способів організації робіт з поточного ремонту тракторів у сільськогосподарських підприємствах та визначити найбільш доцільні з них для практичного застосування;
- обґрунтувати виробничу програму виконання поточного ремонту тракторів та розрахувати загальну трудомісткість ремонтних робіт;

- здійснити раціональне перепланування найбільш завантажених відділень ремонтної майстерні з метою підвищення ефективності виробничого процесу;

- виконати розрахунок необхідної кількості основного технологічного обладнання для перепланованих відділень та підібрати допоміжні засоби оснащення;

- розробити конструктивні рішення щодо недостаючих засобів технологічного оснащення для реалізації запроєктованого технологічного процесу та виконати розрахунки, що підтверджують їх працездатність;

- розробити комплекс заходів з охорони праці;

провести техніко-економічне обґрунтування запропонованих рішень.

2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ТА ПЛАНУВАННЯ ПРОГРАМИ РОБІТ

2.1 Огляд передових рішень з організації та технології ремонту тракторів

Основний обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт у сільськогосподарських підприємствах виконується в ремонтних майстернях та пунктах технічного обслуговування тракторів, які належать до першого рівня ремонтно-обслуговуючої бази. Саме на цьому рівні здійснюється переважна частина робіт з поточного ремонту, технічного обслуговування та часткового відновлення працездатності тракторів і їх агрегатів.

Капітальний ремонт техніки, як правило, виконується на спеціалізованих ремонтних підприємствах другого та третього рівнів, що дозволяє забезпечити глибоке відновлення ресурсу машин із застосуванням високотехнологічного обладнання та спеціалізованих технологічних процесів. У ряді випадків районні станції технічного обслуговування тракторів можуть виконувати окремі види поточних ремонтів енергонасичених тракторів та регламентне технічне обслуговування за договірними зобов'язаннями між господарствами та ремонтними підприємствами.

Організація ремонтних робіт у господарствах потребує чіткого визначення технологічної стратегії, яка включає вибір методу ремонту, способу виконання робіт та форми організації праці. Від правильності цього вибору залежить ефективність використання машинно-тракторного парку, рівень простоїв техніки та економічні витрати на її утримання.

У майстернях першого рівня найбільшого поширення набули не знеособлений та агрегатний методи ремонту. Не знеособлений метод передбачає, що всі деталі та вузли після ремонту встановлюються на той самий трактор, з якого вони були демонтовані. Його основною перевагою є максимальне використання деталей, що зберегли працездатність у межах

допустимого зносу. Це дозволяє підвищити загальну надійність машини та забезпечити кращу “прив’язку” відремонтованих вузлів до конкретного агрегату [9].

Водночас істотним недоліком цього методу є значна тривалість ремонту, оскільки трактор перебуває у майстерні до повного завершення відновлення всіх його вузлів і систем. Це призводить до збільшення простоїв техніки, що є критичним у періоди напружених польових робіт.

З метою усунення цього недоліку широко застосовується агрегатно-вузловий ремонт. Його сутність пояснюється заміною не працездатних вузлів на працездатні - нові чи відремонтовані. Демонтовані вузли надалі можуть ремонтуватися в умовах господарства або передаватися на спеціалізовані підприємства в порядку кооперації.

Застосування агрегатного методу дозволяє суттєво скоротити час простою тракторів, підвищити коефіцієнт їх технічної готовності та покращити організацію ремонтного процесу. Разом з тим, до недоліків цього методу слід віднести можливу неоднорідність якості відновлених агрегатів, оскільки ремонт виконується на різних підприємствах з різним рівнем технологічного оснащення та кваліфікації персоналу. Це може впливати на довговічність роботи тракторів у подальшій експлуатації.

Певне зниження витрат на ремонт можливе за рахунок виконання частини відновлювальних робіт безпосередньо в господарстві, однак це потребує достатнього рівня матеріально-технічної бази та наявності кваліфікованих кадрів.

Організація ремонтного процесу значною мірою залежить від обсягу виробничої програми та номенклатури техніки. У практиці ремонтного виробництва застосовуються два основні способи організації виконання робіт: тупиковий і потоковий.

Тупиковий спосіб передбачає виконання всього комплексу робіт з розбирання, ремонту та складання трактора на одному робочому місці. При цьому виникає необхідність багаторазового переміщення деталей і вузлів між різними дільницями, що знижує продуктивність праці та збільшує загальну

тривалість ремонту. Даний спосіб доцільно застосовувати при невеликих обсягах виробництва або при ремонті складної, металоємної техніки.

Потоковий спосіб організації ремонту базується на розподілі технологічного процесу на окремі операції, що виконуються на спеціалізованих робочих постах у визначеній технологічній послідовності. Використання поточкових ліній, транспортних засобів та спеціалізованого обладнання дозволяє значно підвищити продуктивність праці та скоротити тривалість виробничого циклу.

Застосування поточкового способу є економічно доцільним у великих ремонтних підприємствах із значною річною програмою, тоді як у господарських майстернях можливе використання лише окремих його елементів для підвищення ефективності роботи.

Важливим елементом організації ремонтного виробництва є форма організації праці. У ремонтній практиці виділяють три основні форми: бригадну, постову та бригадно-постову.

Бригадна форма передбачає виконання всього комплексу ремонтних робіт однією бригадою виконавців. Вона характеризується відсутністю чіткого розподілу праці між працівниками, що призводить до нерівномірного навантаження та зниження продуктивності. Крім того, така форма часто супроводжується підвищеними витратами запасних частин і недостатньо високою якістю виконаних робіт.

Постова форма організації базується на поділі технологічного процесу на окремі операції або групи операцій, які виконуються на спеціалізованих робочих місцях. Це дозволяє забезпечити більш глибоку спеціалізацію виконавців, підвищити продуктивність праці та стабілізувати якість ремонту.

Бригадно-постова форма поєднує переваги двох попередніх. Частина робіт виконується ремонтною бригадою безпосередньо на тракторі, а складні або спеціалізовані операції — на окремих постах із відповідним обладнанням. Такий підхід забезпечує більш гнучку організацію виробництва та підвищує ефективність використання трудових ресурсів.

Умови сільськогосподарських підприємств найбільш відповідають застосуванню бригадної або бригадно-постової форми організації праці, тоді як постова форма є характерною для спеціалізованих ремонтних підприємств із масовим характером виробництва.

Таким чином, аналіз передового досвіду організації та технології ремонту тракторів дозволяє зробити висновок про доцільність застосування комбінованого підходу, що передбачає використання агрегатного методу ремонту, тупикового способу виконання робіт та бригадно-постової форми організації праці. Така стратегія забезпечує раціональне поєднання оперативності, якості та економічної ефективності ремонтних процесів у умовах сільськогосподарських підприємств.

2.2 Розрахунок загальної програми ремонтних робіт та їх трудомісткості

Оптимальна програма ремонту для майстерень першого рівня об'єктів ремонтно-обслуговуючої бази на сьогоднішній буде орієнтована не тільки на кількісний склад власного тракторного парку, а також і парку тракторів поруч розміщених підприємств. Це обумовлюється дійсним технічним станом матеріальної технічної бази даних господарств, що суттєво впливає на організацію проведення поточних ремонтів для існуючим майстерень з метою їх завантаження для оптимально ефективного функціонування.

В зв'язку з цим згідно теорії масового обслуговування, підраховуємо максимальну відстань, при якій поточний ремонт тракторів доцільно проводити в майстерні першого рівня з технічного сервісу тракторів [10]:

$$l \leq \frac{c \cdot t_0}{2}, \quad (2.1)$$

де l – відстань в км; c – середня швидкість доставки техніки, км/год.
($c = 5 \text{ км/год}$);

t_0 – час очікування початку обслуговування або ремонту трактора, год. ($t_0 = 8 \text{ год.}$).

$$l \leq \frac{5 \cdot 8}{2} = 20 \text{ км.}$$

Таким чином майстерня першого рівні з технічного сервісу тракторів буде обслуговувати підприємства та господарства, які розташовані на відстані не більш ніж 20 км, а кількісний склад їх тракторного парку наведено в (таблиці 2.1).

Таблиця 2.1 – Кількісний склад тракторного парку, що обслуговується майстернею

№ з/п	Група тракторів	Марка (приклад)	Кількість, од.	Частка від загалу, %
1	Трактори класу 1,4	МТЗ-892, МТЗ-920, МТЗ-952 та аналоги	18	36
2	Трактори середнього класу 2–3	Т-150К, ХТЗ-170, аналоги	10	20
3	Імпортні енергонасичені трактори	John Deere, Case IH, New Holland	12	24
4	Мала та допоміжна техніка	малі фермерські трактори	10	20

Дані таблиці 2.1 відображають структуру тракторного парку, який обслуговується ремонтною майстернею першого рівня технічного сервісу. Загальна кількість техніки становить 50 одиниць, що включає як трактори вітчизняного виробництва, так і сучасні імпортні машини.

Найбільшу частку становлять трактори класу 1,4 (36 %), які є найбільш поширеними у сільськогосподарських підприємствах та використовуються для виконання основного комплексу польових робіт. Трактори середнього класу 2–3 становлять 20 % парку та застосовуються для виконання більш енергоємних технологічних операцій.

Імпортні енергонасичені трактори складають 24 % загальної кількості та характеризуються підвищеною складністю конструкції, що обумовлює специфічні вимоги до їх технічного обслуговування та ремонту. Частка малої та допоміжної техніки становить 20 %, що пов'язано з розвитком

фермерських господарств та використанням універсальних машин малої потужності.

Такий склад тракторного парку забезпечує різноманітність ремонтних робіт та формує змішану структуру навантаження на ремонтну майстерню, що необхідно враховувати при розрахунку виробничої програми та трудомісткості поточного ремонту.

З урахуванням середньорічної інтенсивності експлуатації та нормативної частоти виникнення поточних ремонтів приймається, що кожен трактор потребує в середньому 0,5–0,6 ремонту на рік:

$$N_p = N_{mpi} \cdot K_{кр}, \quad (2.2)$$

де N_p - річна кількість ремонтів, од; N_{mpi} - кількість тракторів i -тої марки, од.; $K_{кр}$ - коефіцієнт кратності ремонту, ($K_{кр} = 0,5 - 0,6$).

Річна кількість ремонтів для тракторів марки МТЗ-892, МТЗ-920, МТЗ-952 становить:

$$N_p^{ЮМЗ} = 18 \cdot 0,55 = 10 \text{ рем.}$$

Розрахунки кількості поточних ремонтів для інших тракторів проводяться аналогічно а їх результати представлено в (табл.2.2).

Таблиця 2.2 – Кількісний склад тракторного парку та річна кількість поточних ремонтів

№ з/п	Група тракторів	Марка (приклад)	Кількість, од.	Частка, %	Середня кратність ремонту за рік	Кількість ремонтів, од./рік
1	Трактори класу 1,4	МТЗ-892, МТЗ-920, МТЗ-952	18	36	0,55	10
2	Трактори середнього класу 2–3	Т-150К, ХТЗ-170 та аналоги	10	20	0,60	6

Закінчення табл.2.2

3	Імпортні енергонасичені трактори	John Deere, Case IH, New Holland	12	24	0,50	6
4	Мала та допоміжна техніка	фермерські трактори малої потужності	10	20	0,40	4
	Разом		50	100		26

У таблиці 2.2 представлено структуру тракторного парку, який обслуговується ремонтною майстернею першого рівня технічного сервісу. При формуванні складу техніки враховано сучасні тенденції оновлення машинно-тракторного парку.

До першої групи віднесено сучасні моделі МТЗ-892, МТЗ-920 та МТЗ-952, які є модернізованими представниками класу 1,4 і характеризуються підвищеною потужністю, покращеними експлуатаційними показниками та відповідністю сучасним вимогам агровиробництва.

Інші групи тракторів включають середній клас вітчизняної техніки, імпорتنі енергонасичені машини та малогабаритну техніку, що широко використовується у фермерських господарствах.

Загальна кількість поточних ремонтів становить 26 одиниць на рік, що відображає реальне навантаження на майстерню та використовується як база для подальшого розрахунку трудомісткості ремонтних робіт і формування виробничої програми.

Такий склад машинно-тракторного парку забезпечує змішану структуру навантаження ремонтного підрозділу та дозволяє врахувати особливості як вітчизняної, так і імпоротної техніки при організації процесів поточного ремонту.

Річна трудомісткість поточного ремонту визначається за формулою:

$$T_{\text{зар}} = \sum (N_i \cdot t_i), \quad (2.3)$$

де $T_{\text{зар}}$ – загальна трудомісткість ремонтних робіт, люд.-год; N_i – кількість ремонтів i -го типу тракторів за рік, од.; t_i – трудомісткість одного

поточного ремонту і-го типу трактора, люд.-год. для тракторів моделі ЮМЗ -
 $t_i = 310 \text{ люд.-год.}$

Для тракторів марки ЮМЗ загальна трудомісткість буде дорівнювати:

$$T_{\text{заг}}^{\text{ЮМЗ}} = 10 \cdot 310 = 3100 \text{ люд.-год}$$

Аналогічно проводяться розрахунки трудомісткості ремонту для інших марок тракторів, їх результати представлено в (табл.2.3).

Таблиця 2.3 – Трудомісткість ремонту тракторів

№ з/п	Група тракторів	Марка (приклад)	Кількість ремонтів, од./рік	Трудомісткість одного ремонту, люд.-год	Трудомісткість ремонту, люд.-год
1	Трактори класу 1,4	МТЗ-892, МТЗ-920, МТЗ-952 та аналоги	10	310	3100
2	Трактори середнього класу 2–3	Т-150К, ХТЗ-170, аналоги	6	380	2280
3	Імпортні енергонасичені трактори	John Deere, Case IH, New Holland	6	410	2460
4	Мала та допоміжна техніка	малі фермерські трактори	4	180	720
Всього			26	-	8560

Аналіз даних таблиці 2.3 показує, що річна трудомісткість поточних ремонтів тракторів у майстерні становить 8560 люд.-год, що характеризує фактичне завантаження ремонтного підрозділу.

Найбільшу частку в структурі трудомісткості займають трактори класу 1,4 (МТЗ-892, МТЗ-920, МТЗ-952 та аналоги). На їх частку припадає 3100 люд.-год, що становить приблизно 36 % загального обсягу робіт. Це пояснюється значною кількістю таких машин у господарствах та їх інтенсивною експлуатацією.

Другу за обсягом групу становлять трактори середнього класу 2–3, для яких трудомісткість ремонту складає 2280 люд.-год. Незважаючи на меншу

кількість ремонтів порівняно з першою групою, підвищена складність конструкції обумовлює більшу трудомісткість одного ремонту.

Імпортні енергонасичені трактори (John Deere, Case IH, New Holland) формують 2460 люд.-год, що є одним із найбільших показників у структурі. Це пов'язано з високою технологічною складністю агрегатів, використанням електронних систем керування та підвищеними вимогами до діагностики і ремонту.

Найменшу частку становить мала та допоміжна техніка - 720 люд.-год, що обумовлено відносно простою конструкцією та меншою трудомісткістю ремонтних операцій.

Організація ремонту тракторної техніки вимагає реалізації комплексу обслуговуючих процесів. Вони охоплюють ремонт верстатів і стендів майстерні, створення та лагодження спецпристроїв, локальне виробництво окремих запчастин, а також інші дрібні операції.

Їх об'єм становить 22% від загальної трудомісткості ремонтних робіт:

$$T_{дон} = 0,22 \cdot T_{заг} = 0,22 \cdot 8560 = 1883,2 \text{ люд.} - \text{год} , \quad (2.4)$$

Сумарна трудомісткість річних робіт визначиться за формулою:

$$T_{сум} = T_{заг} + T_{дон} = 8560 + 1883,2 \approx 10500 \text{ люд.} - \text{год} , \quad (2.5)$$

Таким чином, сумарна трудомісткість річних робіт з урахуванням допоміжних процесів становить $T_{сум} = 10500 \text{ люд.} - \text{год}$, що необхідно враховувати при подальшому проектуванні чисельності персоналу, виборі технологічного обладнання та організації виробничих площ.

Отримані результати підтверджують доцільність удосконалення організації поточного ремонту тракторів у майстерні першого рівня з метою підвищення ефективності використання трудових і виробничих ресурсів.

2.3 Загальний технологічний процес ремонту тракторів

Технологічний процес поточного ремонту тракторів у майстерні першого рівня виконується за встановленою послідовністю операцій і починається з первинної підготовки трактора, яка включає зовнішнє очищення та мийку. Дана операція виконується на спеціалізованому посту поза межами ремонтної зони з метою видалення забруднень, полегшення подальшого діагностування та забезпечення безпечного виконання розбиральних робіт.

Після очищення трактор направляється на пост передремонтного діагностування, де проводиться комплексна оцінка його технічного стану. Метою діагностики є визначення фактичного стану основних систем, уточнення обсягу ремонтних робіт, запобігання зайвому демонтажу справних вузлів та оцінювання залишкового ресурсу агрегатів.

Передремонтному контролю підлягають основні функціональні системи трактора, зокрема: силова установка (двигун); трансмісія; гідравлічна система; електрообладнання; ходова частина.

За результатами діагностування визначається обсяг ремонтних робіт і маршрут проходження трактора по технологічних постах.

Трактор надходить на універсальний пост поточного ремонту, оснащений підйомно-транспортними засобами, інструментом та технологічною оснасткою. Розбирання виконується відповідно до технологічних карт з урахуванням результатів діагностики.

Демонтаж здійснюється послідовно: спочатку знімаються навісні елементи та легкодоступні вузли, далі – агрегати двигуна, трансмісії, гідросистеми та кабіна. Демонтажу підлягають лише ті складальні одиниці, ремонт яких безпосередньо на тракторі неможливий або економічно недоцільний.

Зняті агрегати передаються на відповідні спеціалізовані робочі місця для подальшого очищення, дефектації та ремонту. Допускається залишкова забрудненість поверхонь не більше встановлених нормативних значень,

контроль яких здійснюється візуально та за потреби лабораторними методами.

Очищені вузли та деталі надходять на ремонтні дільниці майстерні. Основні види робіт включають: слюсарно-механічне відновлення посадкових поверхонь; ремонт за методом ремонтних або відновлювальних розмірів; зварювально-наплавочні операції для відновлення зношених поверхонь; механічну обробку відновлених елементів.

Деталі з незначним зношенням відновлюються в межах майстерні, тоді як елементи прецизійних спряжень або складні вузли з високими вимогами до точності направляються на спеціалізовані ремонтні підприємства.

Відремонтовані агрегати повертаються на пост складання, де виконується комплектування трактора. На цьому етапі здійснюється: заміна непридатних деталей на нові або відновлені; вхідний контроль відремонтованих вузлів; підгонка та узгодження спряжень; монтаж агрегатів на шасі трактора.

Складання виконується у зворотній послідовності до розбирання з обов'язковим дотриманням технологічних карт. Монтаж важких та габаритних вузлів здійснюється із застосуванням вантажопідйомних засобів. Контроль геометричних параметрів виконується за допомогою контрольно-вимірювального інструменту.

Після складання трактор проходить етап регулювання основних систем: двигуна, трансмісії, гальмівної системи та гідравліки. Регулювальні роботи виконуються на спеціалізованому посту з використанням діагностичного обладнання.

Далі проводиться обкатка трактора, яка здійснюється у два етапи: холостий режим роботи; режим часткового навантаження.

Під час обкатки контролюються температурні режими, тиск у системах, рівень шуму та відсутність витоків робочих рідин. У разі виявлення відхилень обкатка зупиняється для усунення несправностей.

Після успішного завершення випробувань трактор підлягає остаточному очищенню, знежиренню та фарбуванню місць відновленого

покриття. Завершальним етапом є контроль відповідності технічного стану вимогам нормативно-технічної документації та оформлення приймально-здавальної документації.

Запропонована технологічна послідовність поточного ремонту забезпечує раціональне використання виробничих ресурсів, скорочення часу простою техніки та підвищення якості відновлення тракторів у майстернях першого рівня технічного сервісу.

2.4 Технологічне перепланування майстерні для проведення поточного ремонту тракторів

З метою забезпечення необхідної пропускну здатності центральної ремонтної майстерні та підвищення ефективності виконання ремонтних робіт передбачається її часткове перепланування з орієнтацією на виконання поточного ремонту тракторів.

Розглядувана майстерня виконана за типовим проектом ТП 816-174 і розрахована на обслуговування машинно-тракторного парку з кількістю до 50 одиниць техніки. В її склад входить ремонтно-монтажне відділення з трьома постами (один пост технічного обслуговування та два пости поточного ремонту), а також низка спеціалізованих дільниць: ковальсько-зварювальна, слюсарно-механічна, дільниця ремонту гідравлічних агрегатів і паливної апаратури, електротехнічна дільниця, акумуляторна, складські та побутові приміщення.

Для підвищення ефективності виконання поточного ремонту передбачається удосконалення планувальної структури майстерні відповідно до розробленого технологічного процесу. Зокрема, у ремонтно-монтажному відділенні замість поста технічного обслуговування організовується пост первинного розбирання та очищення вузлів, а також додаткові робочі місця для комплектування агрегатів і ремонту трансмісійних систем. Існуючі два пости поточного ремонту зберігаються без змін і використовуються за призначенням. Для забезпечення вантажопідйомних операцій у ремонтно-

монтажному відділенні передбачається встановлення мостового електричного крана вантажопідйомністю 3,2 т. Зона агрегатної ділянки та пост комплектування додатково обслуговується консольно-поворотним краном вантажопідйомністю 1,4 т, що забезпечує зручність переміщення вузлів і деталей у межах робочих зон.

Технологічний процес поточного ремонту починається з встановлення трактора на універсальному посту розбирання. Демонтовані вузли та агрегати розміщуються на спеціальних підставках або транспортуються на відповідні ділянки залежно від їх технічного стану.

Справні елементи можуть залишатися на зберіганні, тоді як несправні направляються на ремонтні підрозділи майстерні. Великогабаритні вузли (кабіни, облицювання, крила тощо) розміщуються в окремій зоні тимчасового зберігання або передаються на зварювально-ковальську ділянку для виконання відновлювальних робіт.

Очищення деталей здійснюється із застосуванням спеціалізованих мийних установок, розміщених безпосередньо в зоні ремонтно-монтажних робіт, що дозволяє скоротити виробничий цикл і зменшити транспортні операції.

Після очищення деталі та вузли підлягають технічному контролю та дефектації. Для цього на ділянці організовано пост контролю, оснащений вимірювальними плитами, комплектом контрольного інструменту та шафами для зберігання вимірювальних засобів.

На цьому ж посту виконуються операції комплектування вузлів перед складанням, що дозволяє забезпечити узгодженість деталей за технічними параметрами.

Ремонт двигунів, коробок передач, головних передач, карданних валів та інших складних агрегатів виконується на агрегатній ділянці. Для цього застосовуються спеціалізовані стенди-кантувачі для розбирання та складання двигунів, а також стенди для регулювання та перевірки трансмісійних вузлів.

Після завершення ремонтних операцій відновлені вузли подаються на пост складання. Складання виконується у технологічній послідовності з

обов'язковим дотриманням монтажних вимог: забезпечення правильного встановлення агрегатів, регулювання натягу приводів, герметизації з'єднань та перевірки рухомості механізмів керування.

У випадку виконання складних ремонтів (заміна елементів трансмісії, відновлення рами тощо) трактор підлягає обов'язковій контрольній обкатці. Тривалість випробувань становить 70–100 хвилин із поступовим навантаженням на передачі.

Після завершення випробувань виконується заключне очищення, фарбування відновлених поверхонь та остаточний технічний контроль.

Для обґрунтування структури майстерні виконується розподіл трудомісткості ремонтних робіт за дільницями з метою визначення чисельності персоналу та потреби в технологічному обладнанні. Розподіл трудомісткості виконується у відсотковому відношенні від загального обсягу робіт і подається у (таблиці 2.4).

Таблиця 2.4- Розподілення трудомісткості по дільницям

№ з/п	Назва дільниці	Трудомісткість в % від загальної	Трудомісткість люд-год.
1	Ковальсько-зварювальна	12	1260
2	Слюсарно-механічна	14	1470
3	Ремонту агрегатів	20	2100
4	Ремонтно-монтажна	38	3990
5	Діагностування та технічного обслуговування	5,2	546
6	Ремонт агрегатів електрообладнання	4,8	504
7	Ремонт гідроагрегатів, агрегатів паливної системи	6,0	630
Всього		100	10500

Аналіз даних таблиці 2.4 показує, що найбільшу частку трудомісткості займає ремонтно-монтажна дільниця – 38 % (3990 люд.-год). Це пояснюється виконанням на ній основного обсягу розбирально-складальних операцій, монтажу та демонтажу агрегатів, а також завершальних етапів ремонту тракторів. Дана дільниця є ключовою у технологічному процесі та визначає загальну пропускну здатність майстерні.

Другим за навантаженням є дільниця ремонту агрегатів – 20 % (2100 люд.-год). Тут виконуються відновлювальні роботи з двигунами, трансмісією та іншими складними вузлами, що потребують високої кваліфікації персоналу та спеціалізованого обладнання.

Слюсарно-механічна дільниця (14 %, 1470 люд.-год) та ковальсько-зварювальна дільниця (12 %, 1260 люд.-год) також мають значне навантаження, що пов'язано з необхідністю механічного відновлення деталей та виконання зварювально-наплавочних робіт для усунення зношування.

Спеціалізовані дільниці забезпечують меншу, але технологічно важливу частку робіт. Зокрема, ремонт гідроагрегатів і паливної системи становить 6 % (630 люд.-год), а ремонт електрообладнання – 4,8 % (504 люд.-год). Це пояснюється високою складністю та точністю робіт, які потребують спеціального діагностичного обладнання.

Найменшу частку займає дільниця діагностування та технічного обслуговування – 5,2 % (546 люд.-год), що пов'язано з її допоміжним характером у загальному технологічному процесі поточного ремонту.

Таким чином, розподіл трудомісткості характеризується переважанням робіт ремонтно-монтажного та агрегатного напрямків, що відповідає структурі поточного ремонту тракторів у майстерні першого рівня. Отримані результати є основою для подальшого розрахунку чисельності виробничого персоналу та обґрунтування складу технологічного обладнання кожної дільниці.

2.5 Обґрунтування чисельності виробничого персоналу для виконання запланованого обсягу робіт

Для розрахунку кількості персоналу для майстерні при проведенні поточних ремонтів тракторів використаємо вихідні дані: річна трудомісткість $T_{PIЧ} = 10500 \text{ люд.-год}$

При розрахунку кількості робітників застосуємо дві величини: технологічно необхідну (явочну) та штатну (спискову). Вихідні дані:

$T_{PIЧ} = 10313 \text{ люд.} - \text{год}; \Phi_n \text{ (номінальний фонд часу)} = 2015 \text{ год};$

$\Phi_o \text{ (дійсний фонд часу)} \approx 1840 \text{ год.}; K_{вн} \text{ (коефіцієнт виконання норм)} = 1,05.$

Явочна чисельність (N_y):

$$N_y = \frac{T_{piч}}{\Phi_n \cdot K_{вн}} = \frac{10500}{2015 \cdot 1,05} = 4,96 \approx 5 \text{ роб.}, \quad (2.6)$$

Приймаємо 5 осіб.

Штатна чисельність ($N_{шт}$):

$$N_{шт} = \frac{T_{piч}}{\Phi_o \cdot K_{вн}} = \frac{10500}{1840 \cdot 1,05} = \frac{10500}{1932} = 5,5 \approx 6 \text{ роб.}, \quad (2.7)$$

Технологічна кількість основних робітників для поточного ремонту тракторів складе 6 осіб. Проведемо розподілення кількісного складу слюсарів за видами робіт, трудомісткість яких наведена в (табл. 2.4), застосувавши вираз (2.7). Результати розподілу представлено в (табл.2.5).

Таблиця 2.5 - Розрахунок кількості робітників за видами робіт

№ з/п	Найменування (робіт)	Трудомісткість, люд.-год	Розрахункова кількість (Рт)	Прийнята кількість (Рп)
1	Ковальсько-зварювальна	1260	0,65	1
2	Слюсарно-механічна	1470	0,76	1
3	Ремонту агрегатів	2100	1,08	1
4	Ремонтно-монтажна	3990	2,06	2
5	Діагностування та технічного обслуговування	546	0,28	-
6	Ремонт агрегатів електрообладнання	504	0,26	-
7	Ремонт гідроагрегатів, агрегатів паливної системи	630	0,32	1
Всього		10500	6	6

Аналіз таблиці 2.5 показує, що загальна розрахункова чисельність виробничих робітників становить 6 осіб, що відповідає прийнятому складу

персоналу майстерні. Разом з тим, розподіл трудомісткості між дільницями є нерівномірним, що впливає на ефективність використання робочого часу.

Найбільше навантаження припадає на ремонтно-монтажну дільницю (3990 люд.-год; 2,06 робітника), де прийнято 2 працівники. Це обґрунтовано значним обсягом розбирально-складальних робіт.

Дільниця ремонту агрегатів (2100 люд.- год; $P_k = 1,08$) та слюсарно-механічна (1470 люд.- год; $P_k = 0,76$) також мають значне завантаження, проте укомплектовані лише одним працівником кожна, що може призводити до перевантаження у пікові періоди.

Слюсаря з ковальсько-зварювальної дільниці планується довантажувати роботами з ремонту агрегатів і залучанням його до робіт в ремонтно-монтажному відділенні ($P_k = 0,65 + 0,08 + 0,06 = 0,79$).

Слюсаря з ремонт гідроагрегатів паливної системи долучати до робіт з діагностування та технічного обслуговування та ремонт агрегатів електрообладнання ($P_k = 0,28 + 0,26 + 0,32 = 0,86$).

Узагальнені результати розрахунку свідчать, що коефіцієнт завантаження працівників перебуває в інтервалі ($P_k = 0,76 - 1,00$), що відповідає допустимим значенням для ремонтного виробництва та забезпечує достатньо рівномірний розподіл робіт з урахуванням особливостей технологічного процесу.

2.6 Обґрунтування кількісного складу обладнання майстерні

Вибір виду ремонтно-технологічного обладнання, обґрунтування його кількості та раціональне закріплення за робочими місцями є ключовими етапами організації виробничого процесу у відділенні. Надмірна кількість обладнання призводить до його неповного завантаження, зростання витрат на утримання та нераціонального використання виробничих площ. Водночас недостатнє оснащення спричиняє неможливість виконання запланованого обсягу робіт у встановлені строки.

Підібрані засоби оснащення повинні забезпечувати виконання технологічних операцій та контроль якості ремонтних робіт відповідно до вимог, закріплених за конкретним робочим місцем. У випадку, коли річна трудомісткість робіт не перевищує ефективний річний фонд часу роботи обладнання, його кількість приймається виходячи з технологічної доцільності. Вибір типу та моделі устаткування визначається характером виконуваних операцій.

Число мийних машин періодичної дії визначається за виразом [10]:

$$N_{м.} = \frac{M \cdot t}{\Phi_{до} \cdot g \cdot \zeta_0 \cdot \zeta_t}, \quad (2.8)$$

де M - сукупна маса складальних вузлів і деталей, які направляються на очищення протягом звітного року, кг; t - час виконання очисної операції одного завантаження машини, год., ($t < 0,5$ год.); $\Phi_{до}$ - розрахунковий річний корисний час використання мийної ємності за заданого змінного графіка, год., ($\Phi_{до} = 1500$ год); g - вага деталей, які одночасно завантажуються в ванну, кг., ($g = 300$ кг); ζ_0 - коефіцієнт, враховуючий одночасне завантаження мийної машини по вазі, залежить від конфігурації машини і габаритів деталі, ($\zeta_0 = 0,6 \dots 0,8$); ζ_t - коефіцієнт використання ванни за часом ($\zeta_t = 0,90 \dots 0,95$).

Сумарну масу деталей і складальних одиниць, що підлягають очищенню, визначають розрахунковим шляхом за відповідною залежністю [10]:

$$M = \beta_1 \cdot Q_{TP}^1 \cdot N_{TP} + \beta_2 \cdot Q_{ДВ}^1 \cdot N_{ДВ}, \quad (2.9)$$

де β_1, β_2 - Вагові коефіцієнти, які враховують відношення маси очищуваних елементів до повної конструктивної ваги двигуна, ($\beta_1 = 0,4 \dots 0,6$, $\beta_2 = 0,6 \dots 0,8$); $Q_{TP}^1, Q_{ДВ}^1$ - конструктивна вага трактора та дизеля відповідно,

кг., ($Q_{TP}^1 = 5200 \text{ кг.}$, $Q_{ДВ}^1 = 800 \text{ кг.}$); N_{TP} , $N_{ДВ}$ - кількість ремонту тракторів і двигунів, шт., ($N_{TP} = N_{ДВ} = 26 \text{ од.}$)

$$M = 0,6 \cdot 5200 \cdot 26 + 0,8 \cdot 800 \cdot 26 = 97760 \text{ кг}$$

Розрахункова чисельність одиниць мийного обладнання дорівнюватиме:

$$N_M = \frac{97760 \cdot 0,5}{1500 \cdot 300 \cdot 0,6 \cdot 0,9} = 0,4 \text{ маш.}$$

Для виконання операцій очищення складальних одиниць і деталей доцільно прийняти одну мийну установку моделі *ОМ – 1366Г – 01*.

Чисельність зварювальних постів (одиниць обладнання) визначають за універсальною залежністю:

$$N_{ZO} = \frac{T_3}{\Phi_{ДО} \cdot \kappa_B}, \quad (2.10)$$

де T_3 - тривалість операцій зі зварювання і наплавлення на протязі року, год. (для ремонту деталей тракторів $T_3 = 720 \text{ люд.} - \text{год.}$); $\Phi_{ДО}$ - ефективний фонд часу роботи одиниці зварювального обладнання, год., ($\Phi_{ДО} = 1500 \text{ год.}$); κ_B - показник корисного використання робочого часу обладнання, $\kappa_B = 0,70 \dots 0,80$.

$$N_{ZO} = \frac{720}{1500 \cdot 0,7} = 0,70 \approx 1 \text{ пост}$$

Отже, для виконання електрозварювальних операцій доцільно передбачити одну одиницю зварювального обладнання на базі трансформатора типу СТН-500.

Щоб забезпечити виконання завершальних операцій з випробування коробок зміни передач, потрібна така кількість стендового устаткування:

$$S_c = \frac{N_p \cdot t_g \cdot c}{\Phi_{до} \cdot \eta_{см}}, \quad (2.13)$$

де t_g - час випробування коробки передач з врахуванням монтажних робіт, ($t_g = 2,3 - 2,7$ год.); c - коефіцієнт, враховуючий можливість повторного випробування і обкатки, ($c = 1,1$); $\eta_{см}$ - коефіцієнт завантаження обладнання, ($\eta_{см} = 0,80 \dots 0,85$); $\Phi_{до}$ - дійсний річний фонд часу роботи ремонтного підприємства, ($\Phi_{до} = 1500$ год); N_p - число ремонтів, ($N_p = 26$ од.).

$$S_c = \frac{260 \cdot 2,7 \cdot 1,1}{1500 \cdot 0,8} = 0,1 \approx 1 \text{ стенд}$$

Зважаючи на отримані результати, для забезпечення випробувального процесу призначається одна одиниця обладнання для обкатки КПП.

Число одиниць технологічного устаткування для розбирання та наступного монтажу коробок зміни передач складає:

$$S_c^{кп} = \frac{N_{КП} \cdot t_{p-c} \cdot c}{\Phi_{до} \cdot \eta_c}, \quad (2.10)$$

де $N_{КП}$ - кількість коробок передач, які підлягають розбираються та складаються в процесі ремонту, од. ($N_{КП} = 26$ од.); t_{p-c} - час на розбирання і складання агрегату ($t_{p-c} = 7,2$ люд.-год.); c - коефіцієнт для повторного розбирання та складання, ($c = 1,3$); η_c - коефіцієнт використання стенду ($\eta_c = 0,8$).

$$S_c = \frac{26 \cdot 7,2 \cdot 1,3}{1500 \cdot 0,8} = 0,2 \approx 1 \text{ стенд}, \quad (2.11)$$

Отже, для виконання розбиральних та монтажних робіт обираємо один пост, оснащений стендом для коробок зміни передач.

З огляду на відносно невелику трудомісткість верстатних операцій, у майстерні доцільно передбачити встановлення одного основного верстата. Зазвичай перевагу надають токарно-гвинторізному верстату типу 1A145. Разом з тим, у процесі ремонту виникає потреба у виконанні свердлильних робіт, що зумовлює необхідність застосування свердлильного верстата моделі 2A125. Додатково передбачається використання фрезерного верстата типу 4B165. Заточувальні верстати приймаються за типовими рекомендаціями без проведення спеціальних розрахунків.

Все інше обладнання приймається згідно технології проведення робіт і наводиться в додатках роботи.

Проектування загального технологічного процесу з поточного ремонту тракторного парку дало можливість провести технологічне перепланування майстерні (рис.2.1).

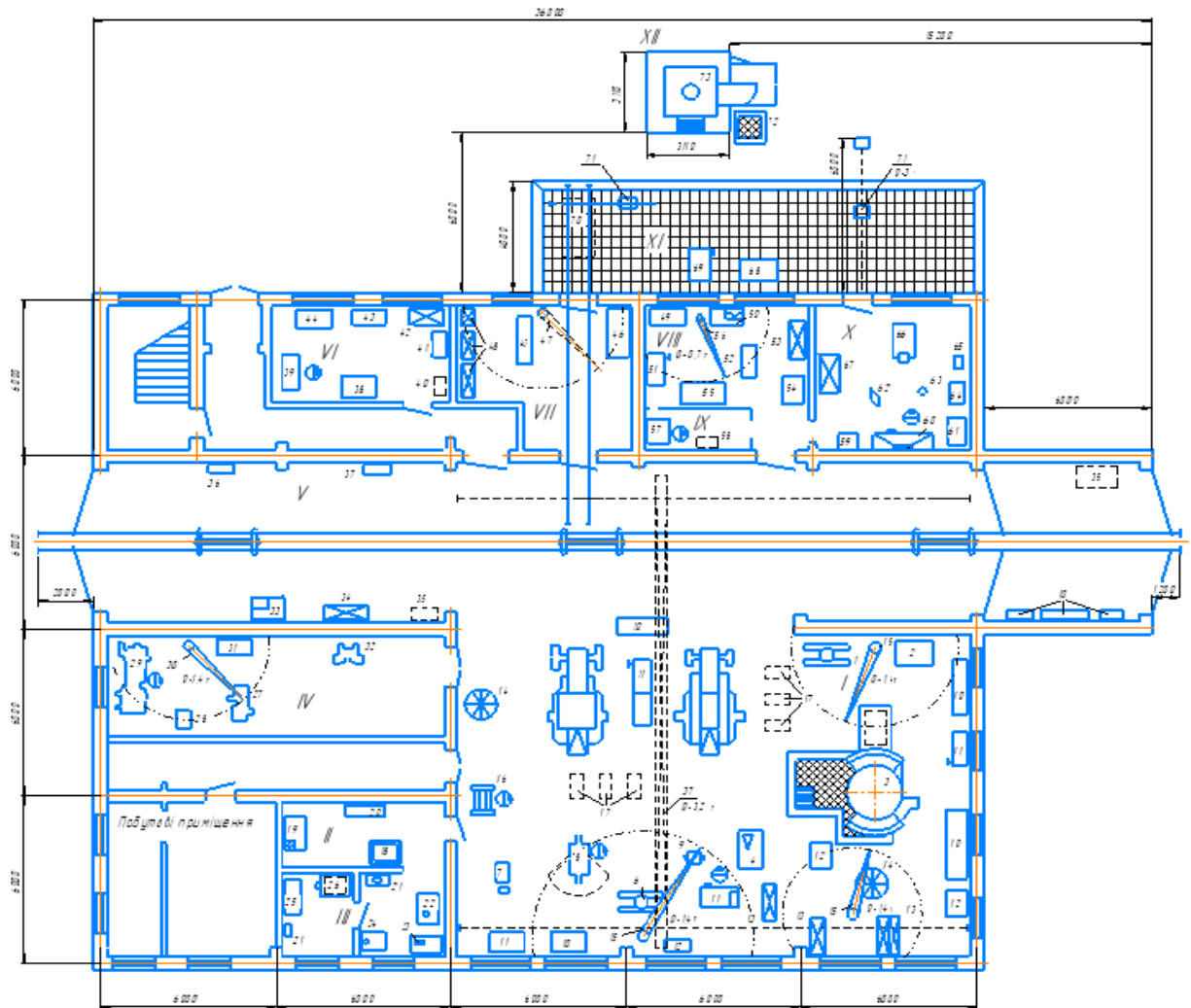


Рисунок 2.1 – Технологічне планування майстерні

Технологічним рішенням передбачена організація на ремонтно-монтажному відділенні поста з розбирання та миття деталей, поста з комплектування деталей, ділянки з ремонту агрегатів трансмісії, та обґрунтувати кількість основного та допоміжного обладнання.

Таке розміщення виробничих підрозділів забезпечує зменшення загального виробничого циклу тривалості знаходження тракторів в ремонті.

Висновки по розділу.

1. Аналіз сучасних підходів до організації ремонту тракторів показав, що найбільш ефективним для умов сільськогосподарських підприємств є поєднання агрегатного методу ремонту з елементами бригадно-постової організації праці, що забезпечує скорочення простоїв техніки та підвищення рівня технічної готовності машинно-тракторного парку.

2. Встановлено, що виробнича програма майстерні першого рівня формується не лише за рахунок власного тракторного парку, а й з урахуванням техніки суміжних господарств, що дозволяє раціонально завантажити ремонтну базу. Загальна річна кількість поточних ремонтів становить 26 одиниць, а сумарна трудомісткість робіт - 10500 люд. - год, що є достатнім для ефективного функціонування майстерні.

3. Розподіл трудомісткості за виробничими дільницями показав домінування ремонтно-монтажних (38 %) та агрегатних (20 %) робіт, що визначає ключову роль цих підрозділів у загальному технологічному процесі ремонту тракторів і формує основні вимоги до їх оснащення та організації.

4. Розрахунок чисельності персоналу встановив потребу у 6 основних виробничих робітниках. Виявлено нерівномірність навантаження між дільницями, яка компенсується частковим суміщенням функцій і довантаженням працівників суміжними видами робіт, що забезпечує коефіцієнт завантаження в межах 0,76–1,0 та є допустимим для ремонтного виробництва.

5. Обґрунтування потреби в технологічному обладнанні підтвердило доцільність прийняття мінімально необхідної кількості основних засобів (мийна установка, зварювальне обладнання, випробувальні стенди та базовий комплект верстатів), що забезпечує виконання повного циклу ремонтних робіт при раціональному використанні виробничих площ і зниженні експлуатаційних витрат.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА ПРОЄКТУВАННЯ СТЕНДУ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ І СКЛАДАННЯ ТРАНСМІСІЙНИХ АГРЕГАТІВ ТРАКТОРІВ

3.1 Призначення конструкції і область використання

В технології виконання ремонтних робіт для складових трансмісій та ходових частин тракторів значна частина технологічних операцій пов'язана з розбиранням і складанням вузлів, що характеризуються значною масою, складною конструкцією та високими вимогами до точності монтажу. Виконання таких операцій без застосування спеціалізованих засобів механізації призводить до зниження продуктивності праці, підвищення трудомісткості та ризику пошкодження деталей.

Запропонований стенд призначений для механізації процесів розбирання та складання основних складальних одиниць трансмісії тракторів, зокрема коробок передач, муфт зчеплення та інших аналогічних агрегатів. Використання конструкції забезпечує зручне позиціонування вузлів, їх надійну фіксацію та безпечне виконання ремонтних операцій.

Область застосування розробленого стенда охоплює ремонтні підрозділи різного рівня, а саме: дільниці з ремонту агрегатів трансмісії спеціалізованих ремонтних підприємств, станції технічного обслуговування тракторів, ремонтно-монтажні відділення центральних ремонтних майстерень, а також ремонтні майстерні сільськогосподарських підприємств.

Застосування даного обладнання дозволяє підвищити рівень механізації ремонтних процесів, скоротити тривалість виконання розбирально-складальних робіт та забезпечити стабільну якість відновлення агрегатів трансмісії тракторів.

3.2 Огляд аналогічних конструкцій і обґрунтованих прийнятих рішень

Якість виконання ремонтних робіт агрегатів трансмісії значною мірою визначається рівнем технологічного оснащення робочих місць, дотриманням

регламентованих операцій та наявністю спеціалізованого обладнання і пристосувань. Використання сучасних засобів механізації дозволяє підвищити продуктивність праці ремонтного персоналу, зменшити фізичне навантаження та забезпечити стабільну якість складання і розбирання вузлів.

Одним із перспективних напрямків удосконалення ремонтного виробництва є застосування універсальних стендів, які дозволяють виконувати широкий спектр розбирально-складальних операцій без необхідності використання окремих спеціалізованих пристроїв. Особливо доцільним це є для майстерень із невеликим обсягом виробничої програми, де встановлення вузькоспеціалізованого обладнання є економічно недоцільним через низький рівень його завантаження.

Промисловістю випускається стенд ОПР-2157А, призначений для розбирання, складання та регулювання муфт зчеплення тракторів (зокрема МТЗ, ЮМЗ). Основу становить зварна рама або плита, на якій закріплено пневматичний або гвинтовий нажимний пристрій. Стенд забезпечує стиснення нажимних пружин корзини зчеплення, що дозволяє безпечно викрутити болти та розібрати вузол.

До позитивних якостей конструкції відноситься висока ремонтпридатність та низька вартість виготовлення. Добре підходить для найбільш розповсюджених тракторів середнього класу (МТЗ, ЮМЗ). Компактність: Не займає багато місця в майстерні.

До недоліків слід віднести низька продуктивність, більшість операцій з фіксації виконуються вручну, недостатня потужність нажимного пристрою для роботи з муфтами важкої техніки.

Для роботи з муфтами зчеплення великих тракторів (наприклад, Т-150К, К-700) застосовується спеціалізований стенд ОР-13151. Він відрізняється наявністю потужнішого привода (часто гідравлічного або пневмогідравлічного), оскільки пружини муфт важких тракторів мають велике зусилля стиснення. Має систему універсальних захватів (прихватів), які можна регулювати під різні діаметри корзин.

Посилена конструкція захватів запобігає самовільному вивільненню стиснутих пружин, що характеризує надійність роботи конструкції.

Недоліками конструкції стенда являється вузька спеціалізація. Орієнтований переважно на важку техніку, незручний для дрібних вузлів. Потребує підключення потужної пневмо - або гідролінії. Велика маса: Стенд є стаціонарним і важким у переміщенні.

Більш сучасною модифікацією для широкого спектра сільськогосподарської техніки є стенд - ОПР-2827. Його конструкція містить робочий стіл із центральним отвором для встановлення оправки, що центрує диски. Привід зазвичай пневматичний. Дозволяє проводити не тільки збирання, а й попереднє регулювання положення відтискних важелів (лапок) зчеплення, що критично важливо для коректної роботи трансмісії

Наявність у стенда ОПР-2827 вбудованих пристроїв для точного регулювання відтискних важелів (лапок) забезпечує високу точність робіт. Зручне розташування органів керування пневмоприводом знижує втому оператора, забезпечує краще центрування дисків, що збільшує ресурс муфти після ремонту.

Недоліками конструкції є її складність, що потребує більш кваліфікованого обслуговування (пневмосистема, прецизійні напрямні).

Окремо слід відзначити розробки науково-дослідних інститутів, які пропонують спеціалізовані стенди та пристосування для ремонту гідравлічних коробок передач. Водночас такі конструкції орієнтовані переважно на великі ремонтні підприємства з високою річною програмою і не завжди є доцільними для застосування в умовах господарських майстерень через складність, вартість та недостатню універсальність.

Таким чином, аналіз існуючих рішень свідчить, що основним недоліком промислових стендів є їх вузька спеціалізація та обмежена адаптивність до різних умов ремонту. Це зумовлює необхідність розроблення більш універсальної конструкції, здатної забезпечити виконання як вертикальних, так і горизонтальних пресових операцій.

У зв'язку з цим прийнято рішення щодо розробки гідрофікованого універсального станда, який забезпечує механізацію розбирально-складальних процесів агрегатів трансмісії тракторів.

3.3 Загальна будова та опис роботи розроблюваної конструкції станда

На основі проведеного аналізу існуючих конструкцій стендів, які застосовуються при ремонті агрегатів трансмісії тракторів, розроблюється конструкція станда, загальний вид якої представлено на (рис.3.1).

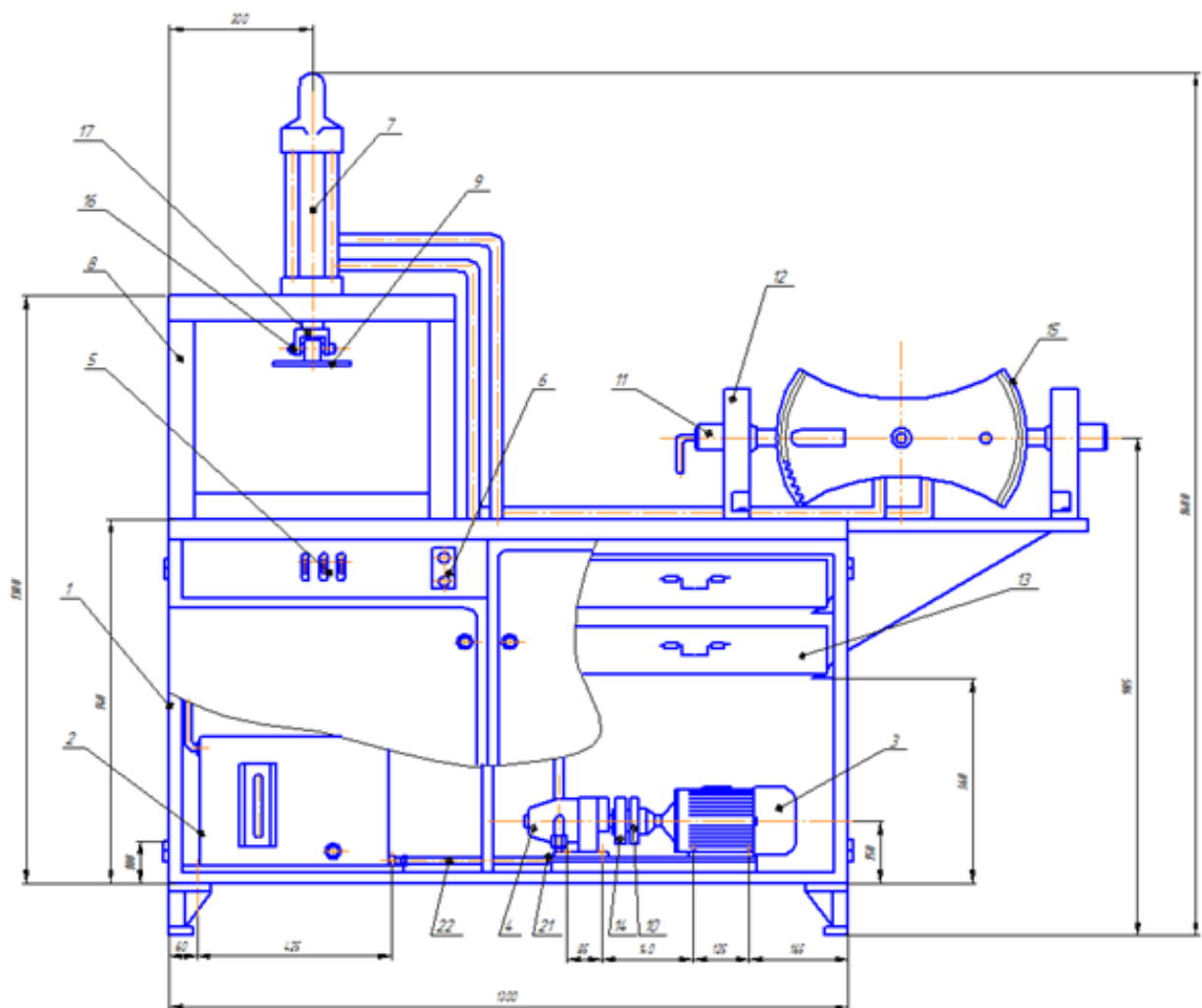


Рис. 3.1 - Загальний вид конструкції станда для розбирання та складання агрегатів трансмісії тракторів: 1- рама; 2- бак гідравлічний; 3- електродвигун; 4-гідронасос; 5- гідророзподільник; 6- кнопочний пост; 7- гідроциліндр; 8- каркас; 9-прижимна плита; 10- муфта; 11-рукоятка; 12- кронштейн; 13- ящик; 14- стійка; 15-ведений барабан; 16- палець; 17- оправка

Стенд складається із: зварної рами 1, на столі якої встановлено каркас 8 з гідроциліндром 7, які застосовуються для проведення пресових операцій при розбирання та складання муфт зчеплення, запресування та розпресування підшипників, шестерень на вали агрегатів трансмісії трактора.

На штоці гідроциліндра 7 розміщується оправка 17, яка служить для закріплення на ній різних деталей в залежності від конфігурації деталі, яка підлягає пресовим операціям.

Для складання та розбирання блоків фрикційних муфт на рамі 1 стенда закріплюється ведений барабан 15 з гідроциліндром 7 на кронштейнах 12. Гідроциліндр 7 приводиться в дію гідравлічною насосною станцією, до якої входить електродвигун 3, гідронасос 4, гідророзподільник 5 та гідробак 2.

Складання фрикційної муфти проводять слідуючим чином. До веденого барабана 15 встановлюють ведучий барабан, відомі і ведучі диски, стакани і пружини.

Для запобігання пошкодження резинової ущільнювальної манжети на торець ступиці ведучого барабана надівають оправку.

При складанні муфти отвори на ведучому барабані 15 і нажимному дискі, а також виріз зубів в ведучих дисках повинні співпадати і не заважати встановленню дух монтажних болтів М6.

Повернувши ручку гідророзподільника 5, встановлюють шток гідроциліндра в крайнє положення, на нажимний диск установлюють наставку, а в отвір штока встановлюють палець.

Переміщуючи шток гідроциліндра в зворотному напрямку стискають пружини і пакет дисків. Якщо товщина пакета знаходиться в допустимих границях, то складну муфту стягують двома монтажними болтами М6, піднімають шток гідроциліндра і знімають муфту з основи пристрою.

Таким чином запропоноване конструкція стенда значно зменшує трудомісткість виконання робіт, покращує умови праці роботи та значно покращує якість ремонтних робіт, а простота конструкції забезпечує його надійність і зручність використання.

3.4 Розрахунки підтвердження працездатності конструкції

Основною складовою, яка забезпечує працездатність стенду для ремонту коробок передач, являється гідравлічна система. Її працездатність і можливість забезпечення вихідних параметрів, що задовольняють умови проведення ремонтних, обумовлюються обґрунтованим вибором основних агрегатів гідроприводу.

Вибір гідроциліндра виконують за внутрішнім діаметром циліндра. Для цього визначається зусилля на його штоці [10]:

$$F = P \cdot k, \quad (3.1)$$

де F – зусилля на штоці, кН. P – зусилля, яке створюють пружини муфти, кН. ($P = 5,5 \text{ кН}$). k – коефіцієнт запасу, ($k = 1,3$)

$$F = 5,5 \cdot 1,3 = 7,2 \text{ кН}$$

Діаметр поршня знаходиться по формулі:

$$D = 35,7 \cdot \sqrt{\frac{F}{(p_1 - p_2 / \psi) \cdot h}}, \quad (3.2)$$

де p_1, p_2 – тиск в напірній і силовій магістралях, МПа.

($p_1 = 50 \text{ МПа}, p_2 = 0,5 \text{ МПа}$).

ψ – коефіцієнт відношення площ в залежності від виконання циліндра.
($\psi = 1,33$).

h – коефіцієнт корисної дії циліндра. ($h = 0,97$).

$$D = 35,7 \cdot \sqrt{\frac{7,2}{(5,0 - 0,5 / 1,3) \cdot 0,97}} = 52,5 \text{ мм}$$

Для забезпечення надійності та відповідності розрахунковим параметрам сили, обираємо стандартний гідроциліндр з діаметром поршня 63 мм. Приймаємо гідроциліндр марки Ц – 63.

Діаметр штока гідроциліндра визначається за виразом [10]:

$$d_{шт} = D_{ц} \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{\varphi}}, \quad (3.3)$$

де $d_{шт}$ - діаметр штока гідроциліндра, мм; $D_{ц}$ - діаметр гідроциліндра, мм ($D_{ц} = 63 \text{ мм}$); φ - показник застосування площі для стандартного розміру штока, ($\varphi = 1,25$).

$$d_{шт} = 63 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{1,25}} = 28 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр штока 28 мм - легкий варіант (для великих швидкостей зворотного ходу).

Конструктивна схема розробки містить гідростанцію, призначену для подачі оливи до виконавчих гідроциліндрів.

Проведемо розрахунок потужності з метою правильного вибору силового електродвигуна.

Потужність необхідну для приводу насоса знаходять з приводної потужності за виразом :

$$N_{н.ф.} = \frac{N_{н}}{\eta_{н}}, \quad (3.4)$$

де $N_{н}$ – вихідна потужність, кВт.; $\eta_{н}$ – повний к.к.д. насоса, ($\eta_{н} = 0,8$).

Вихідну потужність визначаємо за формулою :

$$N_{н} = \frac{Q_{фн} \cdot p_1}{612}, \quad (3.5)$$

де p_1 – тиск робочої рідини в напірній порожнині гідроциліндра, МПа
($p_1 = 11,0 \text{ МПа}$); $Q_{\phi n}$ – фактична подача насоса, л/с.

Фактична подача насоса визначиться із виразу:

$$Q_{\phi n} = V_n \cdot n_n \cdot h_{об.н.}, \quad (3.6)$$

де V_n – робочий об'єм насоса НШ-10, см^3 ($V_n = 10 \text{ см}^3$);

n_n – номінальна частота обертання насоса, хв^{-1} , ($n_n = 1920 \text{ хв}^{-1}$);

$h_{об.н.}$ – об'ємний к.к.д. насоса, ($h_{об.н.} = 0,9$).

$$Q_{\phi n} = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 1920 \cdot 0,9 = 17,3 \text{ л / хв} = 0,29 \text{ л / с}.$$

Підставляємо знайдені значення в формулу (3.4):

$$N_n = \frac{17,3 \cdot 11}{612} = 3,1 \text{ кВт}.$$

Отже приводна потужність становитиме:

$$N_{нф} = \frac{3,1}{0,8} = 3,8 \text{ кВт}.$$

Вибирається двигун: 4АМ90L4У3, для якого $P_{ном} = 3,8 \text{ кВт}$, $n_{ном} = 1925 \text{ хв}^{-1}$.

Для зміни руху рідини в гідроприводі використовують золотникові гідророзподільники марки Р. Вони обираються по витраті рідини і тиску в гідравлічній системі.

Діаметр основних каналів розподільника визначаються за формулою:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}}, \quad (3.7)$$

де Q - витрата робочої рідини, яка проходить через канал, $\text{м}^3/\text{с}$,

($Q = 2,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$);

v - швидкість руху рідини, $\text{м}/\text{с}$, ($v = 5 \dots 6 \text{ м}/\text{с}$).

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,1 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 6}} = 0,02 \text{ м} \approx 2 \text{ см}$$

Приймаємо гідравлічний розподільник Р-80-222 діаметр каналів у якого становить $d = 1,8 \dots 2,0 \text{ см}$.

При розрахунку гідравлічних рукавів їх діаметр (d_{zp}) визначають за виразом [8]:

$$d_{zp} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v_{zp}}}, \quad (3.8)$$

де v_{zp} - швидкість руху рідини в магістралях, $\text{м}/\text{с}$ ($v_{zp} = 3 \dots 5 \text{ м}/\text{с}$) - для коротких магістралей, $v_{zp} = 1,5 \text{ м}/\text{с}$ - для забірних).

Для нагнітаючих магістралей

$$d_{zp}^n = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,1 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 5}} = 0,023 \text{ м} = 2,3 \text{ см}$$

Для забірних магістралей

$$d_{zp}^z = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,1 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 1,5}} = 0,042 \text{ м} = 4,2 \text{ см}$$

Отримані значення діаметрів гідравлічних рукавів округлюємо до

найближчого стандартного по ДСТУ 16516–96. Для нагнітаючих трубопроводів приймаємо діаметр 25мм. Для забірних приймаємо стандартний всмоктувальний рукав із внутрішнім діаметром 50 мм. Це забезпечить стабільну роботу насоса без ризику виникнення вакуумметричного тиску понад норму.

Гідравлічний бак вибирають з урахуванням того, що його об'єм не повинен перевищувати двох-трьох хвилинної подачі насоса, тобто:

$$V_{\text{б}} = (2...3) \cdot Q_{\text{фн}}, \quad (3.9)$$

$$V_{\text{б}} = 2 \cdot 21,0 = 42 \text{ л.}$$

Приймаємо гідробак об'ємом 45 л.

Виконані інженерні розрахунки параметрів гідравлічної системи стенда підтверджують її працездатність та відповідність умовам експлуатації при ремонті агрегатів трансмісії тракторів.

Висновки по розділу.

1. На підставі аналізу технологічних операцій встановлено, що виконання розбирально-складальних робіт агрегатів трансмісії потребує застосування механізованих засобів із зусиллям пресування, співставним із зусиллям стискання пружин муфт. Це обґрунтовує використання гідравлічного приводу як основи розроблюваної конструкції стенда.

2. Аналіз існуючих стендів (ОПР-2157А, ОР-13151, ОПР-2827) показав їх обмежену універсальність, що проявляється у вузькій спеціалізації та складності виконання горизонтальних пресових операцій. У зв'язку з цим прийнято технічне рішення щодо розроблення універсального гідрофікованого стенда з можливістю роботи у різних просторових положеннях вузлів.

3. У результаті конструкторського опрацювання розроблено стенд із гідравлічним приводом, до складу якого входять гідроциліндр типу Ц–63 ($D = 63 \text{ мм}$, $d = 28 \text{ мм}$), насосна станція на базі насоса НШ-10 та електродвигуна

потужністю 3,8 кВт ($n = 1925 \text{ хв}^{-1}$), що забезпечує необхідні силові та кінематичні параметри при виконанні ремонтних операцій.

4. Розрахунками гідравлічної системи встановлено раціональні параметри її елементів: застосовано гідророзподільник типу Р-80-222, прийнято діаметр напірних магістралей 25 мм та всмоктувальних - 50 мм, об'єм гідробака - 45 л. Отримані значення забезпечують стабільну роботу гідроприводу, допустимі швидкості руху робочої рідини та відсутність перевантажень у системі.

4. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Організація охорони праці в майстерні першого рівня системи технічного сервісу

Організаційні заходи з охорони праці в умовах головної майстерні господарства виступають важливим компонентом загальновиробничого управління. Вони покликані гарантувати безпеку робочих місць, зберегти здоров'я працівників і не допустити випадків виробничого травматизму чи специфічних захворювань.

Вимоги до організації охорони праці регламентуються чинними нормативно-правовими актами, стандартами безпеки праці та галузевими інструкціями [11].

У майстерні першого рівня технічного сервісу основними виробничими факторами, що впливають на безпеку праці, є: рухомі частини машин і механізмів, підйомно-транспортне обладнання, електроустановки, підвищений рівень шуму та вібрацій, наявність шкідливих речовин (пари пального, мастил, зварювальні аерозолі), а також фізичні навантаження під час виконання ремонтних операцій. У зв'язку з цим організація охорони праці повинна передбачати комплекс технічних, організаційних і санітарно-гігієнічних заходів.

Виробничі приміщення майстерні повинні відповідати вимогам щодо мікроклімату, освітлення, вентиляції та рівня шуму. Температурний режим у холодний період року має підтримуватися в межах 16–18 °С, а в теплий період не перевищувати допустимих норм згідно з ДСТУ та санітарними правилами. Освітлення робочих місць повинно бути комбінованим: загальним та місцевим, із забезпеченням нормативної освітленості не менше 300–500 лк для слюсарних робіт. Вентиляція передбачається як загальнообмінна, так і місцева витяжна (особливо на зварювальних постах та при роботі з паливною апаратурою).

Безпека технологічного обладнання забезпечується шляхом його відповідності вимогам стандартів, наявністю захисних кожухів,

блокувальних пристроїв та систем аварійного вимкнення. Всі обертові та рухомі частини обладнання повинні бути огорожені, а пускові пристрої - розміщені у зручних і безпечних місцях. Електрообладнання має бути заземлене, а його експлуатація - здійснюватися відповідно до правил улаштування електроустановок.

Особлива увага приділяється безпеці при виконанні підйомно-транспортних операцій. Використання кранів, тельферів і домкратів повинно здійснюватися з дотриманням їх вантажопідйомності та правил експлуатації. Стропування вантажів виконується спеціально навченим персоналом із застосуванням справних вантажозахоплювальних пристроїв.

До комплексу організаційних заходів безпеки належать усі види інструктування працюючих (вступне, первинне на робочому місці, періодичне та позапланове), разом із навчанням та перевіркою кваліфікації колективу щодо безпечних методів праці.

До виконання робіт допускаються особи, які пройшли відповідну підготовку, медичний огляд і інструктаж. На кожному робочому місці повинні бути розроблені інструкції з безпеки виконання робіт згідно їх видів та професій.

Працівники майстерні забезпечуються засобами індивідуального захисту відповідно до характеру виконуваних робіт: спецодягом, захисним взуттям, рукавицями, окулярами, щитками, респіраторами тощо. Використання засобів індивідуального захисту є обов'язковим при виконанні зварювальних, шліфувальних, мийних та інших небезпечних операцій.

Пожежна безпека в майстерні забезпечується шляхом дотримання правил зберігання легкозаймистих і горючих матеріалів, наявністю первинних засобів пожежогасіння (вогнегасників, пожежних щитів), а також організацією евакуаційних виходів і проходів. Електромережі повинні бути справними, а куріння дозволяється лише у спеціально відведених місцях.

Таким чином, комплексна організація охорони праці в центральній ремонтній майстерні забезпечує безпечні умови виконання технологічних

процесів, зменшення ризику виробничого травматизму та підвищення ефективності виробничої діяльності підприємства.

4.2 Заходи безпеки при роботі зі стендом для розбирання і складання трансмісійних агрегатів тракторів

Експлуатація стенда для розбирання та складання агрегатів трансмісії тракторів пов'язана з дією підвищених механічних навантажень, використанням гідравлічного приводу та виконанням пресових операцій. У зв'язку з цим організація безпечної роботи повинна базуватися на дотриманні комплексу технічних і організаційних заходів, спрямованих на попередження травматизму та забезпечення надійної роботи обладнання.

До роботи зі стендом мають допуск слюсаря, що виконали дії з вивчення конструкції, ознайомились з інструктажем з охорони праці правилами експлуатації гідравлічного обладнання. Обов'язковою умовою є наявність практичних навичок виконання розбирально-складальних операцій і користування засобами механізації.

Перед початком роботи необхідно провести зовнішній огляд стенда та перевірити його технічний стан. Особливу увагу слід приділяти справності гідроциліндра, герметичності гідравлічних з'єднань, стану рукавів високого тиску, кріпленню елементів конструкції та роботі гідророзподільника. Не допускається використання стенда при наявності витоків робочої рідини, механічних пошкоджень або несправності запобіжних пристроїв.

Робоче місце повинно бути організоване таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до органів керування, достатній простір для розміщення агрегатів і безпечне переміщення працівника. Поверхня підлоги має бути рівною, неслизькою та очищеною від сторонніх предметів і мастильних матеріалів.

Під час виконання робіт необхідно дотримуватись правил безпечного встановлення і фіксації агрегатів. Деталі та вузли повинні бути надійно закріплені на стенді з використанням штатних пристосувань (оправок,

фіксаторів, затискачів). Забороняється виконувати пресові операції при ненадійному закріпленні деталі або перекосі її відносно осі прикладення зусилля.

При роботі гідравлічного приводу слід враховувати, що в системі створюється високий тиск, тому забороняється перевищувати встановлені параметри. Керування гідроциліндром повинно здійснюватися плавно, без різких переміщень, що дозволяє уникнути гідравлічних ударів та перевантаження елементів конструкції. Під час роботи забороняється знаходитися в зоні можливого переміщення рухомих частин або під навантаженими елементами.

Особливу небезпеку становлять операції зі стиснення пружин муфт зчеплення та запресування деталей. У процесі виконання цих операцій необхідно використовувати захисні екрани або щитки, а також дотримуватись безпечної відстані від робочої зони. Забороняється виконувати роботи при відсутності або несправності запобіжних елементів конструкції.

Електробезпека забезпечується справністю електродвигуна, наявністю захисного заземлення та використанням пускової апаратури, що відповідає вимогам нормативних документів. Всі електричні з'єднання повинні бути ізольовані, а доступ до струмоведучих частин — обмежений.

Під час роботи працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту: спецодяг, захисне взуття, рукавиці, а при необхідності — захисні окуляри або щитки. Забороняється працювати у вільному одязі, який може потрапити у рухомі частини механізмів.

Після завершення роботи необхідно відключити стенд від електромережі, скинути тиск у гідравлічній системі, очистити робоче місце від забруднень та перевірити стан обладнання. Регламентне технічне обслуговування стенда повинно виконуватися у встановлені строки з метою підтримання його справного стану.

Таким чином, дотримання наведених заходів безпеки забезпечує надійну та безпечну експлуатацію стенда, знижує ризик виникнення

аварійних ситуацій та сприяє підвищенню ефективності виконання ремонтних робіт у майстерні.

4.3 Дії при надзвичайних ситуаціях у відділеннях майстерні

Організація дій персоналу у надзвичайних ситуаціях у центральній ремонтній майстерні господарства є невід’ємною складовою системи охорони праці та виробничої безпеки. До потенційно небезпечних ситуацій у ремонтно-монтажних відділеннях належать пожежі, ураження електричним струмом, розгерметизація гідравлічних систем, раптові відмови обладнання, а також травмування працівників у процесі виконання технологічних операцій.

У разі виникнення пожежі працівник, який першим виявив займання, зобов’язаний негайно повідомити відповідальну особу або керівника робіт, подати сигнал тривоги та викликати пожежно-рятувальну службу. Одночасно необхідно відключити електроживлення обладнання у зоні загоряння та, за можливості, розпочати гасіння пожежі первинними засобами пожежогасіння (вогнегасниками відповідного типу, піском, азбестовими покривалами). При цьому важливо враховувати характер горючих матеріалів, зокрема наявність мастильних матеріалів і гідравлічних рідин, які потребують застосування порошкових або вуглекислотних вогнегасників.

У випадку ураження працівника електричним струмом необхідно негайно припинити дію струму шляхом відключення електроживлення або відокремлення потерпілого від струмопровідних частин із застосуванням ізолюючих засобів. Після цього слід оцінити стан потерпілого, викликати медичну допомогу та, за необхідності, розпочати надання домедичної допомоги (штучне дихання, непрямий масаж серця).

При аваріях гідравлічних систем (розрив рукавів, витік робочої рідини під тиском) необхідно негайно зупинити насосну станцію, скинути тиск у системі та локалізувати місце витоку. Забороняється усувати несправності під тиском, оскільки це може призвести до травмування струменем рідини

високого тиску. Розлиту гідравлічну рідину необхідно оперативно прибрати з використанням абсорбуючих матеріалів з метою запобігання ковзанню та пожежній небезпеці.

У разі механічних відмов стенда або руйнування його елементів (деформація кріплень, зрив деталей, відмова гідроциліндра) робота повинна бути негайно припинена. Обладнання відключається, небезпечна зона огорожується, а подальша експлуатація допускається лише після проведення технічного огляду та усунення несправностей.

При травмуванні працівника необхідно негайно зупинити роботи, усунути дію травмуючого фактора, надати першу допомогу та повідомити керівництво. Усі нещасні випадки підлягають обов'язковому розслідуванню відповідно до встановленого порядку.

Важливим елементом підготовки до дій у надзвичайних ситуаціях є проведення регулярних інструктажів, навчань та перевірок знань персоналу. У майстерні повинні бути розроблені та доведені до працівників плани евакуації, інструкції з дій у разі аварій та забезпечено наявність справних засобів пожежогасіння, аптечок і засобів індивідуального захисту.

Таким чином, своєчасні та чітко організовані дії персоналу при виникненні надзвичайних ситуацій дозволяють мінімізувати їх наслідки, знизити рівень виробничого травматизму та забезпечити безпечні умови праці у ремонтних підрозділах майстерні першого рівня.

Висновки по розділу.

1. У результаті аналізу умов функціонування центральної ремонтної майстерні встановлено, що забезпечення безпечних умов праці досягається за рахунок комплексного впровадження організаційних і технічних заходів, зокрема нормування параметрів мікроклімату (температура 16–18 °С), освітленості робочих місць (300–500 лк), застосування ефективної вентиляції та оснащення обладнання захисними і блокувальними пристроями. Реалізація зазначених вимог дозволяє знизити вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів до нормативно допустимого рівня.

2. Встановлено, що безпечна експлуатація розробленого стенда

забезпечується технічними характеристиками гідравлічної системи (робочий тиск, герметичність магістралей, справність гідроциліндра та розподільника), а також дотриманням регламентованих режимів роботи і вимог до фіксації вузлів. Запропоновані заходи безпеки та алгоритми дій у аварійних ситуаціях (відключення живлення, скидання тиску, локалізація витоків) дозволяють мінімізувати ризик травмування персоналу та підвищують надійність експлуатації обладнання в умовах ремонтного виробництва.

5. ОЦІНКА ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ ПРОЄКТУ

Економічне обґрунтування проводиться з метою оцінювання доцільності впровадження удосконаленого технологічного процесу ремонту тракторів у майстерні господарства. Аналіз ефективності здійснюється шляхом порівняння ключових техніко-економічних показників до та після реалізації запропонованих технічних рішень. Річна трудомісткість ремонтних робіт становить 8500 люд.-год у базовому варіанті та 10500 люд.-год у проектному. Відповідно чисельність виробничого персоналу змінюється з 5 до 6 працівників.

1. Загальні виробничі витрати:

$$E_B = Z_{\Pi} + A + C_{\text{ЕЛ}} + C_{\text{РОБ}} + C_{\text{ЗЧ}} + C_{\text{ІВ}}, \quad (5.1)$$

де Z_{Π} – фонд оплати праці; A – амортизація; $C_{\text{ЕЛ}}$ – кошти на оплату енергоспоживання; $C_{\text{РОБ}}$ – витрати на обслуговування обладнання; $C_{\text{ЗЧ}}$ – кошторис запасних частин, грн; $C_{\text{ІВ}}$ – сукупність інших супутніх витрат.

Повний заробіток :

$$Z_{\Pi} = Z_{\text{СР}} \cdot N_P \cdot 12 + Z_{\Pi, \text{Н}}, \quad (5.2)$$

де $Z_{\text{СР}}$ - середня заробітна плата, грн ($Z_{\text{СР}}^B = Z_{\text{СР}}^{\Pi} = 18000 \text{грн}$);

N_P - склад слюсарів ($N_P^B = 5 \text{чол.}$, $N_P^{\Pi} = 6 \text{чол.}$);

Z_{Π} - нарахування, грн ($Z_{\Pi, \text{Н}} = 1,22 \cdot (Z_{\text{СР}} \cdot N_P \cdot 12)$).

$$Z_{\text{СР}}^B = 18000 \cdot 5 \cdot 12 = 1080000 \text{грн},$$

$$Z_{\text{СР}}^{\Pi} = 18000 \cdot 6 \cdot 12 = 12960000 \text{грн},$$

$$Z_{\Pi}^B = 1080000 \cdot 1,22 = 1317600,0 \text{грн},$$

$$Z_{\Pi}^{\Pi} = 12960000 \cdot 1,22 = 1581120,0 \text{грн},$$

Амортизація обладнання.

$$A_{обл} = \frac{C_{Б.ОБ.} \cdot H_A}{100}, \quad (5.3)$$

де $C_{Б.ОБ.}$ - кошторис виробничого обладнання, ($C_{Б.ОБ.}^Б = 600000$ грн.,
 $C_{Б.ОБ.}^П = 700000$ грн.)

H_A - амортизаційні нарахування, % ($H_A = 10,0\%$).

$$A_{ОБ}^Б = \frac{600000 \cdot 10,0}{100} = 60000,0 \text{ грн.}$$

$$A_{ОБ}^П = \frac{700000 \cdot 10,0}{100} = 70000,0 \text{ грн.}$$

На амортизацію споруди затрати визначаються:

$$A_Б = \frac{B_Б \cdot H_Б}{100}, \quad (5.4)$$

де $B_Б$ – балансова вартість споруди, грн. ($B_Б = 1000000$ грн.);

$H_Б$ - нормативний коефіцієнт, ($H_Б = 3,0\%$).

Тоді

$$A_Б = \frac{1000000 \cdot 3,0}{100} = 30000,0 \text{ грн.}$$

Сумарна амортизація:

$$A = A_{ОБ} + A_Б, \quad (5.5)$$

$$A^Б = 60000,0 + 30000,0 = 90000,0 \text{ грн.}$$

$$A^П = 70000,0 + 30000,0 = 100000,0 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію:

$$C_{ЕЛ} = Q_{ЕЛ} \cdot T_E, \quad (5.6)$$

де $Q_{ЕЛ}$ - витрати електроенергії, $кВт/год.$ ($Q_{ЕЛ}^Б = 21000,0 кВт/год.$,
 $Q_{ЕЛ}^П = 25000,0 кВт/год.$);

$\Pi_{ЕЛ}$ - вартість однієї $кВт/год.$ ($\Pi_{ЕЛ} = 7,0 грн.$)

$$C_{ЕЛ}^Б = 21000,0 \cdot 7,0 = 147000,0 грн.$$

$$C_{ЕЛ}^П = 25000,0 \cdot 7,0 = 175000,0 грн.$$

Обслуговування обладнання:

$$C_{РОБ} = \frac{A_{обл} \cdot 5}{100}, \quad (5.7)$$

$$C_{рем.}^Б = \frac{600000,0 \cdot 5}{100} = 30000,0 грн.$$

$$C_{рем.}^П = \frac{70000,0 \cdot 5,0}{100} = 35000,0 грн.$$

Запасні частини:

$$C_{зч} = 0,13 \cdot 3_{\Pi}, \quad (5.8)$$

$$C_{зч}^Б = 0,13 \cdot 1317600,0 = 171288,0 грн$$

$$C_{зч}^П = 0,13 \cdot 1581120,0 = 205545,6 грн$$

Інші затрати:

$$C_{ІВ} = 0,15 \cdot (3_{\Pi} + A + C_{ЕЛ} + C_{РОБ} + C_{зч}) \quad (5.9)$$

$$C_{ІВ}^Б = 0,15 \cdot (1317600,0 + 90000,0 + 147000,0 + 30000,0 + 171288,0) = 263833,2 грн$$

$$C_{ІВ}^П = 0,15 \cdot (1581120 + 100000 + 175000 + 35000,0 + 205545,6) = 314499,8 грн$$

Загальні витрати:

$$E_B^B = 1317600 + 90000 + 147000 + 30000 + 171288,0 + 263833,2 = 2019271,2 \text{ грн.}$$

$$E_B^П = 1581120 + 100000 + 175000 + 35000 + 205545,6 + 314499,8 = 2411165,4 \text{ грн.}$$

2. Собівартість ремонту:

$$C_P = E_B \cdot 1,02 \quad (5.10)$$

$$C_P^B = 2019271,2 \cdot 1,02 = 2059656,6 \text{ грн}$$

$$C_P^П = 2411165,4 \cdot 1,02 = 2459388,8 \text{ грн}$$

3. Річна вартість ремонтних робіт

$$B_{річ} = T \cdot C_{нз} + C_{зч}, \quad (5.11)$$

де T - трудомісткість робіт, ($T_p^B = 8500 \text{ люд.} - \text{год}$, $T_p^П = 10500 \text{ люд.} - \text{год}$).

$C_{нз}$ - середня вартість однієї нормо-години ($C_{нз} = 450 \text{ грн/год}$); $C_{зч}$ - вартість запасних частин, ($C_{зч}^B = 171288,0 \text{ грн}$, $C_{зч}^П = 205545,6 \text{ грн}$)

$$B_{річ}^B = 8500 \cdot 450 + 171288,0 = 3996288,0 \text{ грн.}$$

$$B_{річ}^П = 10500 \cdot 450 + 205545,6 = 4930545,6 \text{ грн.}$$

4. Прибуток (Π):

$$\Pi_{3АГ} = B_P - C_P, \quad (5.12)$$

$$\Pi_{3АГ}^B = 3996288,0 - 2059656,6 = 1936631,4 \text{ грн}$$

$$\Pi_{3АГ}^П = 4930545,6 - 2459388,8 = 2471156,8 \text{ грн}$$

5. Додатковий прибуток:

$$\mathcal{D}_\Pi = \Pi_{3АГ}^П - \Pi_{3АГ}^B, \quad (5.13)$$

$$Д_{\Pi} = 2471156,8 - 1936631,4 = 534525,4 \text{ грн}$$

6. Термін самоокупності.

$$T_o = \frac{C_{ОБ.}}{Д_{\Pi}}, \quad (5.14)$$

$$T_o = \frac{700000,0}{534525,4} = 1,3 \text{ року}$$

Результати розрахунків показано в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахункові показники ефективності

Показник	Базовий варіант	Проектний варіант
Вид роботи	ремонт	ремонт
Обсяг робіт, люд.-год	8500	10500
Робітники, осіб.	5	6
Капіталовкладення, грн.	600000	700000
Цехові витрати, всього, грн.	2019271,2	2411165,4
- за робітня платня, грн.	1317600,0	1581120,0
- амортизація, грн.	90000,0	100000,0
- електроенергія, грн.	147000,0	175000,0
- сервісні витрати, грн.	30000,0	35000,0
-запасні частини, грн.	171288,0	205545,6
- витрати на покращення умов праці, грн.	263383,2	314499,8
Річна собівартість об'єктів ремонту, грн	2059656,6	2459388,8
Річна відпускна вартість продукції, грн.	3996288,0	4930545,6
Сумарний прибуток, грн.	1936631,4	2471156,8
Отриманий прибуток, грн.	-	+534525,4
Термін окуплення матеріальних вкладень, роки	-	1,3

Висновок по розділу.

Результати техніко-економічних розрахунків підтверджують ефективність удосконалення технології поточного ремонту тракторів зростанням річного прибутку на 534525,4 грн при терміні окупності капіталовкладень за 1,3 року.

ВИСНОВКИ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ ТА ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Аналіз сучасних підходів до організації ремонту тракторів показав, що найбільш ефективним для умов сільськогосподарських підприємств є поєднання агрегатного методу ремонту з елементами бригадно-постової організації праці, що забезпечує скорочення простоїв техніки та підвищення рівня технічної готовності машинно-тракторного парку.

2. Встановлено, що виробнича програма майстерні першого рівня формується не лише за рахунок власного тракторного парку, а й з урахуванням техніки суміжних господарств, що дозволяє раціонально завантажити ремонтну базу. Загальна річна кількість поточних ремонтів становить 26 одиниць, а сумарна трудомісткість робіт - 10500 люд. - год, що є достатнім для ефективного функціонування майстерні.

3. Розподіл трудомісткості за виробничими дільницями показав домінування ремонтно-монтажних (38 %) та агрегатних (20 %) робіт, що визначає ключову роль цих підрозділів у загальному технологічному процесі ремонту тракторів і формує основні вимоги до їх оснащення та організації.

4. Розрахунок чисельності персоналу встановив потребу у 6 основних виробничих робітниках. Виявлено нерівномірність навантаження між дільницями, яка компенсується частковим суміщенням функцій і довантаженням працівників суміжними видами робіт, що забезпечує коефіцієнт завантаження в межах 0,76–1,0 та є допустимим для ремонтного виробництва.

5. Обґрунтування потреби в технологічному обладнанні підтвердило доцільність прийняття мінімально необхідної кількості основних засобів (мийна установка, зварювальне обладнання, випробувальні стенди та базовий комплект верстатів), що забезпечує виконання повного циклу ремонтних робіт при раціональному використанні виробничих площ і зниженні експлуатаційних витрат.

6. На підставі аналізу технологічних операцій встановлено, що виконання розбирально-складальних робіт агрегатів трансмісії потребує застосування механізованих засобів із зусиллям пресування, співставним із зусиллям стискання пружин муфт. Це обґрунтовує використання гідравлічного приводу як основи розроблюваної конструкції стенда.

7. Аналіз існуючих стендів (ОПР-2157А, ОР-13151, ОПР-2827) показав їх обмежену універсальність, що проявляється у вузькій спеціалізації та складності виконання горизонтальних пресових операцій. У зв'язку з цим прийнято технічне рішення щодо розроблення універсального гідрофікованого стенда з можливістю роботи у різних просторових положеннях вузлів.

8. У результаті конструкторського опрацювання розроблено стенд із гідравлічним приводом, до складу якого входять гідроциліндр типу Ц-63 ($D = 63$ мм, $d = 28$ мм), насосна станція на базі насоса НШ-10 та електродвигуна потужністю 3,8 кВт ($n = 1925$ хв⁻¹), що забезпечує необхідні силові та кінематичні параметри при виконанні ремонтних операцій.

9. Розрахунками гідравлічної системи встановлено раціональні параметри її елементів: застосовано гідророзподільник типу Р-80-222, прийнято діаметр напірних магістралей 25 мм та всмоктувальних - 50 мм, об'єм гідробака - 45 л. Отримані значення забезпечують стабільну роботу гідроприводу, допустимі швидкості руху робочої рідини та відсутність перевантажень у системі.

10. У результаті аналізу умов функціонування центральної ремонтної майстерні встановлено, що забезпечення безпечних умов праці досягається за рахунок комплексного впровадження організаційних і технічних заходів, зокрема нормування параметрів мікроклімату (температура 16–18 °С), освітленості робочих місць (300–500 лк), застосування ефективної вентиляції та оснащення обладнання захисними і блокувальними пристроями. Реалізація зазначених вимог дозволяє знизити вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів до нормативно допустимого рівня.

11. Встановлено, що безпечна експлуатація розробленого стенда забезпечується технічними характеристиками гідравлічної системи (робочий тиск, герметичність магістралей, справність гідроциліндра та розподільника), а також дотриманням регламентованих режимів роботи і вимог до фіксації вузлів. Запропоновані заходи безпеки та алгоритми дій у аварійних ситуаціях (відключення живлення, скидання тиску, локалізація витоків) дозволяють мінімізувати ризик травмування персоналу та підвищують надійність експлуатації обладнання в умовах ремонтного виробництва.

12. Результати техніко-економічних розрахунків підтверджують ефективність удосконалення технології поточного ремонту тракторів зростанням річного прибутку на 534525,4 грн при терміні окупності капіталовкладень за 1,3 року.

ЛІТЕРАТУРА

1. Машины та обладнання для сільського господарства : підручник / за ред. І. І. Мельника. - К. : Вища освіта, 2015. - 512 с.
2. Кубіч В. І., Кравець В. М., Ляшенко О. П. Експлуатація машин (автомобілі і трактори) : навч. посіб. Запоріжжя : Національний університет «Запорізька політехніка», 2020. 230 с.
3. Технічна експлуатація машинно-тракторного парку : навч. посіб. / О. В. Бойко. - К. : Аграрна освіта, 2017. - 384 с.
4. Ремонт машин в агропромисловому виробництві : підручник / В. І. Кравчук. - К. : Урожай, 2016. - 368 с.
5. Організація технічного сервісу : навч. посіб. / П. М. Луб. - Львів : Новий Світ, 2018. - 300 с.
6. Маркович С. І., Бевз О. В., Красота М. В. Системи сервісу аграрної техніки : навч. посіб. Кропивницький : Центральноукраїнський національний технічний університет, 2024. 260 с.
7. Сукач М. К. Технічний сервіс машин : навч. посіб. Київ : Ліра-К, 2017. 290 с.
8. Сорваніді Ю. Г., Дворник О. В., Коваленко О. М. Технічний сервіс в АПК : навч. посіб. Мелітополь : Таврійський державний агротехнологічний університет, 2021. 268 с.
9. Дирда В. І. Технологія ремонту машин [підручник] / А. С. Кобець, В. І. Дирда., С. П. Сокол, П. Т. Мельянцов, О. І. Кириленко та ін. 4 особи // – Дніпро: Журфонд, 2017. – 160 с.
10. Ремонт машин. Дипломне проектування. Навчально-методичний посібник / За ред. А. С. Кобця, В. І. Дирди, С. П. Сокола та ін. – Дніпропетровськ : Журфонд, 2016. – 284 с.
11. Закон України «Про охорону праці». – Відомості Верховної Ради України, – 1992, № 49. – 668 с.

ДОДАТКИ

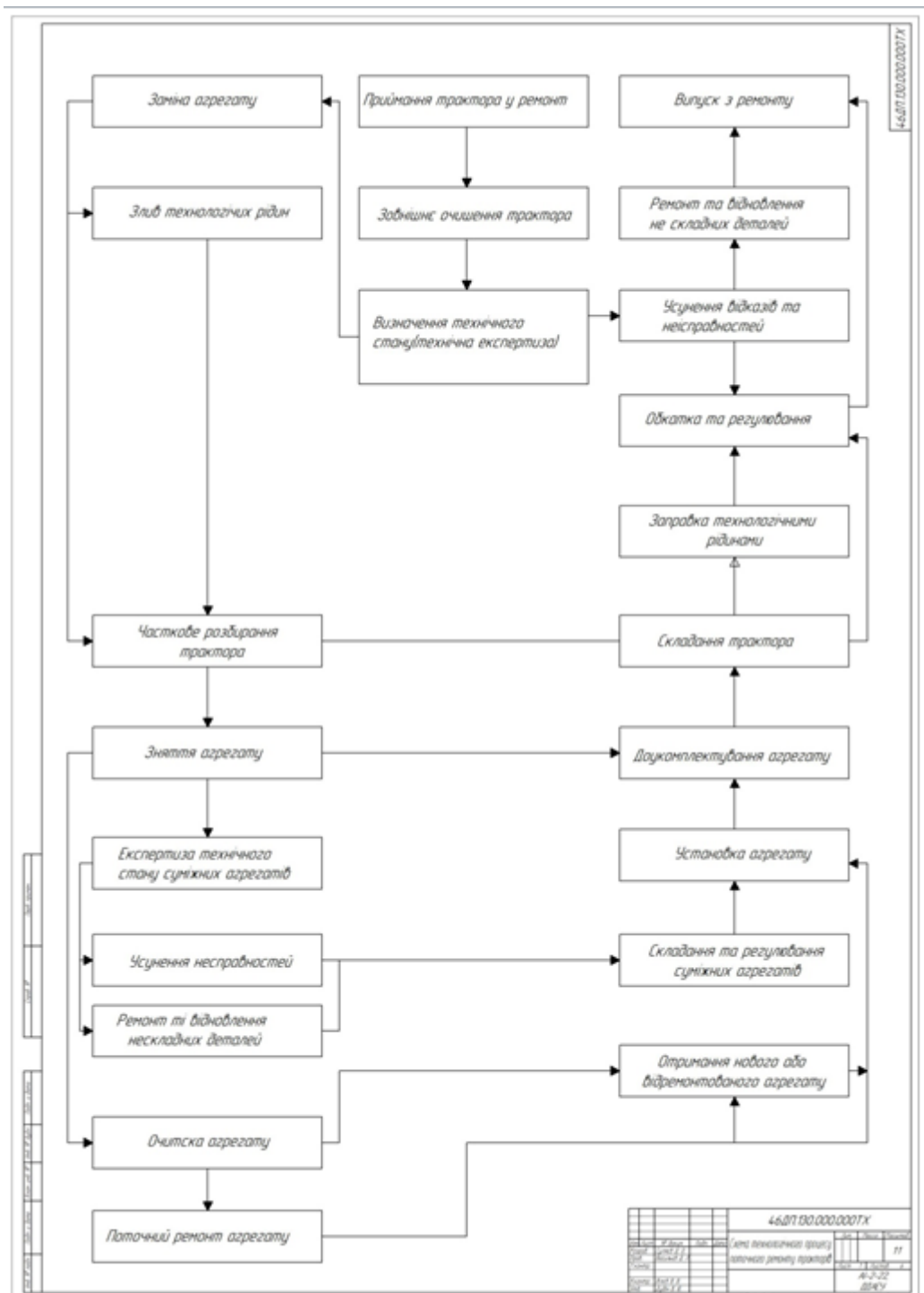
**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ІНЖИНІРИНГУ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

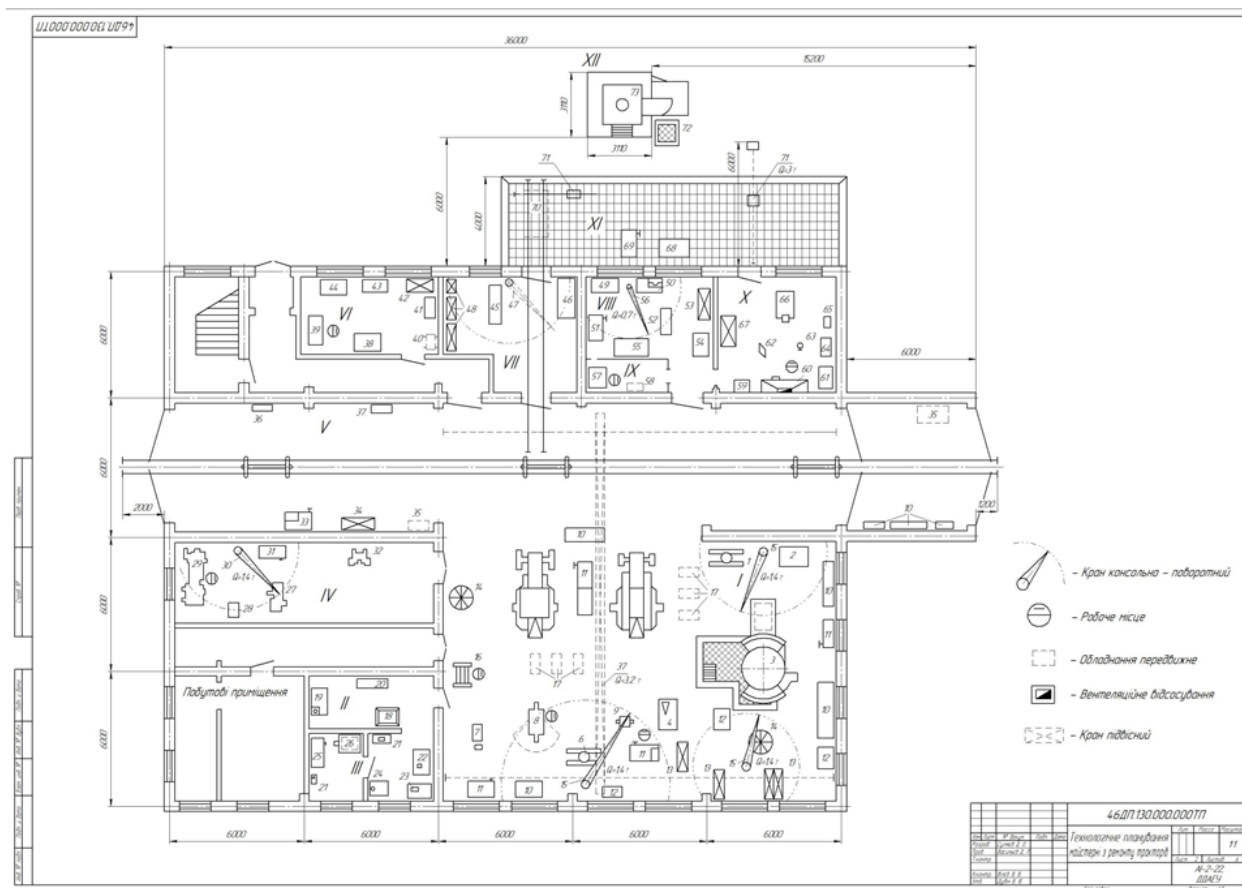
**РЕНОВАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПОТОЧНОГО РЕМОНТУ ТРАКТОРІВ У МАЙСТЕРНЯХ
ПЕРШОГО РІВНЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня “Бакалавр”

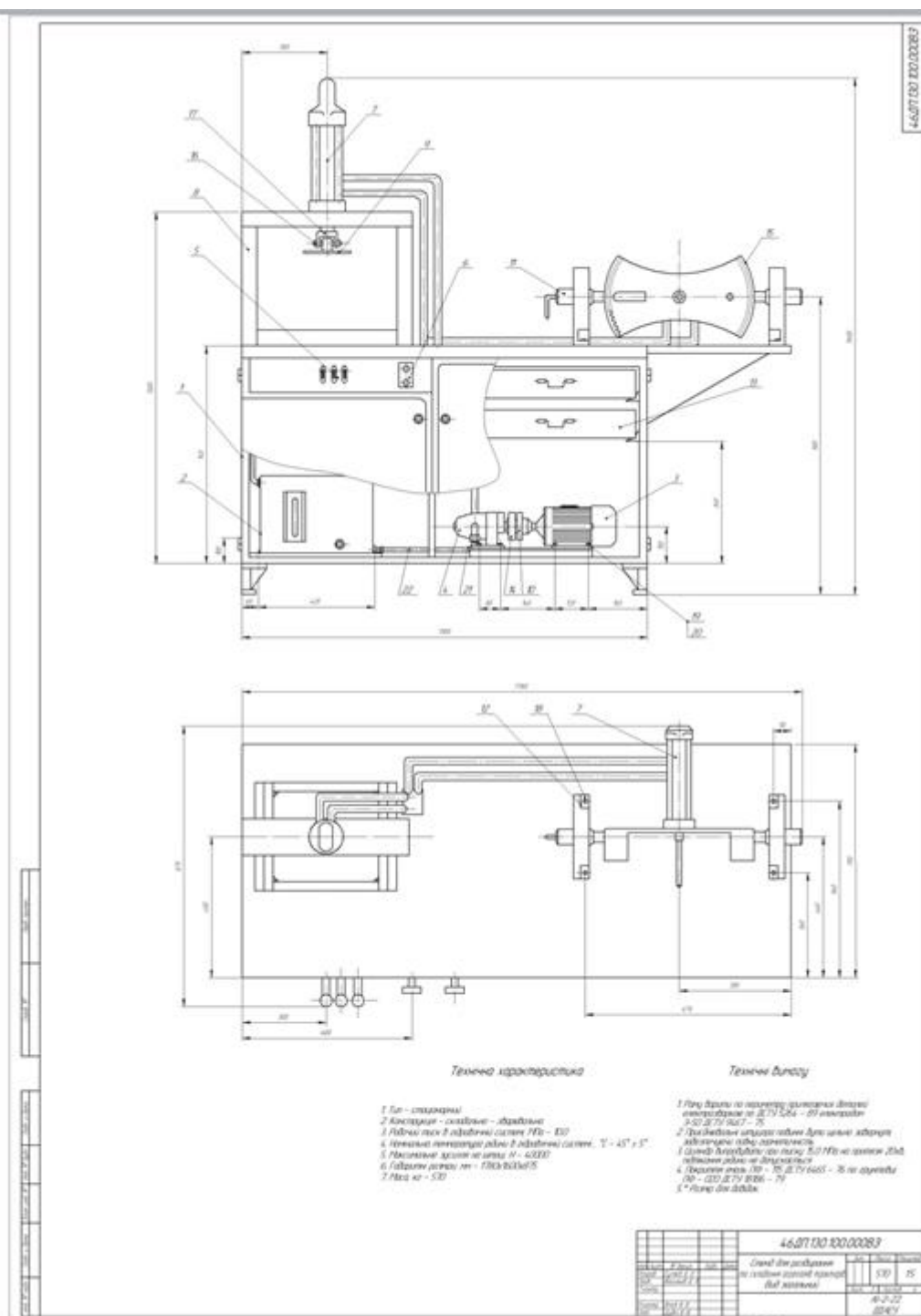
Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-2-22
Суляєв Денис Олександрович
Керівник: к.т.н., доцент
Мельянцов Петро Тимофійович

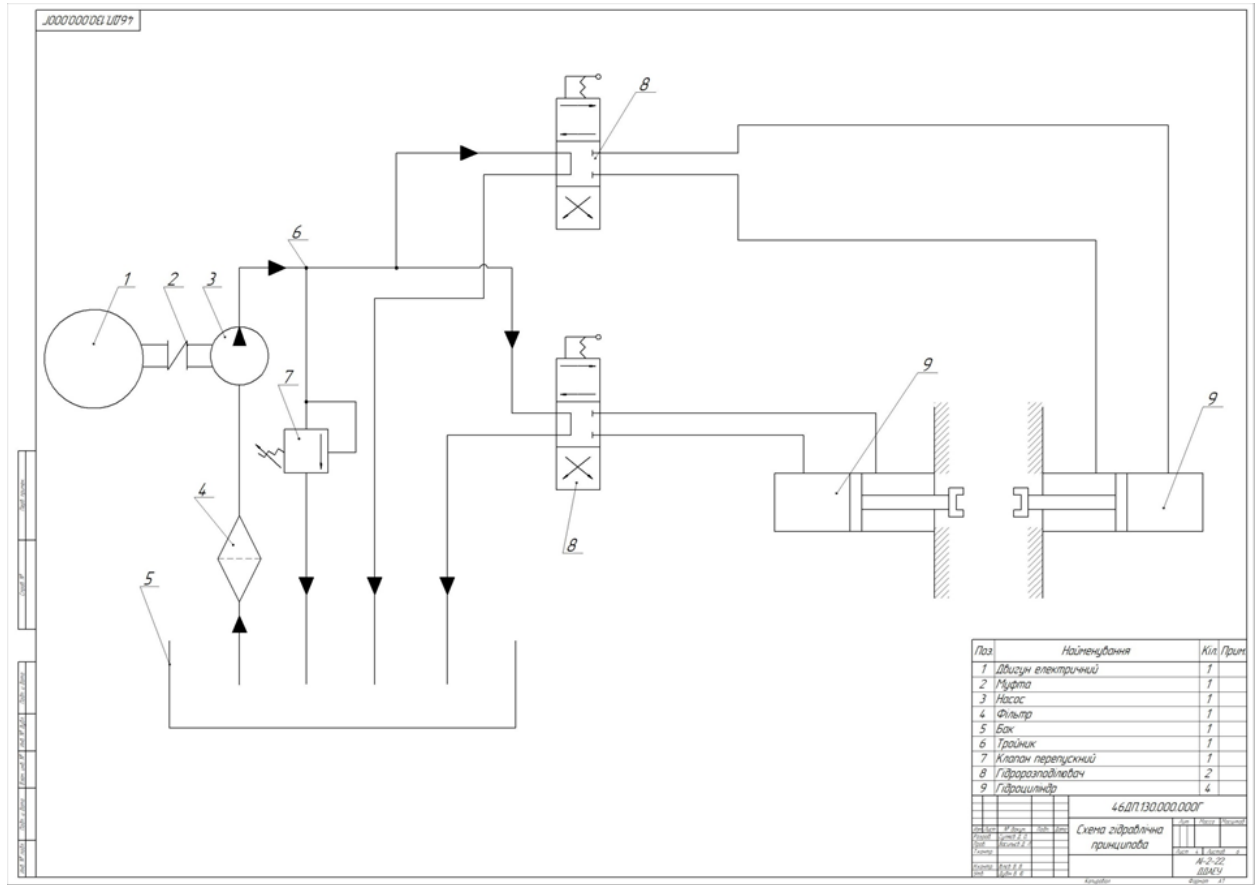
Дніпро 2026

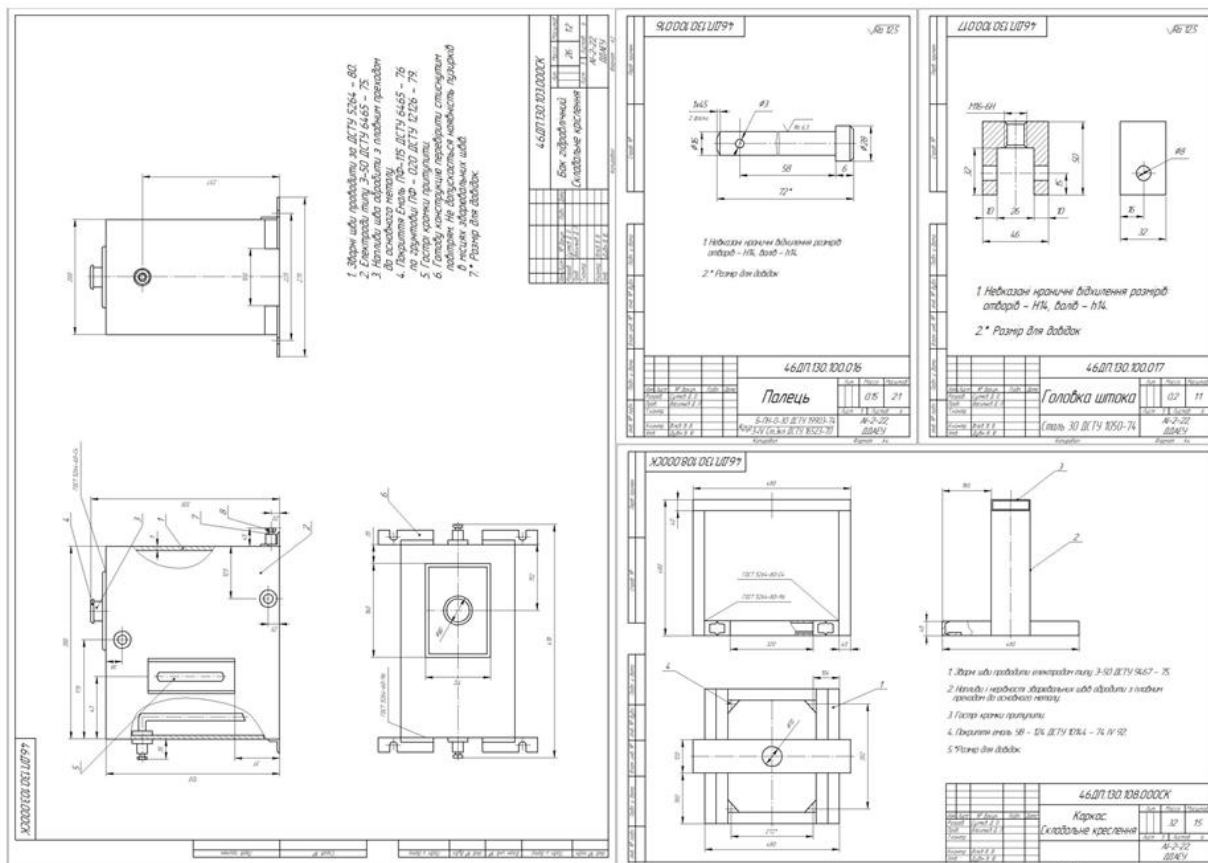
1











[illegible]

ДОПОВІДЬ ЗАКІНЧЕНО, ДЯКУЮ ЗА УВАГУ

Додаток А. Список основного та допоміжного обладнання майстерні

№ з/п	Найменування дільниці та обладнання	Тип, марка	Габаритні розміри, м ³	Кількість, шт
1. Ремонтно-монтажне відділення				
1а	Прес гідравлічний	ПГ-2500а	1200х500а	1а
2а	Мийна пересувна ванна	ОРГ-0115-20а	900х400а	2а
3а	Мийна машина	ОМ-14266а	1400х1100а	1а
4а	Стенд для ремонту валів	Власного вигот.а	1700х600а	1а
5а	Електровулканізатор	ВЕ-200а	1400х400а	1а
6а	Гідравлічний прес	ПГ-2000а	1200х600а	1а
7а	Верстат заточний	ЗБ123а	800х500а	1а
8а	Свердильний верстат	2Н125а	900х600а	1а
9а	Стенд для ремонту кареток	ОРК-235а	1000х600а	1а
10а	Стіл робочий	ОРГ-1420а	1800х400а	3а
11а	Верстак слюсарний	ОРГ-1465Аа	1700х500а	2а
12а	Тумба інструментальна	ОРГ-265а	400х400а	2а
13а	Стілаж цеховий	Власн. вигот.а	1700х400а	4а
14а	Стілаж комплектувальний	ОРГ-1462-1Аа	400Х300а	2а
15а	Кран консольно-поворотний	ККП-3,0а	-а	3а
16а	Стенд для розбирання – складання агрегатів трансмісії	Власн. вигот.	1800х800а	1а
17а	Контейнер	Власн. вигот.	500х500а	6а
2. Дільниця з ремонту електрообладнання				
18а	Стенд для випробовування електроагрегатів	КИ-968а	1000х800а	1а
19а	Верстак слюсарний	ОРГ-1465Аа	1700х500а	1а
20а	Стіл робочий	ОРГ-1420а	1800х400а	1а
3. Дільниця зарядки акумуляторних батарей				
21а	Стіл для акумуляторів	ОРГ-1120-Аа	400х400а	2а
22а	Стіл робочий	ОРГ-1420а	1800х400а	1а
23а	Селеновий випрямляч	СВ-400а	800х600а	1а
24а	Верстат настільний свердильний	2Н-125а	800х500а	1а
25а	Верстак слюсарний	ОРГ-1465Аа	1700х500а	1а
26а	Шафа для зарядки батарей	ПТ-034а	1200х500а	1а
4. Дільниця слюсарно-механічна				а
27а	Верстат фрезерний	4В-165а	1000Х600а	1а
28а	Стіл для деталей	ОРГ-1245-Ра	800х600а	1а
29а	Верстат токарний	1А145а	2200х700а	1а
30а	Кран конс.-поворотний	ККП-2,4а	Q=1,4т.а	1а
31а	Верстак слюсарний	ОРГ-1465Аа	1700х500а	1а
32а	Верстат заточний	ЗБ125а	800х500а	1а
5. Дільниця заправки і контролю тракторів				
33а	Верстак слюсарний	ОРГ-1465Аа	1700х500а	1а
34а	Стілаж	Власного виготовл.а	1700х400а	1а
35а	Стіл електрика пересувний	ОРГ-0256а	900х400а	1а
36а	Заправочна установка	УЗ-432а	1000х500а	1а
37а	Установка мастильно-заправочна	133-1а	500х300а	1а
6. Дільниця з ремонту гідроагрегатів, агрегатів паливної системи				а
38а	Стіл приймальний	ОРГ-1425-Ра	1400х800а	1а

Закінчення додатку А[

39а	Стенд для обкатки гідроагрегатів	КИ-4815М	1800х800	1	н
40а	Ванна мийна передвижна	ОМ-2320-ГОСНИТИ	1250х450	1	н
41а	Стіл робочий	ОРГ-1442-Р	1500х500	1	н
42а	Стелаж для деталей	Власного виготовл.	1400х400	1	н
43а	Стіл комплектувальний	ОРГ-1446-Д	1500х600	1	н
44а	Стенд для випробування паливних насосів	КИ-921	1200Х800	1	н
7. Склад запасних частин					
45а	Стіл для агрегатів	ОРГ-1445-А	2500х700	1	н
46а	Стіл для деталей	ОРГ-1446-Д	2500Х800	1	н
47а	Кран конс. -поворотний	ККП-2,4	Q=1,4т.	1	н
48а	Стілаж цеховий	ОРГ-0245	1400х400	3	н
8. Мідницько-жестяницька дільниця				8	н
49а	Ванна для перевірки радіаторів	Власного вигот.	1200х800	1	н
50а	Стіл робочий	ОРГ-1442-Р	1500х500	1	н
51а	Верстак слюсарний	ОРГ-1465-А	1700х500	1	н
52а	Стіл для деталей	ОРГ-1446-Д	1800х400	1	н
53а	Стелаж для деталей	ОРГ-0245	1400Х400	1	н
54а	Візок передвижний	70-7878-1004	1200х400	1	н
55а	Стіл для пайки радіаторів	ОРГ-1446-Р	1800х500	1	н
56а	Кран консольно-поворотний	ККП-0,7	D=3000	1	н
9. Зварювальна дільниця					
57а	Пост для електрозварювальних робіт	ОКС-7523-ГОСНИТИ	1100х1100	1	н
58а	Трансформатор зварювальний	СТН-500	1160х700	1	н
10. Ковальська дільниця					
59а	Ящик для вугілля	5134-ГОСНИТИ	600х650	1	н
60а	Горно ковальське	ГК1200	2000х800	1	н
61а	Ванна для загартовування	5138-ГОСНИТИ	600х800х	1	н
62а	Наковальня двурога	11398-65	670х700х	1	н
63а	Стулові тиски	ТС-600	d=600	1	н
64а	Верстак слюсарний	ОРГ-1468	1200х800	1	н
65а	Ящик з піском	Власного виготовл.	500х500	1	н
66а	Прес гідравлічний	ПГ-2500	1200х500	1	н
67а	Стілаж цеховий	ОРГ-0245	1400х400	1	н
11. Бетонна площадка					
68а	Стіл слюсarı-ремонтника	ОРГ-1456-Р	2100х900	1	н
69а	Верстак слюсарний	ОРГ-1468	1200х800	1	н
70а	Візок передвижний	ПГ-007	900х800	1	н
71а	Електрична таль передвижна	ТП-3,0	Q=3,5т.	2	н
12. Газогенераторна					
72а	Контейнер для відходу карбіду	ОРГ-0265	900х900	1	н
73а	Ацетиленовий генератор	АЦГ-30	d=600	1	н

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			46ДП.130.100.000ВЗ	Креслення загального виду		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	46ДП.023.101.000 СК	Рама	1	
		2	46ДП.130.102.000 СК	Гідробак	1	
		3	46ДП.130.103.000 СК	Електродвигун	1	
		4	46ДП.130.104.000 СК	Гідравлічний насос	1	
		5	46ДП.130.105.000 СК	Гідророзподільник	1	
		6	46ДП.130.106.000 СК	Кнопочний пост	1	
		7	46ДП.130.107.000 СК	Гідроциліндр	1	
		8	46ДП.130.108.000 СК	Каркас	1	
		9	46ДП.130.109.000 СК	Прижимна плита	1	
		10	46ДП.130.110.000 СК	Муфта	1	
		11	46ДП.130.111.000 СК	Рукоятка	1	
		12	46ДП.130.112.000 СК	Кронштейн	2	
		13	46ДП.130.113.000 СК	Ящик	2	
		14	46ДП.130.114.000 СК	Стійка	1	
		15	46ДП.130.115.000 СК	Ведений барабан	1	
				<u>Деталі</u>		
		16	46ДП.130.100.016	Палець	1	
		17	46ДП.130.100.017	Оправка	1	
46ДП.130.100.000ВЗ						
Зм.	Арк.	На докум.	Підпис	Дата	Стенд для розбирання та складання агрегатів таркторів	
Розроб.	Супяєв Д.О.					
Перевір.	Васильєв Д.Л.					
Н.контр.	Івдєєв В.В.					
Затв.	Дудін В.Ю.					
				Літер.	Лист	Листів
					1	2
				АІ-2-22, ДДАЕУ		

[illegible]

Форм.	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кол.	Примітка
				<u>Документація</u>		
			46ДП.130.102.000СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	46ДП.130.102.001	Стійка бокова	2	
		2	46ДП.130.102.002	Стійка передня	2	
		3	46ДП.130.102.003	Горловина	1	
		4	46ДП.130.102.004	Кришка	1	
		5	46ДП.130.102.005	Показник рівня	1	
		6	46ДП.130.102.006	Кутник кріпінний	4	
		7	46ДП.130.102.006	Втулка направляюча	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		8		ШтуцерРСА-2Б		
				ДСТУ 14082-84	1	

					46ДП.130.102.000СК		
Зм.	Арк.	На докум.	Ділячіс.	Дата	Бак гідравлічний. Складальне креслення.		
Вироб.	Супяєв Д.О.						
Дяввір.	Васильєв Д.Л.				Літер. Лист Листів 1 1		
Н.контр.	Івдєєв В. В.				АІ-2-22, ДДАЕУ		
Затв.	Дудін В. Ю.						

